

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

Los suelos donde se distribuye el género *Manfreda* Salisb.
AGAVACEAE, su caracterización ecológica y clasificación
de acuerdo a la WRB.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

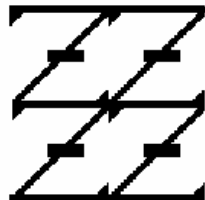
P R E S E N T A:

ARIADNA NEITH GUERRERO GÓMEZ

Director de tesis

M en C. RAMIRO RÍOS GÓMEZ

U N A M
FES
ZARAGOZA



LO HUMANO EJE
DE NUESTRA REFLEXIÓN

Proyecto financiado por DGAPA-PAPIIT convenio IN211103

MÉXICO, D. F. MAYO DE 2006



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

A la DGAPA-PAPIIT convenio IN211103 por la beca otorgada.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por aportar todo lo necesario para mi desarrollo profesional.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por permitirme formar parte de esta comunidad, sin esta institución no hubiese estado a mi alcance esta oportunidad.

Al Dr. Eloy Solano Camacho porque con sus aportaciones enriqueció enormemente este trabajo, por otorgarme la beca, brindarme su amistad y ser un ejemplo a seguir.

Al M. en C. Carlos Castillejos Cruz porque sin sus observaciones, no habría reparado en mis errores y por manifestarme su aprecio.

Al Dr. Gerardo Cruz por sus valiosas sugerencias para mejorar esta investigación.

A la M. en C. Ma. de Jesús Sánchez Colín por sus provechosos comentarios.

En especial al M. en C. Ramiro Ríos Gómez por ser un amigo que con sus consejos me enseñó a reconocermé, a ser libre y porque creyó en mí en más de una ocasión, por ser un excelente maestro del cual he aprendido mucho.

Al M. en C. Efraín Ángeles Cervantes por alentarme y ofrecermé su amistad.

Al M. en C. Eliseo Castellano de Rosas por el tiempo dedicado en la elaboración de los mapas de esta tesis.

A la biól. Aída Zapata Cruz por enseñarnos y permitirmos usar el equipo Spectraa 200.

Al M. en C. Armando Cervantes por la asistencia otorgada en mi servicio social.

A mi papá por su invaluable apoyo.

A Magda Ayala y Deisy Rocha ya que parte de su trabajo está reflejado en esta tesis.

A Gabriela Valencia por ser una amiga absoluta y sincera, a su novio por su colaboración en este trabajo.

A mi madrina Alma Arroyo por demostrarme de mil maneras el cariño que siente por mí y a toda la familia Valencia por brindarme su casa incondicionalmente y demostrarme que soy parte de ellos.

A Yeni López y familia por abrimé las puertas de su casa, por expresarme su cariño y confianza.

A Diana Bocanegra por demostrar siempre su afecto hacia mí y considerarme una amiga especial.

A Diana Florín por su valiosa compañía.

A Elena Monroy por su amistad.

A todos aquellos que formaron parte de mi entorno en más de una ocasión y compartimos momentos de alegría y diversión (Ángel García, Carmen Vega, Diana Velázquez, Francisco Márquez, Jorge Guzmán, Juan Carlos Sánchez y Juan Luis Mendoza), una disculpa si alguien siente que lo omití.

El éxito consiste en:

“Reír con frecuencia y mucho. Merecer el respeto de personas inteligentes y el afecto de los niños, ganar el reconocimiento de los críticos honestos y soportar la traición de los falsos amigos; gozar de la belleza; descubrir lo positivo de los demás; hacer un poco mejor al mundo, dejando detrás de ti a un hijo bueno o un jardín cultivado, o bien porque ayudaste a un pobre; saber que no viviste en vano y que gracias a ti una persona pudo respirar con más tranquilidad. Esto es haber triunfado”.

