



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de estudios Superiores Iztacala

**Diagnosis de la vegetación y flora del
Parque Nacional Nevado de Toluca
(Estado de México, México)
y propuesta para su gestoría.**

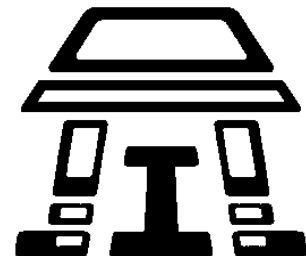
Tesis que para obtener el título de:

Bióloga:

África Victoria Díaz Roldán

Director de Tesis: Dr. en C. J. Daniel Tejero Díez

**Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla,
Estado de México, México. 2013**





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Agradecimientos

Esta presente tesis, que conllevará a la obtención de un título profesional; significa la fuerza, ímpetu y determinación para cerrar ciclos generando bases para el éxito laboral. Es el resultado conjunto de los sinodales: Dra. Patricia Dolores Davila Aranda, Dr. Oswaldo Tellez Valdes, Dra. Silvia Aguilar Rodriguez y M. en C. Leonor Ana Abundiz Bonilla que aportaron con sus opiniones y conocimientos, agradezco sus aportaciones que hicieron posible la consecución de este trabajo.

Agradezco a mi asesor, Dr. Daniel Tejero Díez por orientarme en mi vida profesional y ampliar mis conocimientos. Por todas y cada una de las oportunidades que me dio para terminar esta tesis y después de tantos años confiar en que lo lograría.

Doy gracias a mis papás, por dejarme ser y hacer lo que yo quería, cuando quería. Por todas las insistencias de terminar este ciclo y animarme a continuar con mi vida, para proponerme más proyectos profesionales y personales.

Agradezco a mis compañeros y amigos del laboratorio, por todos los momentos que compartimos, de trabajo y de aventuras en campo, por comentar, aportar y criticar este trabajo para lograr obtener información y resultados. Pero por supuesto por acompañarme a campo y regalarme “horas bestia” se los agradezco infinito.

Hay que saber cuándo una etapa llega a su fin y gracias a mis amigos estoy visualizándolo, me animaron y apoyaron para finalizar este ciclo de vida. Me han compartido muchas de sus logros y victorias, ahora en retribución yo les comparto los míos. Los quiero.

Dedicatoria

A mi abuelita †

Por todas esas veces que...

... Que veía sus ojos brillar cuando me reconocía

... Que me preguntaba en que trabajaría después de terminar esta carrera.

... Que me preguntaba cómo me fue en campo.

... Que me contaba sus propias anécdotas.

... Por convivir, escuchar y tolerar mis ideas para poder entenderme.

... Por dejarme vivir con usted y conocerla en sus últimos años de vida.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	5
JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVOS	7
DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL	8
LOCALIZACIÓN	8
FISIOGRAFÍA	11
GEOLOGÍA	12
EDAFOLOGÍA	13
HIDROLOGÍA	14
CLIMA	17
USO DE SUELO	19
VEGETACIÓN	20
MATERIAL Y METODO	22
MÉTODO FLORÍSTICO	22
<i>Abundancia</i>	23
<i>Formas de vida</i>	23
<i>Distribución Geográfica</i>	24
<i>Categoría de riesgo</i>	25
<i>Comportamiento de las especies</i>	25
<i>Riqueza florística</i>	25
MÉTODO ECOLÓGICO	26
<i>Descripción de vegetación</i>	26
<i>Obtención de Índices</i>	27
<i>Clasificación de la vegetación</i>	28
<i>Datos Fitosanitario</i>	29
RESULTADOS	30
1. FLORA	30
<i>Riqueza florística</i>	32
<i>Distribución geográfica</i>	33
<i>Formas de vida</i>	34
<i>Comportamiento sinantrópico de las especies</i>	34
<i>Especies que ameritan atención especial</i>	35
2. ASPECTOSECOLÓGICOS	36
<i>Vegetación</i>	36
A. BOSQUE DE PINUS HARTWEGII	38
B. BOSQUE DE ABIES RELIGIOSA (OYAMEL).	39
C. BOSQUE DE PINUS MONTEZUMAE.	40

D. PRADERA ALPINA.....	40
DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	40
3. ASPECTOS FITOSANITARIOS.....	43
DISCUSIÓN.....	45
1. FLORA.....	45
2. VEGETACIÓN	48
3. IMPACTO Y CONSERVACIÓN	50
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	53
RECOMENDACIONES.....	55
LITERATURA CITADA.....	57
APÉNDICE 1: LISTA FLORÍSTICA	63
EXSICCATA.....	71

Diagnóstico de la vegetación y flora del Parque Nacional Nevado de Toluca (Estado de México, México) y propuesta para su gestoría.

RESUMEN

Son varios los trabajos de tipo ecológico y/o forestal realizado en las comunidades vegetales del volcán Nevado de Toluca, pero pocos abordan en forma integral y profunda aspectos florísticos y ecológicos en relación al concepto biológico de la zona. Por ello, el objetivo de esta investigación fue la de realizar la diagnosis ambiental del Parque Nacional Nevado de Toluca (RTP 109) en base al estudio de su flora y vegetación. Para ello, se llevó a cabo un muestreo florístico y se dispusieron unidades de muestreo en forma preferencial estratificado a lo largo del gradiente altitudinal (cada 50 m de altitud) en las laderas norte y sur del volcán. Se censaron las variables básicas que describen la estructura vegetal y el estado fitosanitario del arbolado. Desde el punto de vista florístico, se encontraron 178 especies que se agruparon en 97 géneros y 50 familias. La riqueza florística es de 53.95 especies por km². Se registró una cantidad importante de especies endémicas locales y de la Faja Volcánica Transmexicana. Del muestreo ecológico, se censaron 385 árboles los cuales correspondieron a 6 especies. Por medio de la clasificación (AC) se distinguieron cuatro tipos de vegetación. La vegetación de páramo y tres tipos de vegetación forestal: bosque de *Pinus hartwegii* con dos asociaciones, bosque de *Abies religiosa* con tres asociaciones y bosque de *Pinus* spp., cada uno en un intervalo de altitud característico. El análisis de ordenamiento reveló que la altitud (parámetro multivariable) parece ser el factor más importante

que determina la distribución de la vegetación. La presencia de tocones indica un corte selectivo forestal que ha provocado apertura del dosel, lo que seguramente es en parte causante de que el 50% de la masa forestal está afectada por distintas plagas. Finalmente se discute el grado de impacto al cual están sometidas las masas forestales del volcán, aspecto crucial para tratar de mejorar la gestoría de las mismas.

Palabras clave: Parque Nacional Nevado de Toluca, vegetación, flora alpina, estado fitosanitario, diagnosis forestal.

INTRODUCCIÓN

Aunque la vegetación y la biodiversidad asociada asume un importante papel como parte de los servicios ecosistémicos para la sociedad, el país pierde cerca de 2.6 millones de hectáreas de vegetación anualmente, de las cuales el 1.24% corresponden al bosque templado (Pronatura México A.C. y S. M. A. Edo. de México 2009). Vovides *et al.* (1997) estima que aproximadamente el 15% (426 especies) de la flora mexicana se considera en peligro, principalmente debido a la disminución de su superficie forestal. Esto da una idea de la falta de actividades relacionadas a la conservación.

El conocimiento de los recursos biológicos en México es aún limitado, disperso y a menudo difícil de obtener. Asociado a lo anterior, los intereses económicos equivocados frecuentemente entorpecen la conservación, utilización sustentable o la obtención de nuevos conocimientos (Dirzo y Raven 1994). En este sentido, la conservación juega un papel de suma importancia para mantener los ecosistemas y su biodiversidad. Es por eso que en México, el sistema de áreas naturales protegidas (ANP's) constituye un instrumento idóneo para ello (Bezaury-Creel 2009; Sedue 1988), creando la posibilidad de conservar y/o re-establecer sitios que aún representa un importante abastecedor de servicios ambientales, que puedan ser aprovechados como insumo por los sectores de turismo, de regulación climática, o de la producción y regulación hídrica, entre otros.

Dentro de las ANP's, de México se encuentran los Parques Nacionales, que poseen características icónicas (generalmente paisajísticas) representativas a nivel nacional.

Además tienen uno o más ecosistemas con importante valor, científico, educativo, histórico y recreativo. Generalmente albergan flora y fauna de importancia nacional y poseen una aptitud para el desarrollo del turismo (García del Valle 1999). Si bien estas áreas se caracterizan por su dimensión recreativa, también son un importante elemento para conservar y aprovechar de manera sustentable los ecosistemas de nuestro país.

En particular el Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) es uno de los 67 parques nacionales que tiene el País (CONANP 2012). La Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO 2013) la seleccionó como parte de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 109, debido a la “importancia de los servicios ambientales, en particular como área de captación de agua, con alto valor biológico y de paisaje”. Se localiza al sureste del valle de Toluca, Estado de México y, de acuerdo a los decretos del 25 de enero de 1936 y 19 de febrero de 1937, tiene como límite físico inferior la cota de 3 000 m de altitud. Cuenta con una extensión de 53 987.54 hectáreas. La función de este parque es la conservación perenne de la flora y fauna contiguas; estableciéndose en él las condiciones más esenciales para hacerlo accesible al gran turismo, incluyendo una porción de terrenos destinada a constituir la Reserva Forestal Nacional (Departamento Forestal y de Caza y Pesca 1936 y Vargas 1997). Actualmente existe una propuesta en proceso de aprobación política, que propone un cambio de categoría a “Área de Protección de Flora y Fauna (APFF)” la cual amplía sus límites territoriales y la posibilita a tener otro tipo de administración (CONANP 2013).

ANTECEDENTES

Desde de que A. von Humboldt en 1803 visitara el volcán Nevado de Toluca (VNT), muchos otros naturalistas accedieron a él durante los siglos XIX y XX, pero pocos han descrito en detalle aspectos florísticos o ecológicos de la vegetación (Velázquez de León 1835; Heredia 1836; Heller 1852; Pringle 1893; Muñoz 1932; Balls 1939; García 1947).

Entre los trabajos histórico-florísticos del volcán destacan los de Villada (1891, 1906), quien realizó un listado de plantas recolectadas, incluyendo su nombre común y científico en el VNT. González-Trápaga (1986), describió someramente la vegetación alpina y analizó algunos aspectos fitogeográficos de su flora. Por su parte Colón-Tellez (1987), llevó a cabo un estudio florístico de los macromicetos en cuatro tipos diferentes de vegetación del parque.

Los estudios ecológicos en la región son escasos. Entre éstos se encuentran el de Villalpando-Barriga (1968), quien revisó los aspectos ecológicos de la vegetación del cráter del volcán, basándose en parámetros climáticos y características topográficas. Asimismo, Villers-Ruíz y López-Blanco (1985), efectuaron una evaluación del uso agrícola y forestal del suelo en la cuenca del río Temascaltepec, donde abarcaron la parte sur del volcán. Villers-Ruíz *et al.* (1998), con base en fotointerpretación, evaluarón las características generales de la vegetación del Nevado de Toluca y detectaron tres comunidades de bosque: *Pinus hartwegii*, *Abies religiosa* y un bosque mixto de *Abies religiosa*, *Alnus jorullensis*, *P. pseudostrobus* y *P. hartwegii*. Por su parte, García del Valle (1999), realizó una evaluación forestal del Nevado de Toluca, y Almeida *et al.* (2004), analizaron la comunidad vegetal de “zacatonal alpino” en los

edificios volcánicos del Popocatepetl y del Nevado de Toluca; registrando 22 familias, 42 géneros y 61 especies de plantas vasculares. Por su parte Zuñiga-Soto (2006) elaboró un análisis de los trabajos sobre vegetación efectuados en el Nevado de Toluca. Finalmente Aguilar-Zamora (2007), con información geomorfológica delimitaó 64 unidades paisajísticas, a partir de los ensambles vegetales y uso de suelo del área de estudio.

Además de los estudios ya mencionados, existen algunos otros que se relacionan indirectamente con aspectos florísticos o ecológicos. Entre ellos esta el de Hayama-Tsutsumi (1971), quien realizó un estudio de 9 perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas. Finalmente López-Barajas (1987), evaluó los daños causados por las pudriciones en árboles vivos de *Abies religiosa*.

JUSTIFICACIÓN

A pesar de que existen varios trabajos científicos relacionados con la flora o vegetación en el volcán Nevado de Toluca, la mayoría de éstos se enfocan en la vegetación alpina y dejan a un lado las principales masas forestales que componen a este edificio volcánico.

Actualmente el volcán Nevado de Toluca es un área verde semi-conservada, con un ciclo hidrológico de suma importancia (junto con las sierras asociadas son el parteaguas de dos cuencas hidrográficas) y que también constituye un reservorio de suministros forestales. Sin embargo, el parque se encuentra amenazado por fuertes presiones socioeconómicas, tales como el cambio en el uso de suelo para el aprovechamiento agropecuario, la presencia de incendios, las plagas forestales, la

extracción de tierra de monte, la cacería, los asentamientos humanos y una deficiente explotación y manejo forestal (Vargas 1997). En este trabajo, se dará a conocer la flora y vegetación del Parque Nacional Nevado de Toluca, cuyos resultados podrán fortalecer la justificación de cambio de categoría de Área Natural Protegida (ANP) y proponer bases sólidas para la gestoría del mismo.

OBJETIVOS

- Contribuir al conocimiento del estado de conservación del ambiente biológico en el volcán Nevado de Toluca, mediante el estudio de su vegetación y flora.
- A partir de la búsqueda de indicadores biológicos basados en la flora y vegetación, formular un diagnóstico y una propuesta para la gestoría del Parque Nacional Nevado de Toluca.

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL

Localización

El Parque Nacional “Nevado de Toluca” se encuentra al sur de la ciudad de Toluca, al este de la región de Valle de Bravo y al norte de Ixtapan de la Sal. Las coordenadas limitantes de su polígono son: latitud norte 18°51'31” a 19°19'03” y longitud oeste 99°38'54” a 100°09'58”. La zona abarca parte de los municipios de Zinacantepec, Villa Guerrero, Texcaltitlán, Temascaltepec, Amanalco, Villa Victoria, Almoloya de Juárez, Toluca, Calimaya, Coatepec de Harinas y Tenango del Valle. El límite político del PNNT se estableció a partir de la cota altitudinal de los 3 000 m y comprende una superficie de 53 987.54 hectáreas.

El acceso al área de estudio se encuentra tanto, por el lado norte, a partir de la Cd. de Toluca como por el lado sur desde el poblado de Coatepec Harinas (otros accesos intermedios existen). Para ascender a la cima del volcán entrando por el lado norte se puede circular por la carretera 134 de Toluca a Temascaltepec y en el kilómetro 22 se opta por la desviación al sur hacia Texcaltitlán (carretera estatal 10). Se recorre un tramo de 7.5 kilómetros, para después tomar la carretera de terracería que conduce al cráter del volcán. Al suroeste del cono, a la altura de los 3 800 metros sobre el nivel del mar, se encuentra una estancia denominada “Parque de los Venados”. En la base externa del cráter (4 100 m s.n.m.) hay un refugio alpino que tiene una torre de comunicación y una estación meteorológica. Si se entra por el acceso el sur es necesario llegar al poblado de Coatepec Harinas, por la carretera federal 55 rumbo a Ixtapan de la Sal al norte del poblado hay un camino que comunica al parque Los Venados (Figura 1).

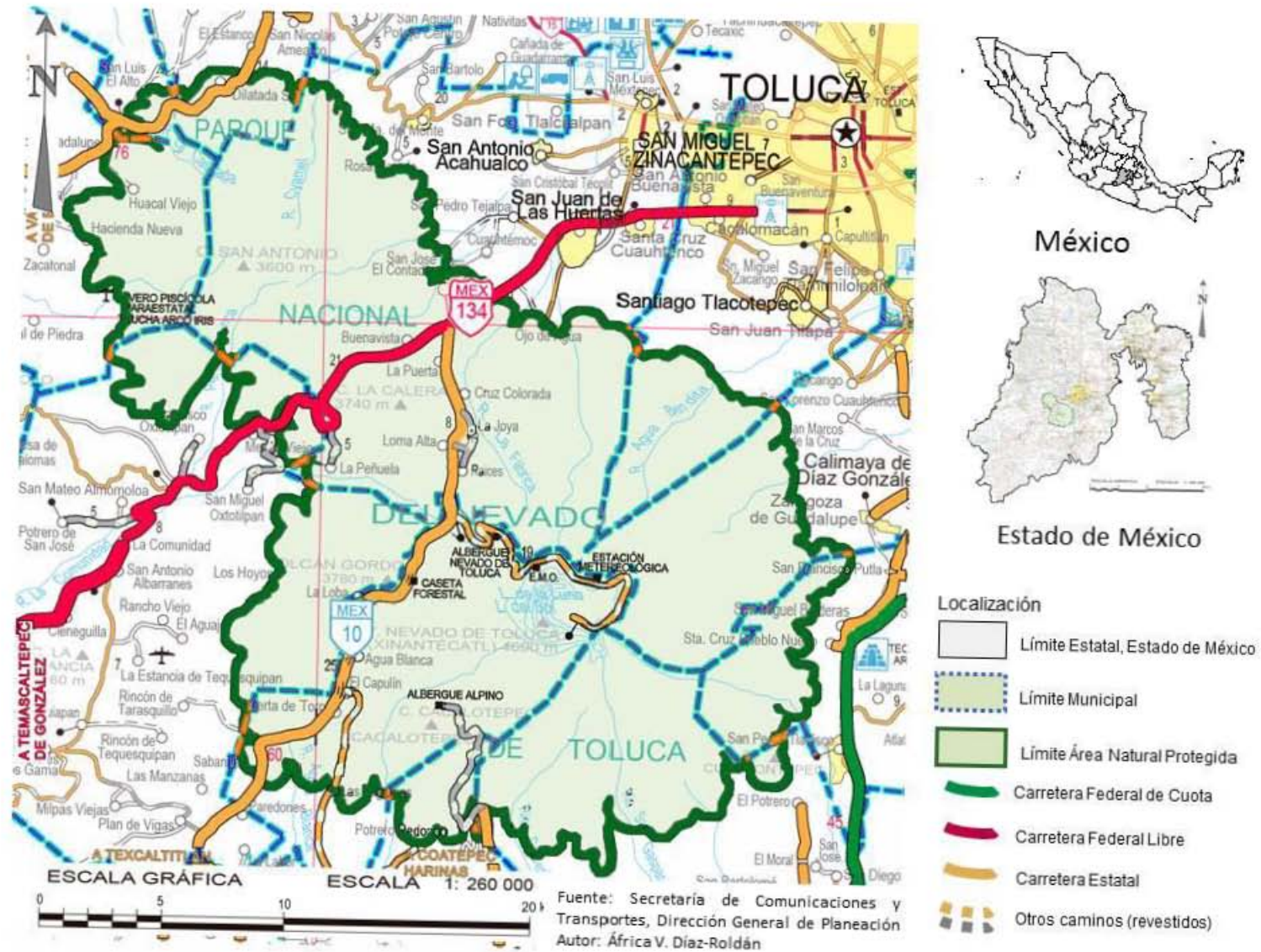


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio con vías de acceso y división municipal que colinda al Parque Nacional Nevado de Toluca.

Fisiografía

El VNT es un enorme edificio montañoso que se encuentra prácticamente al centro de la Faja Volcánica Transmexicana. Representa la cuarta montaña más alta del país, ya que tiene una altitud de 4 680 metros sobre el nivel del mar (González-Trápaga 1986). Su vertiente norte desciende al Valle de Toluca y la sur hacia la región montañosa de la cuenca media del río Balsas. Este edificio volcánico, tiene un intervalo altitudinal muy prolongado en la vertiente sur y, en la norte acotada hasta los 2 100 m, donde se une el altiplano de la cuenca del Alto Lerma (Aceves *et al.* 2006).

El volcán está formado de capas sucesivas (flujos) de lava. El cráter fue profusamente modificado por la actividad volcánica violenta y explosiva y por la erosión, quedando una chimenea de forma elíptica con una silueta escarpada, que fue obstruida por roca ígnea en la última erupción. Cuenta con varios picachos al noroeste y suroeste principalmente, de donde descienden las sierras de Amanalco-Temascaltepec y de Sultepec-La Goleta respectivamente. En las paredes del cráter destacan el Pico El Fraile (4 558 m), que es un remanente de un domo de lava parcialmente destruido por las últimas erupciones (Luna *et al.* 2009), el Pico del Águila situado al noroeste (4 550 m snm), El Espinazo al este (4 400 m snm) y el Espinazo del Portezuelo al noreste (4 300 m snm) (Aguilar-Zamora 2007).

El cráter propiamente tiene un diámetro de 1.5 km, con forma de herradura que está abierto hacia el este. En su interior se formaron dos lagos, separados por una corriente de lava (conocida como “El Ombligo” el cual se eleva a 130 metros del nivel en medio de dichos lagos) (Vargas 1997).

Geología

La formación del VNT se puede dividir en dos etapas eruptivas: la primera se presentó en el Terciario, formando una matriz de lavas andesíticas y dacíticas calcialcalinas sobre un basamento compuesto por secuencias metamórficas y sedimentarias de calizas y pizarras del Cretácico que colapsaron tectónicamente (Macías 2005; Zuñiga-Soto 2006).

La segunda etapa sucedió Plio-pleistoceno cuando el volcán se volvió inestable y colapsó hacia el sur produciendo derrumbes (Luna *et al.* 2009) y una erupción pliniana, que produjo el flujo de Pómez Rosado que se observa en la base externa del cono (Aceves *et al.* 2006). Entre la primera y segunda etapa, la actividad tectónica y la erosión (gravitacional y fluvio-glacial) formaron al sur, los valles de los ríos San Jerónimo y Chontalcuatlán, cuyos lahares transformados por la actividad fluvial se han encontrado río abajo como depósitos de conglomerados dentro de la cueva de Cacahuamilpa (García-Palomo *et al.* 2002). Al norte, la actividad erosiva se depositó en el valle de Toluca.

Después del segundo evento eruptivo, se presentaron dos eventos de destrucción de domos que produjeron el depósito de los flujos de bloques y ceniza, lo cual determinó la forma actual del borde este del cráter (Luna *et al.* 2009). Entre estas dos erupciones se emplazó el domo parásito del cerro Gordo al oeste (Aceves *et al.* 2006).

Después de estos eventos, el volcán ha tenido dos erupciones de tipo pliniano que produjeron los depósitos conocidos como la Pómez Toluca Inferior y la Pómez

Toluca Superior, que fueron fechadas con el método de radiocarbono en 24 000 y 11 600 años (Macías 2005).

La actividad volcánica concluyó en el Pleistoceno con el emplazamiento del domo “El Ombigo”. Probablemente la última erupción esté representada por los depósitos de oleada gris y flujo de ceniza café (Aceves *et al.* 2006).

Edafología

De acuerdo a García-Calderón (2011), los suelos de las zonas alpinas (nevadas) son muy aireados e inestables. En estas condiciones los procesos de congelación y deshielo (postsolización) provocan un batido (levantamientos) del suelo, el cual produce un efecto negativo para el desarrollo de los sistemas radicales profundos y además desarrolla redes de deslizamiento y un micro-relieve ondulado (Daubenmire 1979). En general, la estructura de estos suelos es inestable, lo cual aunado a las prácticas de deforestación, cambio de uso del suelo (ganadero), las fuertes pendientes y las lluvias, dan origen al desarrollo de extensos sistemas de cárcavas, así como a los procesos de hundimiento o bien a afloramientos de la roca madre formando escarpes y bases coluviales.

En las cañadas y los escarpes del cono dominan los Regosoles y Leptosoles (Vargas 1997), los cuales son de textura media a gruesa y se caracterizan por tener una profundidad menor de 10 cm, a la roca madre. En la zona boscosa, los suelos son profundos y derivados de la ceniza volcánica, por lo cual se consideran Andosoles húmicos (dominantes en el parque nacional). En la parte baja del edificio volcánico

se encuentra el Feozem el cual forma una capa superficial de color negro, de textura muy suelta, rico en materia orgánica y pobre en nutrientes.

Hidrología

El volcán se integra por 25 microcuencas de tercer y cuarto orden, de las cuales 9 vierten su caudal hacia el valle de Toluca y las otras 16 al sur. Las regiones que participan en el nacimiento de las cuencas hidrológicas son: Lerma-Chapala-Santiago (Región Hidrológica 12) y Balsas (Región Hidrológica 18); la primera abarca la subcuencascuencas Lerma-Toluca y la segunda las del Balsas-Mezcala y Amanalco-Cutzamala. Por lo anterior, el volcán y sus sierras adyacentes son principalmente una fuente de suministro de agua para las grandes metrópolis del centro del país y representa un importante proveedor de servicios ecosistémicos (Rojas-Merced *et al.* 2007; Zuñiga-Soto 2006; Vela-Gálvez *et al.* 1976) (Figura 2).

En el interior del cráter se encuentra la microcuenca endorreica que se compone de dos lagos denominados “El Sol” y “La Luna”, los cuales se formaron por escurrimientos de las laderas centrales del cráter. Estos son considerados como los lagos perennes más altos a nivel nacional y uno de los mas altos a nivel mundial (Luna *et al.* 2009; Rojas-Merced *et al.* 2007).

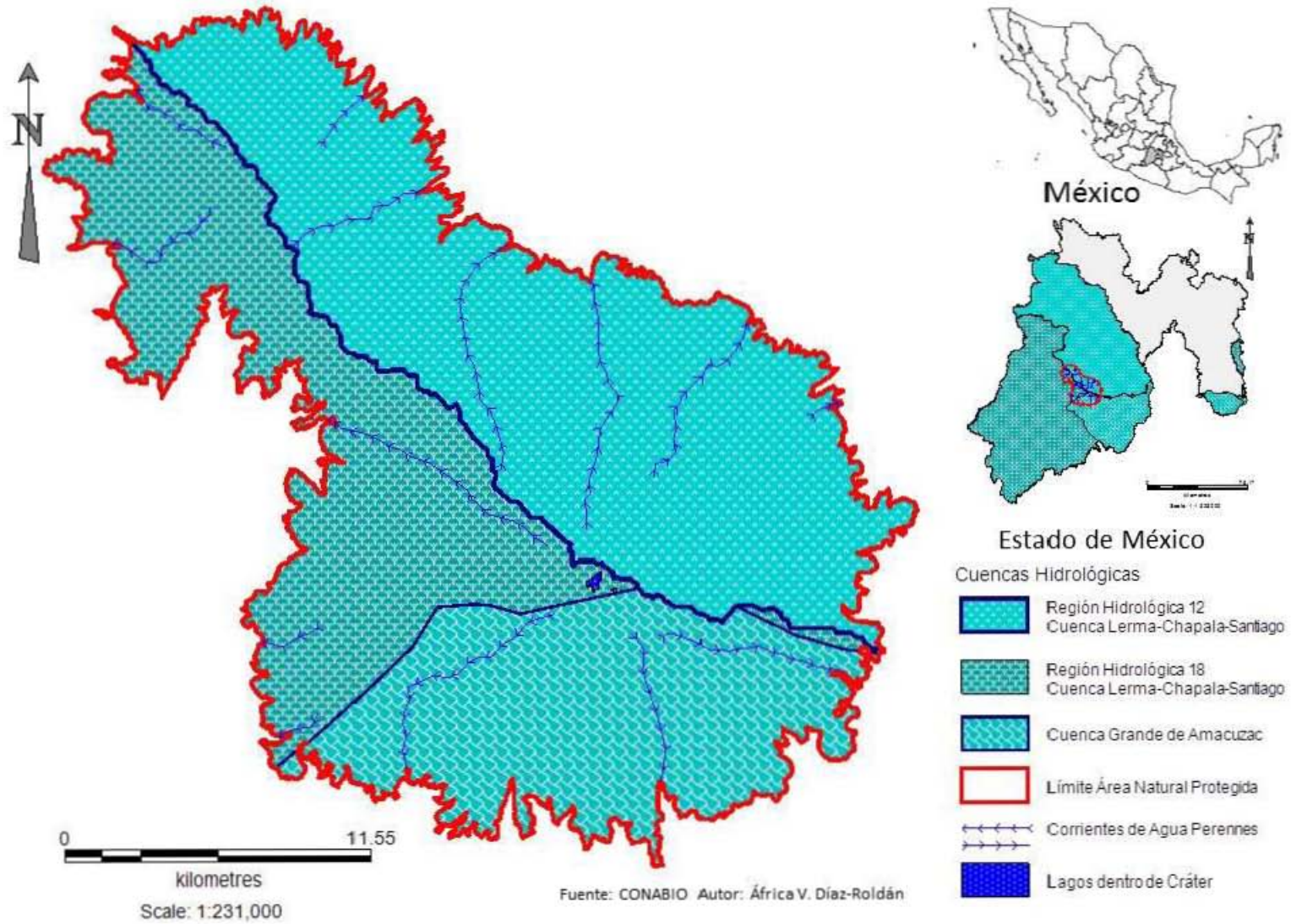


Figura 2. Representación gráfica de las tres cuencas que componen el Parque Nacional Nevado de Toluca.

Clima

Las características particulares del clima en el área del parque se pueden inferir a partir de los datos correspondientes a las normales climatológicas de 1971-2000, reportadas por el Servicio Meteorológico Nacional (2012) para la estación climatológica "Nevado de Toluca" (19°07' latitud norte y 99°45' longitud oeste, a 4 140 m s.n.m.). Además, se usaron los datos de las estaciones San José del Contadero (19°14' latitud norte y 99°48' longitud oeste, a 3 045 m s.n.m) y Coatepec Harinas (18°55' latitud norte y 99°46' longitud oeste, a 2 270 m s.n.m.) (Figura 3).

En el intervalo de 2 000 a los 3 500 m s.n.m. prevalece el clima templado, subhúmedo en la porción norte y húmedo en la sur. En la vertiente norte, la temperatura media oscila entre los 5 y 18 °C, siendo el mes más frío enero (6.2 °C) y el más cálido en mayo (12.2 °C). La acumulación de lluvia anual es de 879.1 mm, la cual se presenta principalmente en los meses de verano (abril a septiembre), siendo la mayor precipitación de 175.2 mm en julio y su menor precipitación es de 54.4 mm durante otoño y primavera. De acuerdo a García (2004), la formula climática de esta región es de $Cb'(w_2)(w)ig$. Por su parte la vertiente sur, se diferencia de la anterior en la cantidad de lluvia anual, ya que su acumulado asciende a 1120.6 mm, siendo los meses de mayo a octubre los mas húmedos, con una precipitación máxima de 212.9 mm. De acuerdo a García (2004), la formula climática de esta región es de $Cb(w_2)(w)igw$.

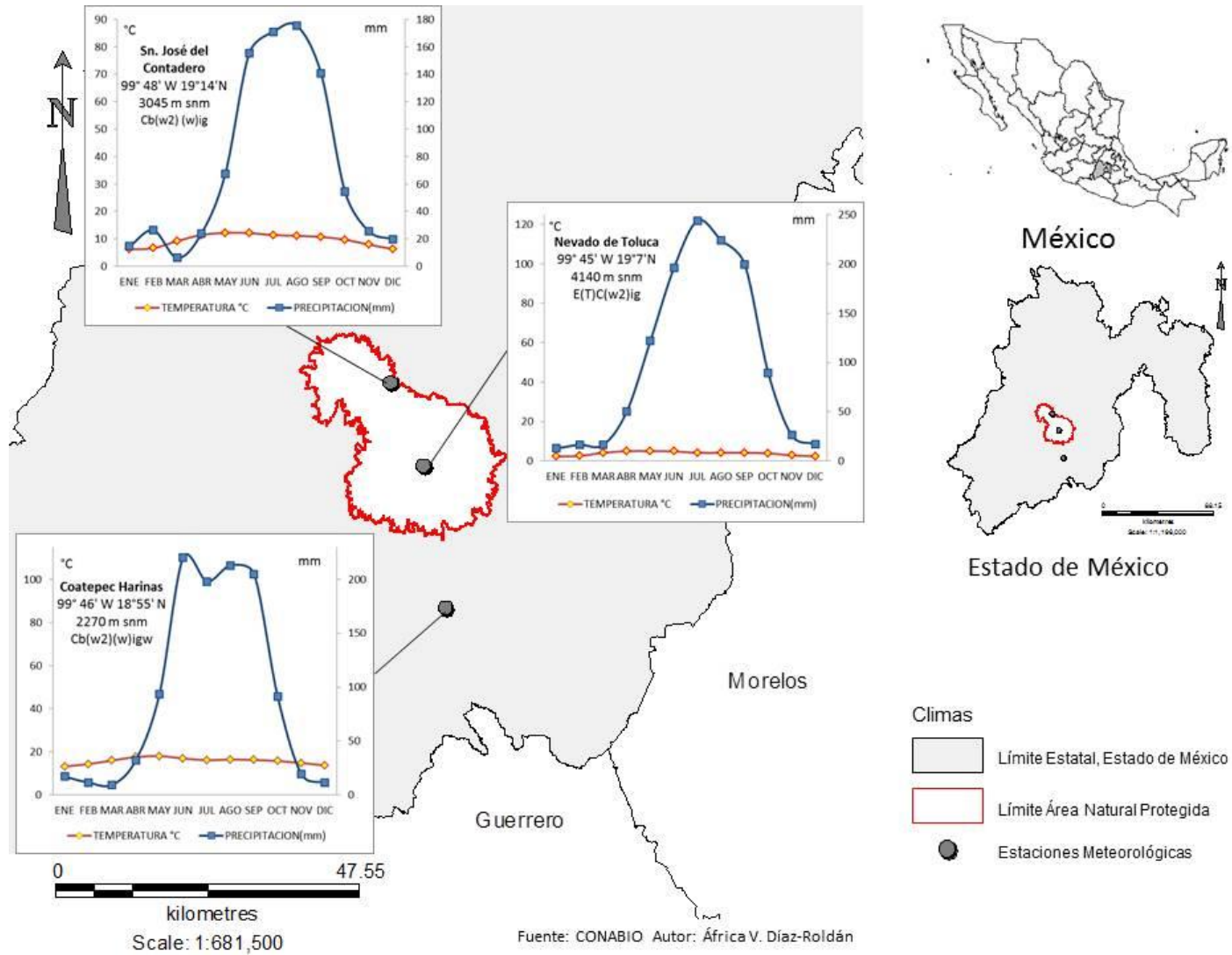


Figura 3. Distribución y diagramas ombrotérmico de Gausse de las estaciones meteorológicas en las en mediaciones de Parque Nacional Nevado de Toluca.