Bessie Anderson

DEDICATORIA

A mi máma por acompañarme desde que conocí todas las maravillas de la vida, por ser una amiga única y especial, por que no le importa si soy la mejor o la peor hija, por darme su apoyo en todas las situaciones, por su paciencia y comprensión, asimismo por enseñarme a madurar, por las pequeñas cosas que realmente valoro y también por las grandes, por amarme desde que me viste, aunque no lo creas, gracias por qué mi vida cambio. Dios te recompensará el tiempo dedicado a mi.

A mi madrina Mary Carmen Sanpedro por que desde que me conoció me quiso como a una hija, me trató como tal y en los momentos más difíciles siempre estaba ahí para salvarme y aún ahora siempre sale a mi rescate. Sin ti no hubiese posible esta meta de mi vida, que Dios te bendiga siempre.

Durante esta tesis se contó con el apoyo financiero de DGAPA-
PAPIIT convenio IN211103

	ÍNDICE	Pág.
RESUMEN		1
INTRODUCCIÓN		2
I ANTECEDENTES		
1.1 Familia Agavaceae		3
1.2 Características botánicas del género <i>Manfreda</i>		3
1.3 Distribución geográfica		4
1.4 Hábitat		5
1.5 El suelo como medio para el crecimiento de las plantas		6
1.6 Los suelos y su clasificación		7
1.7 Diferencias entre la Base Referencial del Recurso Suelo (WRB) y Soil Taxonomy (ST)		11
II HIPÓTESIS		14
III OBJETIVO GENERAL		15
IV OBJETIVOS PARTICULARES		15
V MATERIAL Y MÉTODOS		16
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN		20
6.1 Descripción de los perfiles		20
6.2 Análisis físico y químico de los suelos		63
6.3 Clasificación de los suelos		68
6.4 Descripción de la relación suelo planta		78
6.5 Suelos asociados a las subprovincias fisiográficas		87
6.6 Ubicación del género <i>Manfreda</i> en las Regiones Terrestres Prioritarias		93
CONCLUSIONES		95
BIBLIOGRAFÍA CITADA		96
ANEXO		101

ÍNDICE DE CUADROS	Pág.
CUADRO 1. Correlación de los grupos de suelo entre la WRB (1998) y la Soil Taxonomy (1999)	12
CUADRO 2. Técnicas utilizadas en el análisis físico y químico de las muestras de suelo.	18
CUADRO 3. Análisis físico y químico de los suelos donde se encontraron las especies del género <i>Manfreda</i> .	63
CUADRO 4. Horizontes de diagnóstico de acuerdo con la WRB utilizados en la clasificación de suelos en este estudio.	69
CUADRO 5. Propiedades de diagnóstico (WRB) utilizados en este estudio para la clasificación de suelos en este estudio.	70
CUADRO 6. Materiales de diagnóstico (WRB) utilizados en este estudio para la clasificación de suelos en este estudio.	70
CUADRO 7. Distribución edáfica de la especies del género <i>Manfreda</i> .	79
CUADRO 8. Regiones Terrestres Prioritarias y localidades de <i>Manfreda</i> encontradas en ellas.	94

ÍNDICE DE FIGURAS		Pág.
FIGURA 1. Suelos donde se distribuye del género <i>Manfreda</i> (FAO UNESCO, 1974)		73
FIGURA 2. Algunas especies de <i>Manfreda</i> encontradas en su hábitat natural.		86
FIGURA 3. Distribución de las especies del género <i>Manfreda</i> por subprovincia fisiográfica.		92