El clima frío subhúmedo está presente en la parte superior del volcán (4 140 m s.n.m.). En esta zona la temperatura media anual es menor de 5 °C, con una acumulación anual de 1213.2 mm de precipitación. En esta región las lluvias son en verano, la precipitación máxima es de 243.6 mm y las temperaturas máximas se presentan de abril a septiembre. De acuerdo a Garcia (2004), la fórmula es $E(T)C(w^2)ig$.

En gran medida, los fenómenos atmosféricos que influyen en el Nevado de Toluca son los siguientes: de origen orográfico-convectivo en la vertiente sur y de origen continental, ya que por su elevada altitud, esta área intercepta los vientos fríos y secos provenientes del noreste los cuales dejan cierta descarga de humedad en las altas montañas del país creando el clima característico de la zona (Vidal-Zepeda 2005).

Uso de suelo

De acuerdo con la información estadística proporcionada por los censos nacionales y los planes municipales del desarrollo urbano de los municipios adosados al volcán, se ha calculado que al menos 7 500 personas dependen directamente de los recursos forestales o edáficos del volcán (Espinosa-Rodríguez 2001).

Al interior del cono volcánico, las actividades recreativas y turísticas han acelerado los procesos erosivos. Otra actividad común, sobretodo en la vertiente sur, es la extracción de madera, que obedece en teoría a un manejo del recurso con miras al mantenimiento y aprovechamiento ejidal forestal del bosque.

En la vertiente norte se observan daños en la base del arbolado (ocoteo), probablemente con la finalidad de acelerar el deterioro de los individuos y de obtener permisos de corte de árboles y abrir espacios para la agricultura. Por debajo del límite del PNNT, el bosque ha sido sustituido por las prácticas de la floricultura y el cultivo de aguacate.

La industria minera también se encuentra presente, principalmente en el flanco noroeste del Nevado de Toluca donde se encuentran las fuentes de abastecimiento de arena y grava, los cuales se consideran materiales para la construcción de alta calidad. Estos materiales han satisfecho las necesidades de áreas industriales, urbanas y rurales de la entidad (Espinosa-Rodríguez 2001).

Vegetación

El PNNT pertenece a la provincia florística de las Serranías Meridionales de la Región Mesoamericana de Montaña, que corresponde a los macizos montañosos del centro del país. Se caracteriza por presentar bosques de pino, bosques mixtos (pino-oyamel, oyamel-encino y pino-encino), que se desarrollan por debajo de la cota de altitud de los 4 200 m con una superficie de aproximadamente 33 888 hectáreas (72.24% de la vegetación del PNNT) (CETENAL 1976; Villers-Ruíz *et al.* 1998; Rzedowski 2006; Suárez-Mota *et al.* 2013).

Otra comunidad vegetal denominada pastizal alpino se encuentra por encima de la línea del arbolado (también llamado zacatonal o páramo). Se trata de una comunidad de plantas amacolladas menores a un metro de alto, con la presencia de especies

tales como *Calamagrostis* spp. *Agrostis tolucensis*, *Festuca* sp., *Lupinus montanus* (Almeida *et al.* 2004; Rzedowski 2006; Ceballos 2011; Suárez-Mota 2013).

MATERIAL Y METODO

Se realizaron salidas al campo entre los meses de octubre-noviembre de 2006, marzo-octubre de 2007, febrero-junio de 2008 y mayo-junio de 2012. Se utilizó como línea de muestreo (de norte a sur) el camino que va del cerro (volcán) “La Calera” al parque “Los Venados” y de aquí a Coatepec Harinas. En la zona de zacatonal el muestreo fue exclusivamente florístico, dada la existencia de trabajos ecológicos previos realizados por Villalpando-Barriga (1968) y Almeida *et al.* (2004 y 2007), mientras que en la zona boscosa fue además de índole ecológico.

Método florístico

Se recolectaron ejemplares botánicos de acuerdo a los métodos propuestos por Lot y Chiang (1986).

Los ejemplares recolectados se determinaron con ayuda de las floras regionales (principalmente Rzedowski *et al.* 2001). Una vez determinados, los ejemplares fueron cotejados con el herbario virtual ofrecido por Jstor Global Plants y con las colecciones depositadas en los herbarios del Instituto de Biología-UNAM (MEXU) y de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM (IZTA). La colección obtenida quedó depositada en los herbarios mencionados.

Los nombres de las especies fueron cotejados con la base de datos de Tropicos.org (Missouri Botanical Garden 2012), con la finalidad de verificar su nomenclatura y actualizar la ortografía de los nombres científicos y la abreviación de los autores. El listado de taxones se ordenó alfabéticamente de acuerdo al sistema usado por Villaseñor (2004).

Con el propósito de buscar indicadores ambientales, se obtuvo la siguiente información de campo y bibliográfica para cada especie encontrada:

Abundancia

Escala de abundancia en relación al número relativo de individuos de cada especie dividido en cinco clases de frecuencia (Ley de frecuencias de Raunkiaer *in* Matteucci y Colma 1982):

- Muy escaso: 0 – 21 %
- Escaso: 21 – 40 %
- Regular: 41 – 40 %
- Abundante: 61 – 80 %
- Muy abundante: 81 – 100 %

Formas de vida

Para las plantas terrestres de acuerdo al concepto de forma de vida de Raunkiaer, modificado por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974).

- Terófitos (Tr): Hierbas sin yema de renuevo, de ciclo anual.
- Criptófitos (Cp): Hierbas perennes con el meristemo de renovación subterráneo.
- Hemicriptófitos (Hc): Hierbas perennes con el meristemo de renovación superficial.
- Caméfitos (Cm): Arbustos o hierbas perennes con yemas de renuevo entre 0 y 50 cm.
- Arbustos (Fc): Leñosas mayores a 50 cm con ramas múltiples desde la base.
- Árboles (Fe): Leñosas mayores a 50 cm con un tronco básico.

- Lianas (L): Plantas leñosas sin soporte autónomo, que crecen apoyadas en otras, pero mantienen su contacto con el suelo.

Se consideraron además a las plantas que crecen en otros sustratos: Epífitas (Ep; hierbas o arbustos autótrofos cuyo ciclo de desarrollo ocurre encima de otra planta), Epipéfrica (Et; plantas que crecen en cantiles y peñascos) e Hidrófitas (Hy; plantas que crecen en la limnofase y agua profunda de cuerpos de agua lótica y léntica). Por su tipo de nutrición se encuentran las heterótrofas (Pr; plantas que parasitan o semiparasitan a otras para su sobrevivencia o aquellas que son micosaprófitas).

Distribución Geográfica

Se obtuvo de acuerdo a Rzedowski *et al.* (2001) y consultando la base de datos de Tropicos.org del Missouri Botanical Garden (2012).

- Cosmopolita (Cos): América y otro continente
- América (A): Todo el continente Americano.
- Norteamérica (NA-M): Desde Canadá o EUA a México
- México a Centroamérica (M-CA)
- México a Sudamérica (M-SA)
- Megaméxico 1 (M1): Incluye a México y las partes de las zonas áridas sonorenses, chihuahuenses y tamaulipecas, que pertenecen a los EUA.
- Megaméxico 2 (M2): Cuando se abarque el territorio mexicano hasta el norte de Nicaragua
- Megaméxico 3 (M3): Comprende las extensiones de Megaméxico 1 y Megaméxico 2

- Endémico de la Faja Volcánica Transmexicana (E-FVT).
- Distribución en Alta montaña (DA): Contiene las especies encontradas en Montañas altas como Pico de Orizaba, Popocatepetl e Iztaccíhuatl y Nevado de Toluca.

Categoría de riesgo

Especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la lista roja de la IUCN 2012 (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales) y CITES 2012 (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Sinantropismo de las especies

Se obtuvo con base a la observación directa y auxiliados por la información pertinente que se menciona en las obras de Villaseñor y Espinosa (1998) y Rzedowski et al., (2001). Con esta información se discutió parte de las propiedades del hábitat y estado de conservación que guardan las especies en los límites del parque.

- Flora sinantópica: Plantas indicadoras de perturbación antropogénica (introducidas, arvenses, ruderales, malezas), ocasionada por el sobrepastoreo, el fuego y la expansión de la mancha urbana (Rzedowski, et al., 2001).
- Flora natural: Especies son propias de la vegetación natural de la sierra.

Riqueza florística

Se calculó con base en la relación del número de especies y el espacio estudiado

$R = N / \ln A$ (donde N es igual al número de especies registradas y $\ln A$ es igual a

logaritmo natural del tamaño de área de estudio en Km²) (Squeo et al. 1998).

Método ecológico

Descripción de vegetación

Con la finalidad de describir la vegetación, se realizaron muestreos de tipo preferencial estratificado (Matteucci y Colma, 1982). Se situaron unidades de muestreo (UM) en la zona forestal cada 50 metros de altitud, a partir del límite inferior del Parque Nacional (3 000 m s.n.m.). Cada unidad de muestreo se ubicó en sitios con vegetación representativa (menor perturbación) y homogénea de acuerdo al criterio de Curtis y McIntosh (1950). El tamaño de la UM se calculó mediante la técnica de área mínima (Hopkins, 1955) considerando exclusivamente a las plantas perennes. El área mínima, consistió en tres cuadros (parcelas), cada uno de 10 x 10 m (300 m²) arreglados en línea. En total se instalaron 28 UM que suman 8 400 m². Además, en cada cuadro de la UM se incluyó aleatoriamente otro cuadro de 5 x 5 m para censar arbustos y uno más de 1 x 1 m para herbáceas. A partir de este muestreo se obtuvieron las siguientes variables de las especies:

- Frecuencia relativa: probabilidad de encontrar un individuo de una especie dada en una unidad de muestreo, expresado en %.
- Densidad relativa: número de individuos por unidad de muestreo. Se aplicó para las especies solitarias, mientras que las gregarias se contabilizaron por “matas” separadas por una distancia apreciable.

- Cobertura relativa: proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de las especies enraizadas en el interior del cuadro de muestreo (expresado en % o m²).
- Diámetro a la altura del pecho (DAP) de los individuos con diámetro mayor de 10 cm.
- Altura a todos los individuos arbóreos que se encontraron dentro de cada unidad de muestreo.

Obtención de Índices

Con las anteriores variables, se obtuvieron los siguientes análisis e índices del arbolado:

- El valor de importancia de Cottam (1949): se obtuvo con la suma de los valores promedio relativizados de DAP, densidad y frecuencia (Mateucci y Colma 1982). Este valor de importancia se utiliza con la finalidad de no ponderar alguna de las variables sobre las otras.
- Densidad y abundancia relativa: se obtuvo mediante el total de los individuos censados en los cuadros de muestreo, aplicando la fórmula $N/ni \times 100$ (donde N = Número total de individuos censados y ni = número de individuos de cada especie). Este valor indica la posición relativa de cada especie en la comunidad estudiada y es la base para el cálculo de la diversidad del sistema.
- Complemento de Simpson (1949): se estimó la diversidad del sistema. Se obtuvo mediante:

$$1 - D = 1 - \sum (ni/N)^2$$

Donde:

$(n_i/N)^2$ = La proporción de individuos de cada especie de árbol en el censo

n_i = El número de individuos de cada especie

N = El total de individuos de la comunidad.

Clasificación de la vegetación

Se realizó mediante la utilización de métodos numéricos (Crisci y López-Armengol 1983). Para ello, se diseñó una matriz de asociación (similitud/disimilitud) considerando a las especies perennes en cada una de las UM utilizando el índice de similitud de Jaccard. El análisis de agrupamiento se llevó a cabo por promedios aritméticos (UPGMA), usando el programa PCord 4 (Multivariate analysis of ecological data). Finalmente, el tamaño de la comunidad y la distribución de las asociaciones se esquematizaron en un mapa topográfico de la zona de trabajo. Esto último se realizó después de que se definieron las especies “diagnosticas”, de acuerdo con el criterio de homogeneidad (Curtis y McIntosh 1950).

Datos Fitosanitario

En todas las UM se realizó un censo de los arboles afectados por alguno de los siguientes daños, con el propósito de evaluar el estado de salud:

- Abiótico: Fuego (Quemado). Viento y/o rayo (Daño mecanico).
- Antropogénico: Daño mecanico (por agentes naturales (rayos) o antrópicos (socavones por ocoteo, resinación o por tumba de árboles vecinos).
- Plantas parásitas: *Arceuthobium* sp., *Psittacanthus* sp.
- Insectos: Descortezadores.
- Otros: Árboles muertos y tocones.

Así mismo durante los levantamientos se llevó a cabo el conteo de plantulas con la finalidad de hacer estimación sobre regeneración natural.

RESULTADOS

1. FLORA

Se obtuvo un listado con 178 especies, que se agrupan en 97 géneros y 50 familias (Apéndice 1) de las cuales, el grupo más numeroso correspondió a Magnoliophyta (Magnoliopsida y Liliopsida), seguido por Polypodiophyta y Pinophyta (Tabla 1).

Tabla 1. Riqueza de los grupos de plantas del PNNT.

Grupo	Familias	Generos	Especies
Polydodiophyta	6 12%	9 9%	12 7%
Pinophyta	2 4%	3 3%	6 3%
Magnoliophyta			
Magnoliopsida	33 66%	65 67%	124 70%
Liliopsida	9 18%	20 21%	36 20%
Total	50 100%	97 100%	178 100%

Las familias de Magnoliophyta mejor representadas, con cinco especies o más son: Asteraceae, Poaceae, Caryophyllaceae, Rosaceae y Apiaceae. En estas familias se concentra el 52% del total de especies encontradas (Tabla 2).

Tabla 2. Familias con mayor número de géneros y especies en el PNNT.

Familias	Genéros	Especies
Asteraceae	17 18%	41 23%
Poaceae	12 12%	25 14%
Caryophyllaceae	3 3%	12 7%
Rosaceae	2 2%	8 4%
Apiaceae	5 5%	7 4%
Resto	58 60%	85 48%
	97 100%	178 100%

Las dos familias más importantes en el parque (Asteraceae y Poaceae), coinciden con lo reportado para México por Rzedowki (1991). Sin embargo, el resto de ellas son las que imprimen una idiosincrasia particular a la región alpina de la Faja Volcánica Transmexicana (Figura 4).

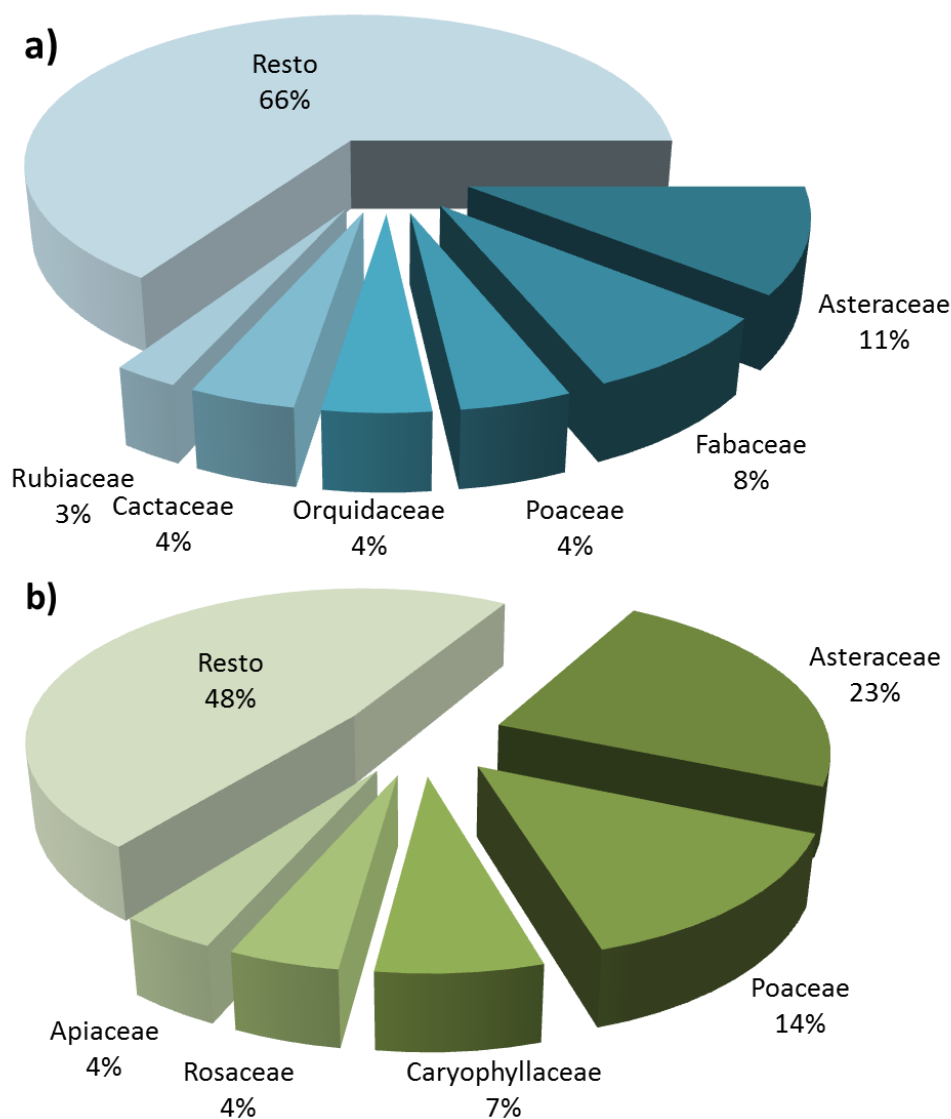


Figura 4. Comparación entre familias más importantes a nivel Nacional según Rzedowki (1991) (a), y con las del Parque Nacional Nevado de Toluca (b).

Riqueza florística

Se encontraron 178 especies que crecen en la vegetación de pastizal alpino, bosque de *Pinus hartwegii*, bosque de *Abies religiosa* y bosque de coníferas. El área de muestreo no abarcó la magnitud territorial del PNNT, aunque por la homogeneidad del ambiente biótico puede considerarse como representativo las 2 760.59 hectáreas muestreadas. Así, la riqueza florística total en de la zona muestreada es de 53.95 spp. por km² y, si se considera la superficie total del parque desciende a 28.29 especies por km² (Tabla 3).

Tabla 3. Riqueza florística del área de estudio y su comparación con otras zonas de características físicas similares.

Zona	Altitud (m.s.n.m)	Área (ha)	Número de especies	Riqueza (sp/ InA)
Cerro Tlálloc en Sierra Nevada (Sánchez-González et al. 2006)	3000-3500	0.14	137	7.24
Parque Nacional Nevado de Toluca (área Muestreada)	3000-4200	2 760.59	178	53.95
Parque Nacional Nevado de Toluca (Cubierta Vegetal general)	3000-4200	53 987.54	178	28.29
Cima del Cerro Potosí (García-Arévalo, A. y González-Elizondo, S. 1991)	3300-3670	139.25	96	6.78
Cimas de la Sierra Madre Occidental Ruacho-González et al. 2013	3224-3347	1.18	175	36.68
Cerro Mohinora, Chihuahua (McDonald et al. 2011)	3319-3900	15	79	41.64

El tipo de vegetación que aporta mayor cantidad de especies es la pradera alpina (61 especies), seguido por el bosque de *Pinus* (considerando las distintas sinucias) con aproximadamente 46 spp. y el bosque de *Abies* con 44 spp. El resto de las especies se comparten entre estas comunidades y como parte de la flora secundaria.

Distribución geográfica

Cerca de la mitad de las especies registradas (47%) rebasa los límites políticos del país; sin embargo, de estas 19 % quedan incluidas dentro de las fronteras biológicas *sensu* Rzedowski (1991): Megaméxico 1 (1% de las especies), Megaméxico 2 (15%) y Megaméxico 3 (3%) (Rzedowski *et al.* 2001 y). El 29 % de la flora corresponde a las especies con alguna otra distribución fuera de los límites del país (Cosmopolita y toda América). El 53% de las especies son mexicanas, de las cuales 19% son endémicas de la Faja Volcánica Transmexicana y 20% son de distribución de alta montaña (Tabla 4).

Tabla 4. Distribución geográfica de plantas encontradas en el Nevado de Toluca que exceden los límites territoriales y que son endémicas de México

	Distribución	Especies	%
Amplia distribución	Cosmopolita	7	3%
	América	8	3%
	Norteamérica-México	6	3%
	México a Centroamérica	20	9%
	México a Sudamérica	25	11%
	Megaméxico 1	2	1%
	Megaméxico 2	34	15%
	Megaméxico 3	7	3%
			47%
Límites políticos de México	México	30	13%
	Endémico Faja Volcánica Transmexicana	45	19%
	Distribución Altamontaña	47	20%
			53%

Formas de vida

Los pastizales y los bosques de coníferas presentan una dominancia compartida entre los hemicriptófitos y los caméfitos con 31 % cada una. Los criptófitos (16 %) es el segundo grupo mejor representado, seguido de los fanerófitos (15 %). Las demás formas de vida están representadas solamente por unas cuantas especies (Figura 5).

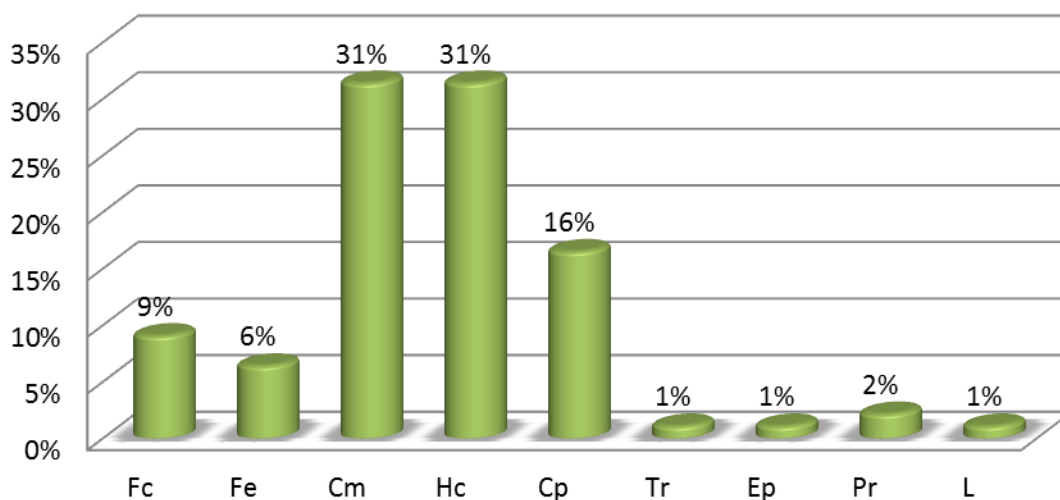


Figura 5. Espectro de formas de vida en el Parque Nacional Nevado de Toluca.

Fc: arbustos, Fe: árboles, Cm: Caméfito, Hg: Hemigeófito, Gf: geófitos, Tr: terófitos,
E: epífitos, Pr: parásitas L: lianas.

Comportamiento sinantrópico de las especies

Aproximadamente el 81% de la flora corresponde a la vegetación natural de la región. Cerca del 19% de las especies pueden ser consideradas como sinantrópicas, de las cuales el 15% corresponde a especies catalogadas como maleza nativa por Villaseñor y Espinoza (1998) y el resto corresponde a especies exóticas, según Villaseñor y Espinoza-García (2004) (Figura 6).

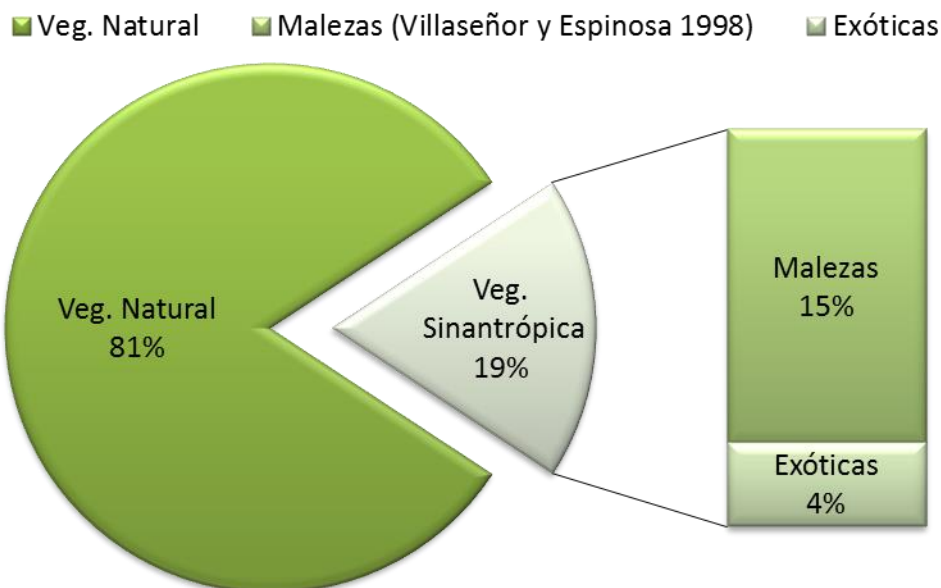


Figura 6. Comportamiento ecológico de las especies en el Parque Nacional Nevado de Toluca

Especies que ameritan atención especial

En el área muestreada del PNNT solo se encontraron dos especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Juniperus monticola* var. *monticola* y *Corallorhiza macrantha*. Estas especies se encuentran en la línea de transición entre la pradera alpina y el bosque de *Pinus hartwegii*, ambas escasas en su abundancia.

Se encontró que *Juniperus monticola* var. *monticola* y todas las especies de la familia Pinaceae se encuentra en la lista roja de la UICN en la categoría de baja preocupación y *Corallorhiza macrantha* se encuentra en en el Apéndice II de la CITES.

2. ASPECTOSECOLÓGICOS

Vegetación

De acuerdo al análisis de agrupamiento (AC), considerando un nivel de corte de 50% de información retenida, se observan tres conjuntos forestales que agrupan los 28 sitios de muestreo de la vegetación (Figura 7). Con base en las especies dominantes e indicadoras y considerando el criterio de Rzedowski (2006) estos conjuntos se pueden denominar: bosque de *Pinus hartwegii*, bosque de *Abies religiosa* y bosque de *Pinus montezumae*.

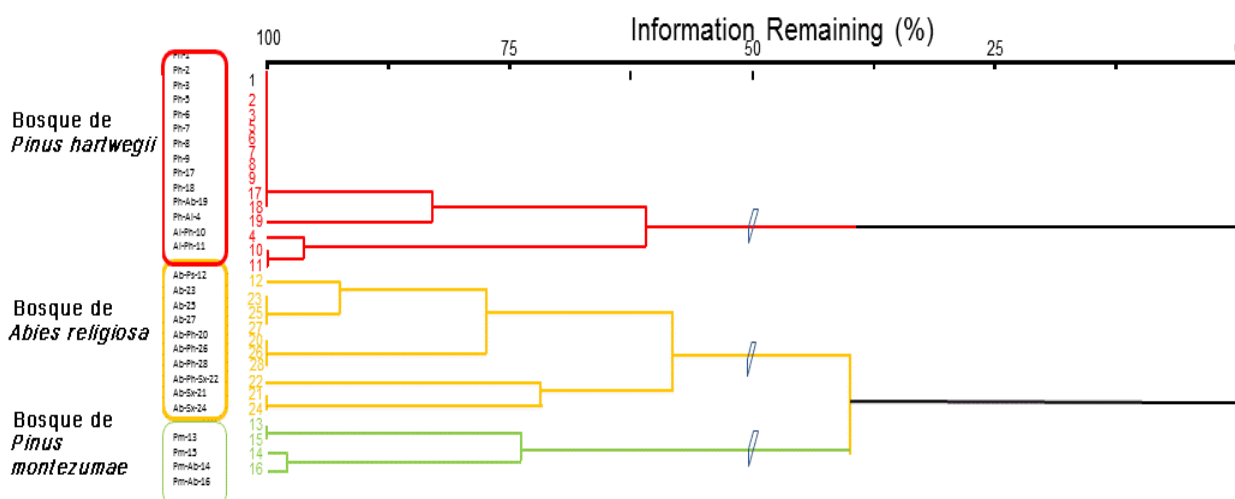


Figura 7. Agrupamiento de las comunidades vegetales del Parque Nacional Nevado de Toluca.

El análisis de ordenación (DAC) (Figura 8) permite visualizar las distancias entre las asociaciones vegetales de acuerdo a lo observado en el análisis de agrupamiento. El valor de la raíz característica de eje uno (0.901), indica una alta correlación entre los sitios y las especies, mientras que los valores bajos de las raíces de los ejes 2 y 3, reafirma la importancia del primer eje. Así, en el diagrama de ordenación se observan tres grupos bien definidos, que representan cada uno ambiente y

composiciones florísticas particular. El grupo de *Pinus hartwegii*, se localiza en el extremo izquierdo del eje uno y al lado contrario se encuentra el grupo formado por el bosque de *Abies religiosa*. El grupo de *Pinus* spp. es intermedio, pero ocupa una posición elevada sobre el eje 2.

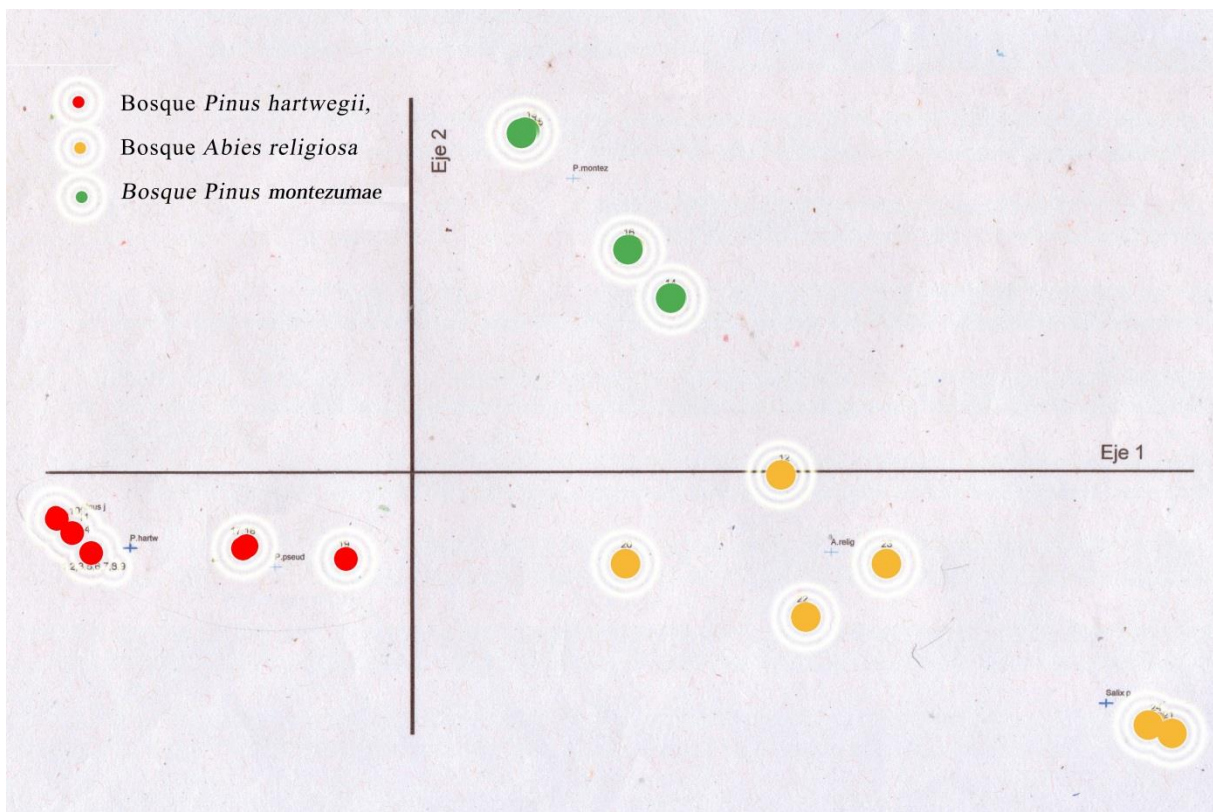


Figura 8. Análisis de correspondencia rectificado (DCA) de 28 UM con 385 aboles muestreados.

En total se censaron 385 individuos arbóreos, de los cuales resultaron 6 especies. La estructura diamétrica (DAP: diámetro a la altura del pecho) del arbolado de cada uno de los bosques anteriormente mencionados, se distribuye desde los 10 hasta los 85 cm (Figura 9).