RESUMEN

Con la finalidad de conocer los grupos de suelos donde se distribuyen 17 especies del género *Manfreda*, éstos se caracterizaron y ubicaron en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB por sus siglas en inglés), propuesta por la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo, Centro de Referencia e Información Internacional del Suelo y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Se determinó el área de distribución del género con base en la información contenida en ejemplares de herbario y literatura especializada. Asimismo, se realizaron recorridos de campo, recolecta, herborización y determinación taxonómica de ejemplares; apertura, descripción de perfiles de suelo y toma de muestras para su análisis. De las 17 especies estudiadas, 15 crecen en Leptosoles, pero también se desarrollan en alguno de los siguientes suelos: Luvisoles, Phaeozems, Andosoles, Calcisoles, Umbrisoles, Vertisoles, Regosoles y Acrisoles. *Manfreda scabra* y *M. pringlei* tienen mayor diversidad edáfica y ecológica, mientras que, *M. longiflora* y *M. potosina*, se restringen a Calcisoles y matorrales xerófilos. Por otro lado, *Manfreda singuliflora* y tres probables nuevas especies, habitan únicamente en Leptosoles. Las manfredas por lo común prefieren ambientes perturbados, caracterizados por suelos delgados, pedregosos y con pendientes pronunciadas; de fácil erosión, quizá esto explica que la mayoría de las mismas se encuentren en Leptosoles. Finalmente, la mayor diversidad de especies se presenta en bosques de *Pinus*, *Quercus* y mixtos; ubicados en las subprovincias fisiográficas: Depresión del Balsas, Lagos y Volcanes del Anáhuac y Karst Huasteco.

INTRODUCCIÓN

La familia Agavaceae es endémica de América, el centro de mayor riqueza y diversidad es México, con 217 especies y 258 taxa. Entre los ocho géneros que la conforman se encuentra *Manfreda*. El número de especies varía en función de los criterios de clasificación utilizados por diferentes autores, algunos como García-Mendoza (1995) reconocen 27 especies. Se distribuyen desde la porción sur y sureste de los Estados Unidos, hasta el norte de Centroamérica.

Las especies del género *Manfreda*, han tenido diversos usos desde la época prehispánica. El rizoma se utilizó en Texas y Guadalajara para hacer jabón o champú (Rose, 1899; Breelove y Hopkins, 1970 y 1971), se ha empleado como remedio contra mordeduras de serpiente, dolor de cabeza, antiparasitario y los tallos de *Manfreda scabra* como flechas. Algunas manfredas son cultivadas como ornamentales los cormos y bulbos de *Manfreda maculosa* y *M. longiflora* son ofrecidos ocasionalmente como plantas exóticas o suculentas. *Manfreda guttata* ha sido empleada por los tarahumaras de Chihuahua, para aturdir peces y facilitar su captura. En el sur de los Estados Unidos el rizoma también ha sido empleado en el tratamiento de cólicos, dispepsia, como un tónico amargo, carminativo y antiespasmódico (Taylor, 1940).

Por ser México un centro de diversidad y en donde se encuentra el mayor número de especies, además de los usos que se le atribuyen, es necesario realizar estudios sobre biología, particularmente caracterizar sus hábitats y describir con detalle los suelos donde crecen y se desarrollan.

I ANTECEDENTES

1.1 Familia Agavaceae

Manfreda pertenece a la familia Agavaceae, propuesta por Endlicher (1836-1840, 1841), este autor tomó como tipo nomenclatural al género *Agave*, incluyendo al género *Furcraea*. Dahlgren *et al.* (1985) presentaron un arreglo estricto de las agaváceas y reconocieron dos subfamilias Yuccoideae y Agavoideae. La primera con ovario súpero donde incluyeron los géneros *Yucca* y *Hesperaloë*, la segunda con flores epíginas con los géneros *Agave*, *Beschorneria*, *Furcraea*, *Manfreda*, *Polianthes* y *Prochnyanthes*. Esta propuesta de clasificación fue apoyada por Eguiarte *et al.* (1994) y Bogler y Simpson (1995) con base en estudios sobre ADN del cloroplasto (gen *rbcL*).

Según García-Mendoza y Galván (1995) y García-Mendoza (1987), la familia Agavaceae es endémica de América. Asimismo, mencionan que el centro de mayor riqueza y diversidad es México, pues se hallan 217 especies y 258 taxa. Se encuentra distribuida entre los 40° de latitud norte y 20° de longitud sur, desde el sur de Canadá, México, Centroamérica, norte de Sudamérica (siguiendo principalmente la cadena montañosa de los Andes hasta Bolivia y Paraguay) e islas del caribe (Trinidad y Tobago, Antillas mayores, Antillas menores, Gran Caimán y Bahamas). De acuerdo con Álvarez (1987), las agaváceas habitan diferentes altitudes, desde la costa hasta alturas cercanas a los 3000 m, prefieren suelos arenosos o esqueléticos, principalmente calcáreos y suelos derivados de rocas metamórficas o ígneas. Poseen adaptaciones excelentes para soportar períodos de sequía prolongados gracias al control de la transpiración y las reservas de agua en sus tejidos foliares, caulinares y radiculares. Suelen tener poca competencia para su establecimiento y desarrollo lo cual ha favorecido su distribución.