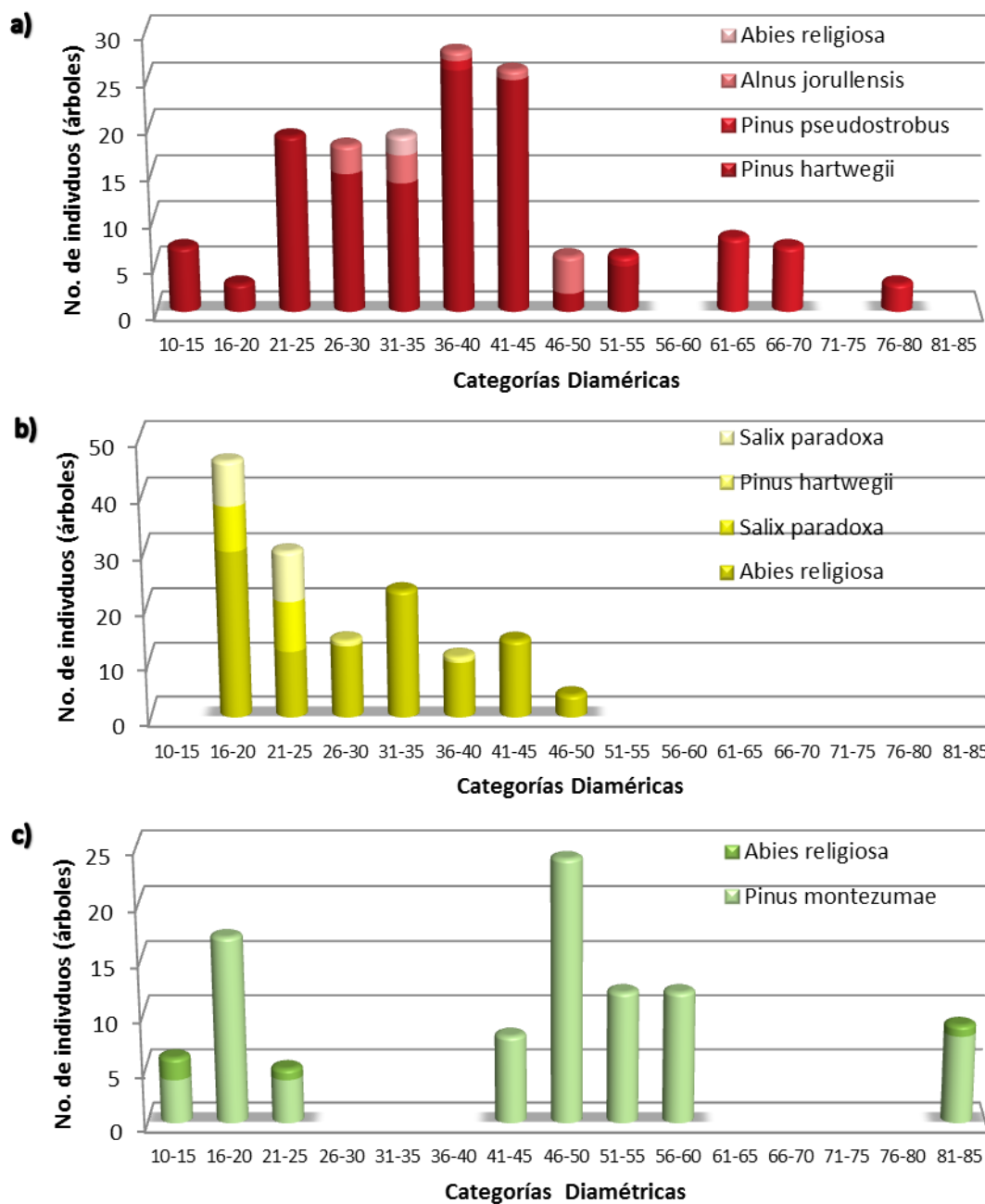


Figura 9. Distribución del arbolado por categorías diamétricas en el Nevado de Toluca.
a) bosque de *Pinus hartwegii*, b) bosque de *Abies religiosa* c) verde bosque de *Pinus montezumae*.

A. Bosque de *Pinus hartwegii*

Se localiza en la zona perimetral del volcán entre 3 400 y 4 200 m de altitud. La altura del arbolado tiene un intervalo amplio, que va de los 23 m o menos en los límites superiores a 12 m en el inferior. La cobertura generalmente es abierta (40%),

sobre todo hacia el límite con el pastizal y en aquellos sitios con pendiente de 7 a 40%. *Pinus hartwegii* (VI=100) es una especie dominante y en los límites inferiores puede presentarse asociado con *Alnus jorulensis*. *Pinus hartwegii* puede llegar a tener un valor de importancias de 60.95, presentando hasta 55% de cobertura, a una altitud de 3 400-3 450 m, en la vertiente sur del volcán.

B. Bosque de *Abies religiosa* (oyamel).

Tiene una distribución irregular, entre los 3 000 y 3 500 m de altitud y ocupa sitios protegidos o con orientación norte, en pendientes mayores de 40%, principalmente en la vertiente sur del volcán y en cerro Carela al norte. La especie dominante en el estrato arbóreo es *Abies religiosa*, excepto en sus límites de altitud superior e inferior donde aparecen otras especies arbóreas, tales como *Pinus hartwegii* y *Salix paradoxa*.

Como se puede observar en la figura 9-b, este bosque está compuesto en su mayoría por individuos jóvenes con muy pocos árboles que han alcanzado su madurez, lo cual es un efecto de la extracción de madera por rodales.

C. Bosque de *Pinus montezumae*.

El bosque de *Pinus montezumae* se localiza principalmente en la vertiente sur del cono volcánico entre los 3 050 y 3 218 m de altitud y en pendientes mayores de 15%. La especie dominante del estrato arbóreo es *Pinus montezumae* y a elevaciones más bajas compartió su valor de importancia con *Abies religiosa*.

D. Pradera Alpina

La pradera alpina se presenta aproximadamente entre los 3 900 y 4 200 m de altitud, en la cima del volcán Nevado de Toluca. Las especies de la familia poaceae dominantes son *Agrostis tolucensis*, *Calamagrostis tolucensis* y *Stipa constricta*, las cuales tienen un promedio de cobertura entre 65 a 80%. Este tipo de vegetación cubre terrenos un poco ondulados, con pendiente variables, menores de 40%. En los escarpes se asocia con *Juniperus monticola* y el estrato rasante presenta especies como *Arenaria bryoides*, *Castilleja tolucensis*, *Cerastium nutans*, *Draba jorullensis*, *D. nivicola*, *Plantago tolucensis* (Apendice 1).

Diversidad de especies

Considerando la biocenosis de los árboles, se puede observar en la tabla 5 que la abundancia de las especies decrece en saltos gradualmente, lo que da origen a una elevada diversidad (*sensu* Índice de Simpson $1-D= 0.73$) general del espacio arbolado en la zona de estudio. *Pinus hartwegii*, es la especie que presenta mayor número de individuos. Posteriormente se encuentra *Abies religiosa*. Estas especies y

las demás (*Pinus montezumae*, *P. pseudostrobus*, *Alnus jorullensis* y *Salix paradoxa*) son las que caracterizan a las diferentes comunidades vegetales descritas.

Tabla 5. Abundancia de las especies arbóreas y diversidad del área de estudio.

Especies (árboles)	Individuos	Proporción	Ab. Relativa	Probabilidad Conjunta
	ni	ni/N	(ni/N) x 100	(ni/N) ²
<i>Pinus hartwegii</i>	138	0.358442	35.844156	0.1285
<i>Abies religiosa</i>	112	0.290909	29.090909	0.0846
<i>Pinus montezumae</i>	85	0.220779	22.077922	0.0487
<i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>pseudostrobus</i>	21	0.054545	5.454545	0.0030
<i>Salix paradoxa</i>	17	0.044156	4.415584	0.0010
<i>Alnus jorullensis</i> subsp. <i>jorullensis</i>	12	0.031169	3.116883	0.0019
			Índice de Dominancia	0.27
			Índice de Simpson (1-D)	0.73

La tabla 6 muestra los valores de Índice de Simpson (1-D), así como el Índice de Dominancia de cada tipo de vegetación encontrada. Es evidente una disimilitud de los valores entre los tres tipos de vegetación determinados dentro del área de estudio.

Tabla 6. Índices de diversidad de los tipos de vegetación del Nevado de Toluca (excepto pradera alpina).

Tipos de vegetación	Especies (árboles)	Ind.	Proporción	Ab. Relativa	Probabilidad Conjunta	Índice de Dominancia	Índice de Simpson (1-D)
		ni	ni/N	(ni/N) x 100	(ni/N) ²		
Bosque de <i>Pinus hartwegii</i>	<i>Pinus hartwegii</i>	116	0.773333	77.333333	0.59804	0.62	0.38
	<i>Abies religiosa</i>	2	0.013333	1.333333	0.00018		
	<i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>pseudostrobus</i>	20	0.133333	13.333333	0.01778		
	<i>Alnus jorullensis</i> subsp. <i>jorullensis</i>	12	0.080000	8.000000	0.00640		
Bosque de <i>Abies religiosa</i>	<i>Pinus hartwegii</i>	22	0.150685	15.068493	0.02271	0.56	0.44
	<i>Abies religiosa</i>	106	0.726027	72.602740	0.52712		
	<i>Pinus pseudostrobus</i> var. <i>pseudostrobus</i>	1	0.006849	0.684932	0.00005		
	<i>Salix paradoxa</i>	17	0.116438	11.643836	0.01356		
Bosque de <i>Pinus montezumae</i>	<i>Abies religiosa</i>	4	0.044944	4.494382	0.00202	0.91	0.09
	<i>Pinus montezumae</i>	85	0.955056	95.505618	0.91213		

3. ASPECTOS FITOSANITARIOS

En datos brutos, prácticamente el 100% del arbolado muestreado presenta algún problema (Figura 10). El 31% de la masa forestal, principalmente *Pinus* sp., está afectada por el descortezador (*Dendroctonus* spp.) y el 19% contiene muérdago (*Arceuthobium* spp.). Además existen algunos especímenes con otros tipos de parásitos, tales como *Psittacanthus* sp. o injertos y *Cronartium* sp. los cuales provocan atrofia en los conos de los pinos.

Entre los daños físicos más frecuentes que afectan al arbolado están los siguientes: el mecánico (20%), probablemente asociados a la caída de árboles vecinos (ya sea naturales o por corte) y por la presencia de socavones en la base del tronco (ocoteo) (18%), presuntamente infligidos para obtener permisos de corte. Se registró una baja cantidad árboles muertos (5%) en pie y otros presentaron huellas de quemaduras profundas en ciertos especímenes. Aunque se procuró muestrear sitios mas o menos bien conservados fuera de las vías de comunicación, se observaron cierto número de tocones (124 individuos), donde el mayor número de ellos ocurrió en el bosque de *Pinus montezumae*

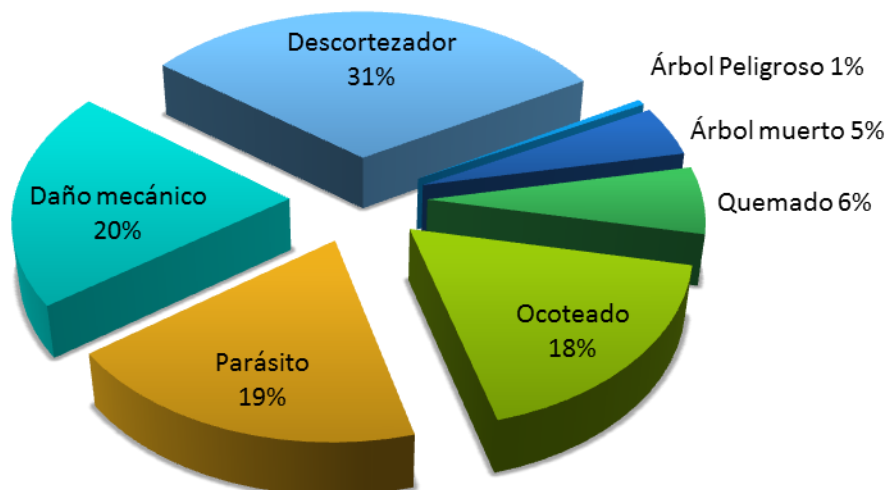


Figura 10. Estado fitosanitario del arbolado del parque nacional Nevado de Toluca.

Por otra parte, en las unidades de muestreo se encontraron algunos árboles jóvenes y plántulas (103), de las especies propias del bosque tal como *Pinus*, *Abies*, *Salix* y *Alnus*. La regeneración de los bosques del PNNT, está integrada por plántulas con una densidad media (8 individuos cada 300 m²) distribuida de manera irregular, donde la mayor parte se encontró en el bosque de *Pinus hartwegii*. (Figura 11).

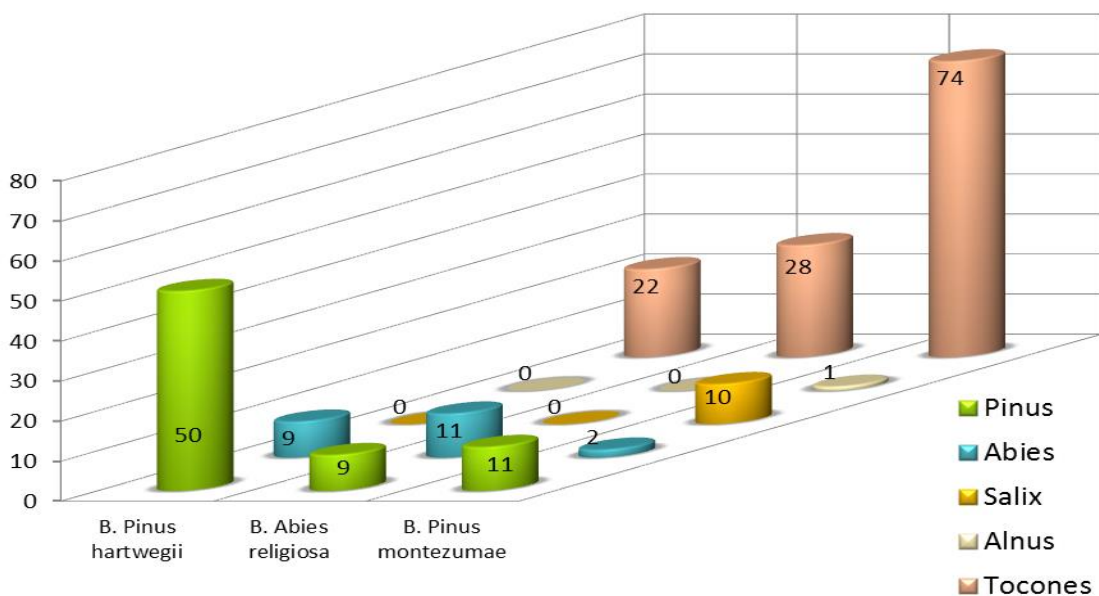


Figura 11. Densidad de plántulas y tocones en los tres tipos de vegetación del PNNT.

DISCUSIÓN

1. Flora

En el PNNT cinco de las 50 familias registradas contienen el 52% de las especies recolectadas, aspecto normal en los bosques templados de la Faja Volcánica Transmexicana (Tolmatschew 1971; Sánchez-González *et al.* 2006). Dos de ellas, Asteraceae y Poaceae, son a su vez las más importantes en el país y tienen un amplio abanico de adaptaciones prácticamente a todos los ambientes (Villaseñor 2004). Sin embargo, tres de las familias más exitosas en el área de estudio (Caryophyllaceae, Rosaceae y Apiaceae), constituyen el sello particular de la flora de alta montaña en el país, ya que coinciden los contenidos florísticos encontrados en otros edificios volcánicos del centro de México (Sánchez-Calanca, 2003, Almeida *et al.*, 2004 y Almeida *et al.*, 2007) y no se observan en el el espectro nacional (*sensu* Rzedowski 1991). Al parecer, en estas últimas familias radica las mayores adaptaciones criófilas (Daubenmier 1979). Al tiempo, la flora local muestra un elevado porcentaje de hemicriptófitos y camefitos (Figura 6), aspecto descrito como normal para los bosques y pastizales de altas montañas en el mundo, América y en México (Almeida *et al.* 1994; Braun-Blanquet 1979; Luna-Vega 2008; Rzedowski 2006), donde el pastizal alpino se caracteriza por la sobre-representación de caméfitos y los bosques subalpinos por hemicriptófitos. En los bosques subalpinos, los fanerófitos son escasos florísticamente, pero las pocas especies existentes suelen presentar coberturas cerradas a interrumpidas que, justamente, caracterizan al sistema vegetal forestal que sobreviven abajo del límite de congelación de suelos tal como los bosques de *Abies* y *Pinus* spp.

(Rzedowski 2006). El pastizal de gramíneas macolladas forma un gradiente entre la parte alpina, el bosque de *Pinus hartwegii* y los bosques de *Pinus* spp. Este gradiente, condicionado por factores ecológico (congelamiento de suelos, fuego), es seguramente afectado por aspectos de origen antrópico como cambio climático, contaminantes, control de fuego, explotación, etc. (Rzedowski *et al.* 2001).

La riqueza florística encontrada en el PNNT es superior a la registrada en otras zonas alpinas y subalpinas de México, tales como el cerro Tlaloc en Sierra Nevada (Sánchez-González *et al.*, 2006), cimas de la Sierra Madre Occidental (Ruancho-González *et al.* 2013) (175 spp) y Cerro Potosi en el interior de la sierra Madre Oriental (95 spp) (García-Arévalo y Gonzalez Elizondo 1991). Sin duda alguna, esta riqueza florística es producto de la posición geográfica del VNT como límite de dos provincias fitogeográficas, una de las cuales, la cuenca del río Balsas, es mucho más húmeda, heterogénea y por tanto más rica en especies que la otra que mira al lado continental. Esta riqueza de plantas seguramente podría aumentar simplemente con abrir el muestreo a las zonas menos exploradas (por inaccesibles) en las vertientes este y oeste del edificio volcánico o bien, aumentaría significativamente si se incluyesen las floras existentes por debajo de la cota de los 3 000 m s.n.m., hasta la base del cono volcánico en la vertiente sur (Coatepec Harinas a los 2 270 m s.n.m.), donde existen bosques de *Pinus*, *Quercus* y bosque mesófilo de montaña; este último considerado por numerosos autores como el más rico por unidad de área (Villaseñor 2010; Ruíz-Jiménez *et al.* 2012).

La flora de alta montaña (por arriba de los 3 000 m) es resultado de diferentes tiempos y espacios de origen, mecanismos de dispersión y de sus propias

adaptaciones paleoecológicas (De Luna 1985; Rzedowski 1991; Qian 1999; Luna-Vega 2008). Así como, por las condiciones físicas sumamente restrictivas. Todo esto da como resultado que tenga una riqueza relativamente baja en comparación a otros tipos de vegetación más termófilos (McDonald *et al.* 2011). Por ello, esta flora subalpina destaca por tener el más alto nivel de endemismos estrictos por unidad de área (sobre todo la alpina), los cuales son un relictos de épocas glaciares Plio-Pleistocénicas y han tenido un proceso de especiación de tipo insular (Rzedowski 1998 y Suárez-Mota *et al.* 2013). Por tanto no es de extrañar que el 53 % de la flora encontrada en la zona sea endémica a México y este número aumente a 72 %, si consideramos los límites biológicos de megaméxico 1, 2 y 3 (*sensu* Rzedowski 1991). Dentro de este porcentaje el 19% corresponde a especies endémicas de la Faja Volcánica Transmexicana y el 20% de las especies se comparten en con otras zonas de alta montaña de la región central de México (Sánchez-Calanca 2003; Almeida 2004; Sánchez-González *et al.* 2006; Almeida 2007). Este aspecto fitogeográfico es semejante a lo encontrado en los musgos (Delgadillo 1971).

Delgadillo (*op. cit.*) opina que ha habido un intercambio florístico entre las áreas alpinas de la Faja Volcánica Transmexicana, lo que se demuestra por el elevado número de especies compartidas e incluso varias se comparten con otros edificios montañosos de América y del país (McDonald *et al.* 2011).

2. Vegetación

Además de la composición florística descrita, los bosques de la zona de estudio guardan la estructura propia de estos sistemas montañosos y forman un complicado mosaico donde los límites de cada asociación vegetal son relativamente fáciles de definir debido al recambio rápido de especies indicadoras. Prácticamente todos los bosques alpinos y subalpinos de la Faja Volcánica Transmexicana guardan la misma disposición altitudinal y estructural encontrada (bosque de *Pinus hartwegii*, bosque de *Abies religiosa* y bosque de *Pinus montezumae*), aunque en los conos continentales con menos humedad, el piso altitudinal de *Abies religiosa* es sustituida por *Pinus hartwegii* (v.gr. el cono Jocotitlan, Edo. Méx.) (González-Trapaga 1986; Álvarez del Castillo 1987; Almeida *et al.* 1994; Villers-Ruíz *et al.* 1998; Sánchez-Calanca 2003; Franco *et al.* 2006)

La técnica de clasificación (AC) permitió distinguir 3 tipos principales de vegetación de acuerdo a su semejanza florística (Figura 8), mientras que las técnicas de ordenación (DAC) de la vegetación sugieren que en el PNNT, la composición florística y estructura de las comunidades están relacionadas principalmente por el gradiente altitudinal (un parámetro multifactorial que implica temperatura y precipitación, luminosidad, etc) y por las condiciones mesotopográficas (humedad del suelo) (Apendice 1, Figura 8 y Figura 9). La altitud es uno de los factores que afecta directamente el crecimiento vegetal y está relacionada a la precipitación y, en la zona alpina, con la dinámica del agua-hielo del suelo (Daubenmire 1979), los cuales dan la pauta a los procesos ecológicos particulares (Almeida *et al.* 1994; Sánchez y López 2003).

Estos factores físicos restringen agudamente la presencia taxonómica donde unas cuantas especies mantienen alta abundancia (Tolmatschew 1971); sin embargo, la diversidad considerada aplicado al grupo de plantas fanerofitas (árboles) ($1-D= 0.73$), aparece alta como producto combinado de las sinucias y, es baja cuando cada una se considera por separado (Tabla 6), tal como se observa en estudios con muestreo preferencial (Sánchez-González *et al.* 2005) donde hay una especie dominante y pocos representantes de las especies raras. La baja diversidad de especies leñosas se relaciona en estos casos con las condiciones de la altitud y la humedad del área que impone séveras condiciones a la sobrevivencia de la mayoría de las especies. El valor más bajo ($1-D=0.0.91$; $D=0.2$) corresponde a un bosque en el que *P. montezumae* es el elemento dominante casi absoluto (Tabla 5 y 6).

3. Impacto y conservación

Aunque en lo general se encontró que las masas forestales en el PNNT aun presentan un alto valor biológico para la conservación, debido a que guardan las proporciones florísticas y ecológicas normales para el gradiente de alta montaña y que existe un contingente de especies endémicas e incluso algunas protegidas por leyes federales, el censo fitosanitario, arrojó resultados alarmantes. No se encontró ningún sitio sin la presencia de tocones. La cobertura en la mayor parte del terreno recorrido está abierta artificialmente, al menos, entre un 25% y 60% e incluso se observa en fotografía aérea numerosos claros cubiertos por pastizal (Figura12). Grandes áreas están cubiertas de matorral secundario constituidos principalmente de *Baccharis* sp. y en otras existen bosquecillos secundarios de *Alnus* sp. El mal manejo del fuego, la tala de árboles para saneamiento o comercial, presencia de ocoteo (daño mecánico en la base de los troncos) y el pastoreo sin control están entre los principales factores humanos que impiden un desarrollo natural de los bosques en la localidad y han hecho que estos sean susceptibles al ataque de enfermedades, plagas y a otros daños (Madrigal 1991).

Con base en los datos que se presentan en la figura 10, se observa que al menos 50% del arbolado muestreado poseen evidencia de infestación, en diferentes grados, tanto por descortezadores del genero *Dendroctonus* spp., como de barrenadores y muérdago. Algunas especies depredadoras (*Arceuthobium globosum*, *A. vaginatum*, *A. abietis-religiosae* y *Psittacanthus schiedeanus*) parasitan las partes leñosas de los arboles y aparentemente son sumamente favorecidas por el aclareo de monte (Ramírez-Dávila y Porcayo-Camargo 2009; Queijeiro-Bolanos *et al.* 2011).

El impacto ambiental se observa también por la presencia de un contingente (19 %) de flora sinantrópica. La proporción entre plantas silvestres y sinantrópica en el PNNT concuerda a la reportada para otras zonas templadas del país, donde se llega a tener desde un 15% a un 50% (Espinosa-García *et al.* 2004). La presencia de esta flora es prácticamente omnipresente en todas las comunidades naturales del país (Espinosa-García *et al.* 2004 y Valdez 2008) y, aunque el PNNT aun tiene una baja población humana; las actividades turísticas, de explotación forestal y control de incendios (por la formación de veredas) han permitido la entradas de este contingente de plantas.

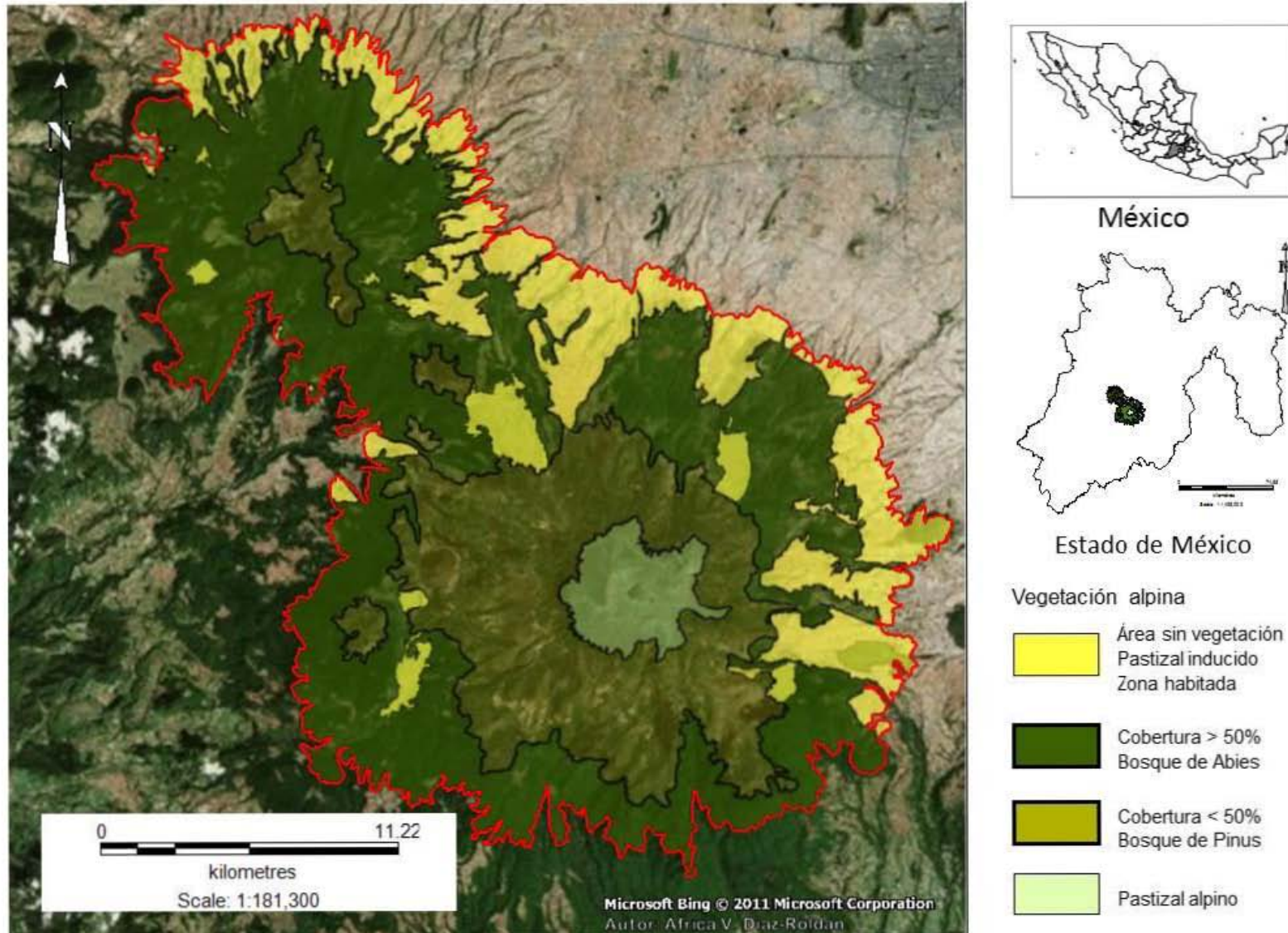


Figura 1. Mapa de Cobertura de la vegetación principal de el Parque Nacional Nevado de Toluca.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

De acuerdo a lo indicado en los apartados anteriores, la realización y la información recopilada de este trabajo, constituye un registro de cuales agentes afectan la vegetación y flora del parque, brindando información suficiente para ser utilizada en la planeación del uso de los suelos forestales del área y pueda formar parte de una herramienta más para la gestoría y manejo del parque.

A pesar de que la zona de estudio se encuentra como área natural protegida (ANP), está rodeada prácticamente de zonas agrícolas y urbanizadas, las cuales auspician una presión sobre los recursos forestales que han favorecido las numerosas aperturas de la masa forestal.

La continua actividad de la destrucción de la cubierta vegetal se traduce en un creciente proceso de fragmentación y representa un serio revés, debido al cambio de uso del suelo, para los servicios ecosistemicos que se ofrecen y que son primordiales para la sociedad en las grandes ciudades de Toluca y México, tales como: la fijación de carbono, la protección y cubrimiento de suelos, la provisión de agua de calidad y cantidad adecuada y la belleza estética.

Otros daños derivados de impactos antrópicos, que se han observado en el transcurso del estudio, son la manifestación de plagas y enfermedades forestales; cambios en el uso del suelo, de forestal a agrícola y la incidencia de incendios forestales.

A pesar del gran porcentaje de áreas fragmentadas y problemas fitosanitarios mencionados, la riqueza florística es elevada si se le compara con otras regiones similares. En la región existe un contingente de especies con alto valor para la conservación y el bosque aun guarda una buena estructura ecológica. Estos valores mencionados, aunados con los servicios ecosistémicos que provee el edificio volcánico (filtración de agua, recursos forestales y paisajísticos), permiten indicar la acuciante necesidad de que se aplique una gestoría de restauración y conservación urgente.

Expuesto lo anterior, es necesario sistematizar los esfuerzos a nivel federal, estatal y municipal para explorar las posibilidades reales de conservación, tomando en cuenta las distintas características de cada región y de cada comunidad, aplicando así acciones precisas y decisivas y respetando la legalidad regional. Si bien, ya se han empezado a realizar esfuerzos para ello, incluyendo la última propuesta de modificación de Parque Nacional a la categoría de Área de Protección de la Flora y la Fauna (CONANP 2013), es necesario tomar en cuenta todos los traslapes entre la actuación de cada ley y/o artículo relacionado a las Áreas Naturales Protegidas y los actores y receptores involucrados (Valdez 2008). Es importante que se sigan mejorando y ampliando los programas de protección, conservación y aprovechamiento de los recursos existentes en PNNT.

RECOMENDACIONES

Es importante continuar con estudios florísticos y ecológicos en esta área que permitan monitorear el impacto de las distintas políticas de gestión, las cuales deben abarcar no solo temas de vegetación, flora y/o urbanismo, sino también se deben incluir temas relacionados al uso sustentable de los recursos naturales de esta región, centrando la atención en especies de interés económico e indicativas de un daño al ambiente biótico y abiótico; que a su vez beneficien los servicios ecosistémicos y puedan aplicar a escala regional y local.

Por lo tanto el establecimiento de programas de manejo que involucren a los habitantes locales ayudará a frenar las actividades ilícitas y no sustentables en el tráfico de madera. Al involucrar a la población en las actividades de manejo, estas adquirirán conciencia respecto al efecto negativo de la explotación no regulada del recurso, coadyuvando a la conservación de los recursos naturales de la zona y de esta manera mantener la cobertura vegetal del bosque templado; permitiendo su regeneración.

Por sus características topográficas y la geografía misma del parque y ya que el agua es un tema de importancia local y regional, en donde los beneficiarios de los servicios ambientales son fácilmente identificables, se recomienda promover programas de pago por servicios ambientales hidrológicos locales, para garantizar la conservación de los ecosistemas de la región, al mismo tiempo que se mejoran las condiciones de recaudación del municipio por concepto de agua.

La calidad escénica del paisaje es afectado por los procesos de deforestación, los cambios en el uso de suelo y los incendios, por lo que se recomienda crear programas donde se usen instrumentos económicos para la administración y el mantenimiento del parque, tal es como: programas de educación ambiental, turismo, vigilancia y control, recuperación y restauración del ecosistema.

Con respecto a la calidad y sanidad del arbolado se sugiere que se elabore un plan de actividades y acciones que controlen y prevengan la presencia de plagas y enfermedades, el cual tendrá que llevar como mínimo, lo siguiente:

- Programas de reforestación (de acuerdo a la Ley General de Vida Silvestre (Semarnat 2012) para cerrar espacios afectados por diferentes efectos humanos.
- Programación de recorridos sistemáticos para evaluación y seguimiento en la detección de plagas y enfermedades.
- La elaboración de un manual de procedimientos para la identificación y atención de contingencias por plagas y enfermedades forestales.
- Llevar a cabo actividades de saneamiento de plagas y enfermedades: quemas, uso de químicos, control biológico.

LITERATURA CITADA

- Aceves-Quesada, F., Martín del Pozzo, A. L. y J. López Blanco. 2006. Determinación de peligros volcánicos aplicando técnicas de evaluación multicriterio y SIG en el área del Nevado de Toluca, centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 23 (2): 113-124.
- Aguilar-Zamora, V. 2007. Diagnóstico del Parque Nacional Nevado de Toluca con base en unidades de paisaje. Tesis de Maestría en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 100 pp.
- Almeida, L., Cleef, A.M., Herrera, A., Luna I. y A. Velázquez. 1994. El zacatonal alpino del volcán Popocatepetl, México, y su posición en las montañas tropicales de América. *Phytocoenologia* 22 (3): 391-434.
- Almeida, L., J. G. Azcárate, A. M. Cleef y A. González Trápaga. 2004. Las comunidades vegetales del zacatonal alpino de los volcanes Popocatepetl y Nevado de Toluca, región central de México. *Phytocoenologia* 34(1): 91–132.
- Almeida, L., Escamilla, M., Giménez de Azcárate, J, González, A. y A. Cleef. 2007. Vegetación alpina de los volcanes Popocatepetl, Iztaccíhuatl y Nevado de Toluca. *In*: Luna, I. Morrone, J.J. y D. Espinosa, eds. Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. p: 179-198
- Álvarez del Castillo, C. 1987. La vegetación de la Sierra del Ajusco. Departamento de Prehistoria, Instituto Nacional de Antropología e Historia. Cuaderno de Trabajo 33. México, Distrito Federal. 74 pp.
- Bezaury-Creel, J. E. 2009. El Valor de los Bienes y Servicios que las Áreas Naturales Protegidas Proveen a los Mexicanos. The Nature Conservancy Programa México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 32pp.
- CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. En <http://www.cites.org/esp/index.php>, última consulta: 1 de julio de 2012.
- Ceballos, G. 2011. Propuesta de recategorización y decreto del Parque Nacional Nevado de Toluca. Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Estado de México. H., Ayuntamiento de Toluca. México 83 pp.
- CETENAL, 1976. Nevado de Toluca. E14A47. Tercera edición. CETENAL Carta uso de suelo. Escala 1: 50 000.
- Crisci, J.V. y M. F. López-Armengol. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Mongor. Ci. Serie Biología 26. OEA. Washington, D. C. 132 pp.
- Colón-Tellez, L. 1987. Estudio Florístico ecológico de los hongos (macromicetos) en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura. En Biología.

Escuela Nacional de Estudios Superiores Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 96 pp.

- CONABIO Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. Regiones Terrestres Prioritarias de México. En: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_109.pdf, última consulta: 5 mayo de 2013.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Áreas Protegidas decretadas. En: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/, última consulta: 30 noviembre de 2012.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2013. Estudio Previo Justificativo para la Modificación de la Declaratoria del Parque Nacional Nevado de Toluca, ubicada en el Estado de México, México. 123 páginas.
- Cottam G. 1949. Phytosociology of an Oak Wood in South-Western. Wisconsin. Ecology 30: 271-287.
- Curtis J.T. y R.P. McIntosh. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology 31:434–455.
- Daubenmire, R. 1979. Ecología Vegetal. Limusa. Tercera Edición. México. 496 p.
- Delgadillo, M. C. 1971 Phytogeographic studies on alpine mosses of Mexico. The Bryologist 74: 331-346
- De Luna, G., E. 1985. Afinidades fitogeográficas de los musgos de los extremos del Eje Neovolcanico, México. Biotica 10: 235-255.
- Departamento Forestal y de Caza y Pesca. 1936. Decreto que declara Parque Nacional el “Nevado de Toluca”. Diario Oficial de la Federación (DOF). publicado el 25 de enero de 1936.
- Dirzo, R y P. H. Raven. 1994. Un inventario biológico para México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 55: 29-34.
- Espinosa-García, F.J., J.L. Villaseñor y H. Vibrans. 2004. The rich generally get richer, but there are exceptions: Correlations between species richness of native plant species and alien weeds in Mexico. Diversity and Distributions 10: 399-407.
- Espinosa-Rodríguez. L. M. 2001. Geomorfología del Nevado de Toluca, México. Tesis de Maestría en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México. 159 pp.
- Franco, M. S., H. H. Regil García y J. A. B. Ordoñez. 2006. Dinámica de perturbación–recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca. Madera y Bosques 12(1): 17–28.
- García-Arévalo, A. y González-Elizondo, S. 1991. Flora y vegetación de la cima del cerro Potosí, Nuevo León, México. Acta Botánica Mexicana 13: 53-74.
- García-Calderón, C. N. E. 2011. Los ecosistemas como factor geográfico de distribución de los suelos. *In*: Krasilnikov, P., Jiménez-Nava, F.J., Reyna-Trujillo,

- T., y N.E. García-Calderón, eds. Geografía de suelos de México. UNAM, Facultad de Ciencias p 99-118.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie Libros No 6, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. 90pp.
 - García del Valle, L. 1999. Evaluación forestal del Nevado de Toluca, Estado de México. Tesis de Maestría en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 85 pp.
 - García-Palomo, A., Macías, J.L., Arce, J.L., Capra, L., Garduño, V.H., y Espíndola, J.M., 2002, Geology of Nevado de Toluca Volcano and surrounding áreas, central Mexico. Geo. Soc. Amer. Map. & Chart Ser, MCH089. 26 pp.
 - González-Trapaga, M A. 1986. Descripción y aspectos fitogeográficos de la vegetación alpina del Nevado de Toluca, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 124 pp
 - Hayama-Tsutsumi, M. L. M. 1971. Estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas del Nevado de Toluca, Edo. de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 70 pp.
 - Hopkins, B. 1955. The species-area relations of plant communities. *Journal of Ecology* 43:409-426
 - IUCN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. En <http://www.iucnredlist.org/>, última consulta: 1 de julio de 2012
 - Krebs, C.J. 1985. *Ecología: Estudio de la Distribución y Abundancia*. Harla, México, D.F. 753 p.
 - Lot, A. y F. Chiang C. (Comp.). 1986. *Manual de Herbario*. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México D.F. 142 pp.
 - López-Barajas, R. 1987. Evaluación de los daños causados por pudriciones del duramen en oyamel (*Abies religiosa* H.B.K.) Schlecht et Cham. en el ejido Loma Alta, Nevado de Toluca, Zinacantepec. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 35 pp.
 - Luna, P., Montero A. y Junco R. Junco (coords.) 2009. *Las aguas celestiales. Nevado de Toluca*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 174pp.
 - Luna-Vega, I. 2008. Aplicaciones de la biogeografía histórica a la distribución de las plantas mexicanas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79 (1): 217-241.
 - Macías, J. L. 2005. Geología e historia eruptiva de algunos de los grandes volcanes activos de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 57: 379-424.

- Madrigal, U. D., 1991 Distribución del impacto ambiental en los bosques de *Pinus hartwegii* del Nevado de Toluca. Memoria. 3er. Encuentro de geógrafos de América Latina. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Matteucci, S.D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Organización de los Estados Americanos. U. S. A. 168 pp.
- McDonald, J.A., Martínez J. y Nesom G.L. 2011. Alpine flora of Cerro Mohinora, Chihuahua, Mexico. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 5: 701-705
- Missouri Botanical Garden. Tropicos. En <http://www.tropicos.org/>, última consulta: 1 de julio de 2012.
- Muller-Dombois, D. y H. Ellenberg, 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley & Sons. New York, 139-176 p.
- Pronatura México A.C. Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México. 2009. Principales amenazas para la vegetación natural del Estado de México, causas subyacentes, actores y posibles soluciones. México 71pp.
- Queijeiro-Bolanos, M. E., Cano-Santana, Z. y Castellanos-Vargas, I. 2011. Distribución diferencial de dos especies de muérdago enano sobre *Pinus hartwegii* en el área natural protegida "Zoquiapan y Anexas", Estado de México. *Acta Botanica Mexicana* 96: 49-57.
- Qian H. 1999. Floristic analysis of vascular plant genera of North America north of Mexico: Characteristics of phytogeography. *Journal of Biogeography* 26: 1307-1321.
- Ramírez-Dávila, J.F. y Porcayo-Camargo, E. 2009. Estudio de la Distribución espacial del muérdago enano (*Arceuthobium* sp.) En el Nevado de Toluca, México, utilizando el Método del SADIE. *Madera y Bosques* 15(2): 93-112.
- Rojas-Merced, E. E., M. E. Valdez-Pérez, P. Mireles-Lezama, A. Reyes-Enríquez, y J. Pastor-Medrano 2007. Estimación de la producción de agua Superficial del Parque Nacional Nevado de Toluca, para el año 2006. *Quivera* 9: 159-176.
- Ruancho-González, L, González-Elizondo, S., González-Elizondo, M. y López-González C. 2013. Diversidad florística en cimas de la Sierra Madre Occidental, México, y su relación con variables ambientales. *Botanical Sciences* 91 (2): 193-205.
- Ruiz-Jiménez, C. A., Téllez-Valdés, O., y Luna-Vega, I. 2012. Clasificación de los bosques mesófilos de montaña de México: afinidades de la flora. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83 (4): 1110-1144.
- Rzedowski, J., 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botanica Mexicana*., 14:3-21.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) *Diversidad biológica de México:*

orígenes y distribución. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 129-145

- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1406 pp.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 505 pp.
- Sánchez-Calanca, R. J. 2003. Estructura de la vegetación arbórea y listado florístico de un área protegida en el volcán Iztaccíhuatl. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias. Universidad de las Américas Puebla.
- Sánchez-González, A., López-Mata L. y Granados-Sánchez D. 2005. Semejanza florística entre los bosques de *Abies religiosa* (H.B.K.) Cham. & Schtdl. de la Faja Volcánica Transmexicana. Boletín del Instituto de Geografía 56: 62-76.
- Sedue. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación (DOF). Última reforma publicada el 04 de junio de 2012.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Semarnat. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2012. Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación (DOF), miércoles 06 de junio de 2012.
- SMN. Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas por Estación. En:
http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75, última consulta: 1 de noviembre de 2012.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163:688
- Squeo, F. A., L. A. Cavieres, G. Arancio, J. E. Novoa, O. Matthei; C. Marticorena, R. Rodríguez, M. T. K. Arroyo y M. Muñoz. 1998. Biodiversidad de la flora vascular en la Región de Antofagasta, *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 571-591.
- Suárez-Mota, M. E., Téllez-Valdés O. Lira-Saade R. y J. L. Villaseñor. 2013. Una regionalización de la Faja Volcánica Transmexicana con base en su riqueza florística. *Botanical Sciences* 91 (1): 93-105.
- Tolmatschew, A. I. 1971, Über einige quantitative wechselbeziehungen der foren der erde (Some quantitative correlations of the floras of the world), *Feddes Repertorium* 82:343-356.
- Valdez, M. E. 2008. Diagnóstico Integrado para el Ordenamiento Ecológico Territorial del Parque Nacional Nevado de Toluca, Estado de México. Tesis de

- Maestría, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México. 171 pp.
- Vargas, M. F. 1997. Parques Nacionales de México. Volumen I: Zonas Centro, Occidente y Oriente. Instituto Nacional de Ecología. México 343 pp.
 - Vela-Gálvez, L., J.C. Boyas-Delgado, A. Hernández Reyna, A. Mancera-Orozco, A. Rodríguez-Ángeles, 1976. El Nevado de Toluca. *Ciencia Forestal* 1(4): 53-61.
 - Vidal-Zepeda, R. 2005. Las regiones climáticas de México. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Colección. Temas Selectos de Geografía de México, México. 213 pp.
 - Villaseñor, J. L.: 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 105-135
 - Villaseñor, J. L. 2010. El bosque húmedo de montaña en México y sus plantas vasculares: catálogo florístico-taxonómico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Universidad Nacional Autónoma de México. 40 pp.
 - Villaseñor, R., J.L. y F.J. Espinosa. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México. D. F. 449 p.
 - Villaseñor, J.L., y F.J. Espinosa-García. 2004. The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions* 10:113-123
 - Villalpando-Barriga, O. K. 1968 Algunos aspectos ecológicos del volcán Nevado de Toluca. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias-UNAM. 36 pp.
 - Villers-Ruiz, L. y J. López-Blanco. 1985. Evaluación del uso agrícola y forestal del suelo en la Cuenca del Río Temascaltepec, Nevado de Toluca. *Investigaciones Geográficas*. 31:69-92.
 - Villers-Ruiz, L., L. García del Valle y J. López-Blanco. 1998. Evaluación de los bosques templados en México: Una aplicación en el Parque Nacional Nevado de Toluca. *Investigaciones Geográficas*. 36:7-19.
 - Vovides, A. P., V. Luna y G. Medina, 1997. Relación de algunas plantas y hongos mexicanos raros, amenazados o en peligro de extinción y sugerencias para su conservación, *Acta Botánica Mexicana*, 39: 1-42.
 - Zuñiga-Soto, S. N. 2006. Diagnóstico del estudio de la vegetación en el Parque Nacional Nevado de Toluca, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México 65 pp.

Apéndice 1: Lista Florística

Id=Número indicador: ***1**= Villalpando-Barriga 1968, ***2**=Almeida *et al.* 2004, ***3**=Almeida *et al.* 2007

F.B.=Forma biológica: **Tr**=Terófito, **Cp**=Criptófito, **Hc**=Hemicriptófito, **Cm**=Caméfito, **Fc**=Arbusto, **Fe**=Árbol, **Ep**=Epífitos, **Pr**=Parásitas, **L**=Liana

Vegetación: **BP**=Bosque de *Pinus*, **BA**=Bosque de *Abies*, **Mixto**, **Otros**, **PA**=Pradera Alpina.
Abundancia Relativa: **1**=Muy escaso, **2**=Escaso, **3**=Regular, **4**=Abundante, **5**=Muy abundante.

Distribución geográfica: **Cos**=Cosmopolita, **A**=América, **NA-M**=Norteamérica, **M-CA**=México a Centroamérica, **M-SA**=México a Sudamérica, **M1**=Megaméxico1, **M2**=Megaméxico2, **M3**=Megaméxico3, **E-FVT**=Endémico del Faja Volcánica Transmexicana, **DA**=Distribución en Alta montaña.

Comportamiento: Flora sinantópica- **Int**=Introducidas, **Mal**=Malezas, **Rud**=ruderales, **Arv**=Arvense, **+**=Presentes en catálogo de malezas de Villaseñor y Espinosa (1998), **Flora natural**-Espacios vacíos, **Dis**= Plantas recurrentes (aquellas plantas propias del bosque que son favorecidas por condiciones de disturbio), **Rup**=Rupícola.

Id	Familia / Especie	F. B.	Vegetación					Distribución	Comportamiento
			BP	BA	Mixto	Otros	PA		
	Polypodiophyta								
	Aspleniaceae								
1	<i>Asplenium castaneum</i> Schldtl. & Cham.	Hc	1	1	1			M-SA	
2	<i>Asplenium hallbergii</i> Mickel y Beitel	Hc		2				M2	
3	<i>Asplenium monanthes</i> L.	Hc		2	4	1		Cos	
4	<i>Asplenium polyphyllum</i> Bertol.	Hc		2				M-SA	
	Dennstaedtiaceae								
5	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn var. <i>feeii</i> (W.Schaffn. ex Fée) Maxon	Cp			2			M3	
	Dryopteridaceae								
6	<i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.	Hc		2				Cos	
7	<i>Elaphoglossum sartorii</i> (Liebm.) Mickel	Hc		2				M	
8	<i>Polystichum speciosissimum</i> (A. Braun ex Kunze) Copel.	Hc		4				M-CA	
	Polypodiaceae								
9	<i>Pleopeltis madrensis</i> (J.Sm.) A.R. Sm. & Tejero.	Hc / Cm	2		4			M	
10	<i>Terpsichore spathulata</i> A.R. Sm.	Hc	1					M-CA	

Id	Familia / Especie	F. B.	Vegetación					Distribución	Comportamiento
			BP	BA	Mixto	Otros	PA		
	Pteridaceae								
11	<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	Hc		2	2			M-SA	
	Woodsiaceae								
12	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	Hc	1					Cos	
	Pinophyta								
	Cupressaceae								
13	<i>Juniperus monticola</i> Martínez var. <i>monticola</i> ^{a-b}	Fc					2	E-FVT	
	Pinaceae								
14	<i>Abies religiosa</i> (Kunth) Schldl. & Cham. ^b	Fe		5	4	3		M2	
15	<i>Pinus maximoi</i> H.E. Moore ^b	Fe				4		M2	
16	<i>Pinus hartwegii</i> Lindl. ^b	Fe	5		3			M2	
17	<i>Pinus montezumae</i> Lamb. ^b	Fe	5	1	2			M2	
18	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. var. <i>pseudostrobus</i> ^b	Fe		4				M2	
	Magnoliophyta								
	Magnoliopsida								
	Apiaceae								
19	<i>Arracacia rigida</i> J.M. Coult. & Rose	Cp		2				M-SA	
20	<i>Arracacia toluensis</i> (Kunth) Hemsl.	Cp			1			M-SA	Arv +
21	<i>Eryngium proteaeflorum</i> F. Delaroche	Cm				3		E-FVT y DA	
22	<i>Oreomyrrhis orizabae</i> I. M. Johnst.	Hc	3					E-FVT y DA	
23	<i>Oreomyrrhis toluensis</i> I. M. Johnst.	Cp	3					E-FVT y DA	
24	<i>Rhodosciadium toluense</i> (Kunth) Mathias	Cp	3					E-FVT	+
25*2	<i>Tauschia alpina</i> (J.M. Coult. & Rose) Mathias	Hc						E-FVT y DA	
	Asteraceae								
26	<i>Ageratina glabrata</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Fc		4	4			M	
27	<i>Ageratina maireriana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob.	Fc		2				M-CA	
28	<i>Ageratina parayana</i> (Espinosa) B.L. Turner	Fc		3				E-FVT	
29	<i>Ageratina prunellifolia</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Hc	1	1		1		M-SA	

Id	Familia / Especie	F. B.	Vegetación					Distribución	Comportamiento
			BP	BA	Mixto	Otros	PA		
30	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Fc			3			M	Dis +
31	<i>Baccharis veneta</i> Kunth	Cm	1					M-CA	
32	<i>Bidens ostruthioides</i> (DC.) Sch. Bip.	Cm		4				M-CA	
33	<i>Bidens triplinervia</i> Kunth	Cm	4			1		M-SA	Dis +
34	<i>Cirsium ehrenbergii</i> Sch. Bip.	Hc			1	3		M	Dis
35 ^{*1}	<i>Cirsium nivale</i> (Kunth) Sch. Bip.	Hc						E-FVT y DA	
36	<i>Conyza coronopifolia</i> Kunth	Cm				1		M-SA	Via / Arv +
37 ^{*2}	<i>Conyza schiedeana</i> (Less.) Cronquist	Cp						M3 y DA	Dis
38 ^{*1}	<i>Cotula pygmaea</i> Poir.	Cp						M-SA, E-FVT y DA	
39	<i>Dahlia rudis</i> Sørensen	Cm	3					E-FVT	
40 ^{*2}	<i>Erigeron galeottii</i> (A. Gray) Greene	Cm						M	Via +
41 ^{*3}	<i>Gamochaeta standleyi</i> (Steyerm.) G.L. Nesom	Hc			1			M-CA	
42	<i>Gnaphalium brachypterum</i> DC.	Hc		1				M-CA y E-FVT	
43 ^{*1}	<i>Gnaphalium lavandulaceum</i> DC.	Cm				1		E-FVT y DA	
44	<i>Gnaphalium liebmannii</i> Sch. Bip. ex Klatt var. <i>liebmannii</i>	Cm						M-CA	+
45	<i>Gnaphalium nubicola</i> I. M. Johnst.	Fc				1		M1, E-FVT y DA	
46 ^{*1}	<i>Gnaphalium popocatepecuana</i> Sch. Bip.	0							
47	<i>Gnaphalium sarmentosum</i> Klatt	Cm				1		NA-M	
48	<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i> DC.	Hc	3					M2	
49 ^{*1}	<i>Gnaphalium vulcanicum</i> I. M. Johnst.	Cm	1					M-CA	
50 ^{*2}	<i>Hieracium mexicanum</i> Less.	Tr					1	M2, E-FVT y DA	
51	<i>Osbertia stolonifera</i> (DC.) Greene	Cm				1		NA-M	
52 ^{*2}	<i>Oxylobus arbutifolius</i> (Kunth) A. Gray	Fc						M-CA	
53	<i>Senecio albonervius</i> Greenm.	Fc		4	4			M	
54	<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	Fc		3				M-CA	
55	<i>Senecio bellidifolius</i> Kunth	Cm / Cp		3	3			M	
56	<i>Senecio callosus</i> Sch. Bip.	Cp / Hc			4	3		M2	+
57	<i>Senecio cinerarioides</i> Kunth	Fc			4			E-FVT	Dis
58	<i>Senecio gerberifolius</i> Sch. Bip. ex Hemsl.	Cm	3					M-CA	
59	<i>Senecio mairetianus</i> DC.	Cm				4	2	E-FVT y DA	
60 ^{*1}	<i>Senecio procumbens</i> Kunth	Cm						E-FVT y DA	

Id	Familia / Especie	F. B.	Vegetación					Distribución	Comportamiento
			BP	BA	Mixto	Otros	PA		
61	<i>Senecio reticulatus</i> DC.	Hc		4				M	
62	<i>Senecio roseus</i> Sch. Bip.	Cp				1		E-FVT y DA	
63	<i>Senecio toluccanus</i> DC.	Cp / Hc / Cp		4	4	1		M1	
64	<i>Stevia monardifolia</i> Kunth	Cm		3				M	
65	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Hc				1		Cos	Mal +
66	<i>Verbesina oncophora</i> B. L. Rob. & Seaton	Fc				4		M	
	Betulaceae								
67	<i>Alnus jorullensis</i> Kunth subsp. <i>jorullensis</i>	Fe			3	4		M2	
	Brassicaceae								
68	<i>Cardamine obliqua</i> Hochst. ex A. Rich var. <i>stylosa</i> Rollins	Cp / Hc	3					E-FVT y DA	
69*2	<i>Descurainia impatiens</i> O.E. Schulz	Tr					1	M-CA	Arv +
70	<i>Draba jorullensis</i> Kunth	Hc					4	M-CA	
71	<i>Draba nivicola</i> Rose	Hc					4	E-FVT y DA	
72*2	<i>Erysimum capitatum</i> (Douglas ex Hook.) Greene	Hc						NA-M	+
	Buddlejaceae								
73	<i>Buddleja cordata</i> Kunth subsp. <i>cordata</i>	Fe		3				M2	+
74	<i>Buddleja parviflora</i> Kunth	Fc	2	4				M2	+
	Caryophyllaceae								
75	<i>Arenaria bourgaei</i> Hemsl.	Cm	3					M-SA, E-FVT y DA	+
76	<i>Arenaria bryoides</i> Willd. ex Schldtl.	Cp					3	M2 y DA	
77	<i>Arenaria oresbia</i> Greenm.	Hc					1	E-FVT y DA	
78*1	<i>Arenaria parvifolia</i> Benth.	Cp						M-SA	
79*2	<i>Arenaria reptans</i> Hemsl	Cp						M-SA y DA	
80*3	<i>Cerastium molle</i> Vill.	Cm	3					E-FVT y DA	
81*3	<i>Cerastium nutans</i> Raf.	Cp					3	M2 y DA	
82	<i>Cerastium orithales</i> Schldtl.	Hc					1	E-FVT y DA	
83*1	<i>Cerastium purpusii</i> Greenm.	Cp						M-SA	
84	<i>Cerastium ramigerum</i> Bartl.	Cp						E-FVT y DA	
85	<i>Cerastium vulcanicum</i> Schldtl.	Cp	4					A	+
86	<i>Stellaria cuspidata</i> Willd. ex Schldtl.	Cm		2				M3 y M-SA	+
	Clethraceae								
87	<i>Clethra mexicana</i> DC.	Fe		2				M-SA y E-FVT	
	Crassulaceae								
88	<i>Echeveria secunda</i> Booth ex Lindl.	Ep				4		E-FVT	

Id	Familia / Especie	F. B.	Vegetación					Distribución	Comportamiento	
			BP	BA	Mixto	Otros	PA			
89	<i>Echeveria toluensis</i> Rose	Cm	2					E-FVT y DA	Rup	
90*2	<i>Villadia mexicana</i> (Schltdl.) Jacobsen	Cm						M		
	Ericaceae									
91	<i>Vaccinium caespitosum</i> Michx.	Cm	3					M3		
	Euphorbiaceae									
92	<i>Euphorbia furcillata</i> Kunth var. <i>furcillata</i>	Cm			4			M2		
	Fabaceae									
93	<i>Lupinus aschenbornii</i> S. Schauer var. <i>aschenbornii</i>	Cm					2	E-FVT y DA		
94*1	<i>Lupinus mexicanus</i> Cerv. ex Lag.	Cm						E-FVT	Via +	
95	<i>Lupinus montanus</i> Kunth	Cm / Cp	4	3				M2 y DA		
	Gentianaceae									
96	<i>Halenia pringlei</i> B.L. Rob. & Seaton	Cm	1					E-FVT y DA		
	Geranaceae									
97	<i>Geranium potentillifolium</i> DC.	Hc	2					E-FVT		
	Grossulariaceae									
98	<i>Ribes ciliatum</i> Humb. & Bonpl. ex Roem. & Schult	Fe			1			M-SA		
	Hydrophyllaceae									
99	<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng.	Cm / Cp	3				2	3	M2 y DA	+
	Lamiaceae									
100	<i>Salvia elegans</i> Vahl	Cm / Fc		4	4				M	
101	<i>Salvia helianthemifolia</i> Benth.	Cm		4					M	
102	<i>Salvia stricta</i> Sessé & Moc.	Cm	2						M	
103	<i>Satureja macrostema</i> (Moc. y Sessé ex Benth.) Briq.	Cm		1					E-FVT	+
	Loranthaceae									
104	<i>Psittacanthus schiedeanus</i> (Schltdl. & Cham.) Blume	Pr			1				A	
	Monotropaceae									
105	<i>Monotropa uniflora</i> L.	Hc	2						A	
	Onagraceae									
106	<i>Oenothera purpusii</i> Munz	Hc		1			4		M	+
	Orobanchaceae									
107*1	<i>Castilleja moranensis</i> Kunth	Hc							E-FVT y DA	
108*1	<i>Castilleja scorzonerifolia</i> Kunth	Hc							M	
109	<i>Castilleja stipifolia</i> G.L. Nesom	Hc					3		M	
110	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Cp / Hc		2	2				M	
111	<i>Castilleja toluensis</i> Kunth	Hc					4		E-FVT y DA	

Id	Familia / Especie	F. B.	Vegetación					Distribución	Comportamiento
			BP	BA	Mixto	Otros	PA		
	Oxalidaceae								
112	<i>Oxalis alpina</i> (Rose) Rose ex R. Knuth	Hc	1	2				M3	
	Plantaginaceae								
113	<i>Plantago australis</i> Lam. subsp. <i>hirtella</i> (Kunth) Rahn	Cm					5	M3 y M-SA	+
114 ^{*1}	<i>Plantago nivea</i> Kunth	Hc						M y DA	
115 ^{*3}	<i>Plantago sericea</i> Ruiz & Pav. var. <i>linearis</i> (Kunth) Wedd.	Hc						M-SA	
116	<i>Plantago toluensis</i> Pilg.	Hc					4	E-FVT y DA	
	Polygalaceae								
117	<i>Monnina ciliolata</i> Sessé & Moc. ex DC.	Fc	3					M	
	Portulacaceae								
118	<i>Calandrinia megarhiza</i> Hemsl.	Cp	1					M2 y DA	
	Ranunculaceae								
119 ^{*2}	<i>Ranunculus donianus</i> Pritz.	Cm						M2 y DA	
120 ^{*3}	<i>Ranunculus multicaulis</i> D. Don ex G. Don var. <i>multicaulis</i>	Cm						E-FVT y DA	
	Rhamnaceae								
121	<i>Rhamnus mucronata</i> Schltld.	Fe / Fc						M2	
	Rosaceae								
122	<i>Alchemilla pinnata</i> Ruiz & Pav.	Cm						M-SA	
123 ^{*2}	<i>Alchemilla pringlei</i> (Rydb.) Fedde	Cm						M2	Dis
124 ^{*2}	<i>Alchemilla procumbens</i> Rose	Cm						M-SA	Dis
125	<i>Alchemilla vulcanica</i> Schltld. & Cham.	Cm					1	M-SA	
126	<i>Potentilla candicans</i> Humb. & Bonpl. ex Nestl.	Cp			3			M2	
127	<i>Potentilla ranunculoides</i> Kunth	Hc	3					E-FVT y DA	
128	<i>Potentilla richardii</i> Lehm.	Hc					1	E-FVT y DA	
129	<i>Potentilla staminea</i> Rydb	Cp	3					M2 y DA	
	Salicaceae								
130	<i>Salix paradoxa</i> Kunth	Fe		3	3			M	
	Scrophulariaceae								
131	<i>Mimulus glabratus</i> Kunth	Cp	3					A	
132	<i>Penstemon gentianoides</i> (Kunth) Poir.	Cm			4			M2 y DA	Arv
133	<i>Sibthorpia repens</i> (L.) Kuntze	Hc / Cp	3	3				M-SA	
134	<i>Veronica americana</i> Schwein. ex Benth.	Hc	3					Cos	

Id	Familia / Especie	F. B.	Vegetación					Distribución	Comportamiento
			BP	BA	Mixto	Otros	PA		
135	<i>Veronica sepyllifolia</i> var. <i>humifusa</i> (Dicks.) Vahl	Hc / Cp	4			1		Cos	+
	Solanaceae								
136	<i>Cestrum anagyris</i> Dunal var. <i>anagyris</i>	Fc / Fe		3	3			M2	
137	<i>Physalis chenopodifolia</i> Lam.	Hc		3				M	
	Theaceae								
138	<i>Ternstroemia sylvatica</i> Schltldl. & Cham.	Fc		1				M	
	Verbenaceae								
139	<i>Verbena recta</i> Kunth	Hc				3		E-FVT	Via / Arv +
	Viscaceae								
140	<i>Arceuthobium abietis-religiosae</i> Heil	Pr			4			M2	
141	<i>Arceuthobium globosum</i> Hawksw. & Wiens	Pr			3	4		M2	
142	<i>Arceuthobium vaginatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) J. Pres	Pr			3			M2 y E-FVT	
	Liliopsida								
	Bromeliaceae								
143	<i>Tillandsia andrieuxii</i> (Mez) L.B. Sm.	Ep			1			M	
	Commelinaceae								
144	<i>Weldenia candida</i> Schult. f.	Cp	1					M2	
	Cyperaceae								
145	<i>Carex orizabae</i> Liebm.	Hc	1					M2 y DA	
	Juncaceae								
146	<i>Luzula caricina</i> E. Mey.	Cm					3	M2 y DA	
147	<i>Luzula denticulata</i> Liebm.	Hc	1					M2 y DA	
148	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	Cm / Cp		3			3	M-CA	
	Melanthiaceae								
149	<i>Stenanthium frigidum</i> (Schltldl. & Cham.) Kunth	Hc	4					E-FVT	
	Orchidaceae								
150	<i>Corallorhiza macrantha</i> Schltr. ^{a-c}	Hc	4					E-FVT	
	Poaceae								
151 ^{*1}	<i>Agrostis exarata</i> Trin.	Cm						NA-M	
152	<i>Agrostis ghiesbreghtii</i> E. Fourn.	Cm					1	M y DA	
153 ^{*3}	<i>Agrostis hyemalis</i> (Walter) Britton, Sterns & Poggenb.	Cm						NA-M	
154	<i>Agrostis toluensis</i> Kunth	Cm					3	M-SA	
155 ^{*1}	<i>Avena</i> sp.	0						0	

Id	Familia / Especie	F. B.	Vegetación					Distribución	Comportamiento
			BP	BA	Mixto	Otros	PA		
156 ^{*1}	<i>Bromus</i> sp.	0						0	
157	<i>Calamagrostis orizabae</i> (Rupr. ex E. Fourn.) Beal	Cm			5		1	M-CA	
158	<i>Calamagrostis tolucensis</i> (Kunth) Trin. ex Steud.	Cm			4			M-CA	
159 ^{*2}	<i>Dissanthelium mathewsii</i> (Ball) R.C. Foster & L.B. Sm.	Cm						M-SA	
160 ^{*1}	<i>Festuca hephaestophila</i> Nees ex Steud.	Cm						M-CA	
161	<i>Festuca livida</i> (Kunth) Willd. ex Spreng.	Cm					1	M2, E-FVT y DA	
162	<i>Festuca orizabensis</i> EB Alexeev	Hc			4			M2, E-FVT y DA	
163	<i>Festuca rubra</i> L.	Hc			4			A	+
164	<i>Festuca tolucensis</i> Kunth	Hc / Cm			4			M-CA y DA	
165 ^{*1}	<i>Koeleria</i> sp.	0						0	
166 ^{*2}	<i>Muhlenbergia montana</i> (Nutt.) Hitchc.	Cm						M3	
167 ^{*2}	<i>Muhlenbergia tricholepis</i> (Torr.) Columbus	Hc						M y DA	
168	<i>Poa annua</i> L.	Hc	2					A	+
169	<i>Poa villaroelii</i> Phil.	Hc	2					A	
170 ^{*1}	<i>Sporobolus</i> sp.	0						0	
171	<i>Stipa constricta</i> Hitchc.	Cm					5	M	
172	<i>Stipa eminens</i> Cav.	Cm			3			NA-M	+
173	<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth	Hc	1					A	
174	<i>Trisetum irazuense</i> (Kuntze) Hitchc.	Cm					2	M-SA	
175	<i>Trisetum spicatum</i> (L.) K. Richt.	Cm					3	M-CA	
	Smilacaceae								
176	<i>Smilax moranensis</i> M. Martens & Galeotti	L		2				M	
177	<i>Smilax pringlei</i> Greenm	L		2				M	
	Xanthorrhoeaceae								
178	<i>Kniphofia tuckii</i> Baker	Cp		1				Cos	Int

Categoría de riesgo: **a**: NOM-059-SEMARNAT2010: Pr: Sujetas a Protección Especial.

b: Lista Roja de la IUCN(2012) LR/ls Riesgo de Preocupacion menor. **c**: CITES (2012): Apéndice II

EXSICCATA

Colectores: DT= José Daniel Tejero-Díez

AD=África Victoria Díaz Roldán

1)ADyDT-1. 2)ADyDT-94,127,1312,152. 3)ADyDT-14,40,47. 4)ADyDT-100.
 6)ADyDT-41. 10)ADyDT-151. 11)ADyDT-25,122. 13)ADyDT-147. 16)ADyDT-13.
 18)ADyDT-9. 19)ADyDT-34. 20)ADyDT-137. 21)ADyDT-76. 22)ADyDT-44.
 23)ADyDT-157. 24)ADyDT-160. 26)ADyDT-105,97. 27)ADyDT-123. 28)ADyDT-35.
 29)ADyDT-82. 30)ADyDT-28. 32)ADyDT-91. 33)ADyDT-67. 34)ADyDT-57,126.
 36)ADyDT-61. 42)ADyDT-22. 44)ADyDT-63. 45)ADyDT-83. 47)ADyDT-29,72.
 51)ADyDT-150. 53)ADyDT-20,98. 54)ADyDT-39. 55)ADyDT-119. 56)ADyDT-21.
 57)ADyDT-6. 58)ADyDT-46. 59)ADyDT-32,64. 59)DT-2331 62)ADyDT-81.
 63)ADyDT-11,55,92,181. 64)ADyDT-103. 66)ADyDT-53. 68)ADyDT-138, 159,170.
 70)ADyDT-196. 73)ADyDT-2. 74)ADyDT-115. 76)ADyDT-143. 85)ADyDT-171.
 88)ADyDT-59 89)ADyDT-194. 91)ADyDT-154. 92)ADyDT-148. 93)ADyDT-62.
 95)ADyDT-10,33. 96)ADyDT-130. 97)ADyDT-155. 98)ADyDT-15. 98)DT-2336.
 99)ADyDT-51,134,142. 99)DT-2326. 100)ADyDT-23,113. 101)ADyDT-90.
 103)ADyDT-110. 106)ADyDT-49,111. 109)ADyDT-48. 110)ADyDT-8,37.
 111)ADyDT-146. 113)ADyDT-31. 116)ADyDT-144. 117)ADyDT-183. 118)ADyDT-156.
 125)ADyDT-68. 126)ADyDT-120. 127)ADyDT-43,45. 128)ADyDT-65. 129)ADyDT-135.
 130)ADyDT-27,38,96. 131)ADyDT-129. 132)ADyDT-4. 134)ADyDT-168.
 135)ADyDT-58,133,169. 136)ADyDT-26,50,102. 137)ADyDT-36. 139)ADyDT-52.
 140)ADyDT-106. 141)ADyDT-56,179. 142)ADyDT-175. 143)ADyDT-124,189.
 144)ADyDT-162. 145)ADyDT-128. 147)ADyDT-136. 148)ADyDT-73, 149)ADyDT-161.
 150)ADyDT-149. 178)ADyDT-176.