1.2 Características botánicas del género *Manfreda*

Se detallan sus características como hierbas perennes, con raíces carnosas y fibrosas, rizomas cilíndricos o globosos, hojas basales y caulinares, lineares a lanceoladas u oblanceoladas subcoriáceas a suculentas, planas o acanaladas, glabras u ocasionalmente pubescentes o papilosas a nivel de las nervaduras, ápices

suaves o firmes, márgenes enteros, papilosos o dentados, parte inferior de las hojas basales formando una cubierta membranosa o fibrosa, inflorescencia en forma de espiga, provista de brácteas y bractéolas, con una flor por nudo, flores sésiles o cortamente pediceladas, flores angostas a ampliamente infundibuliformes, verdes, verde-amarillentas, verdes manchadas de café o café-rojizo, rara vez blancas o rosadas; erectas u horizontales en la madurez; tubo del perianto mas corto o mas largo que el ovario, los segmentos oblongos, oblongo-elípticos u oblanceolados; estambres 6 con inserción en el tubo a diferentes niveles, exsertos o al menos de la longitud del perianto; anteras versátiles, estilo exserto, estigma trígono, 3-surcado o 3-lobado. Cápsula oblonga o globosa, semillas deltoides, planas, negras (Galván en Rzedowski, 2001 y McVaugh, 1989).

1.3 Distribución geográfica

Todas las especies del género están representadas en la flora mexicana. Únicamente *Manfreda virginica* y *M. scabra* rebasan las fronteras de nuestro país. La primera abarca la porción sur y sureste de los Estados Unidos, desde Alabama, Arkansas, Carolina del Sur, Carolina del Norte, Georgia, Florida, Indiana, Illinois, Kentucky, Louisiana, Mississippi, Missouri, Oklahoma, Tennessee, Texas y Virginia; hasta la costa del Atlántico, penetrando en nuestro país en una pequeña zona del noreste de Tamaulipas. La segunda se extiende desde el sur de Durango hasta el norte de Nicaragua.

De acuerdo a su distribución y hábitat, Verhoek (1975) agrupó las especies como sigue:

- A. Grupo Norte, del sur y sureste de los Estados Unidos y noreste de México (alrededores de Monterrey, Nuevo León y Matamoros, Tamaulipas), integrado por *Manfreda virginica*.
- B. Grupo Centro, del sur de Texas y norte de México, con seis especies: *Manfreda brunnea* (Chihuahua, Coahuila y Durango), *M. potosina* (Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí), *M. variegata* (Texas, Nuevo León, Tamaulipas hasta el norte de Hidalgo y centro de Veracruz), *M. longiflora* (Tamaulipas), *M. sileri* (Texas y Tamaulipas) y *M. maculosa* (Coahuila y Nuevo León).

C. Grupo Sur, con dos subgrupos:

- a. Subgrupo Guttata, con cuatro especies: *Manfreda guttata* (sur de Chihuahua, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Aguascalientes), *M. rubescens* (Nayarit), *M. planifolia* (centro de Chihuahua y sur de Sonora) y *M. pringlei* (norte de Michoacán y Guerrero, Estado de México, Puebla y Oaxaca).
- b. Subgrupo Scabra (*Brachystachya*) con ocho especies: *Manfreda scabra* (sur de Durango, Nayarit, Jalisco, Michoacán, San Luis Potosí, Hidalgo y Veracruz hasta Honduras y el Salvador); *M. longibracteata* (Michoacán), *M. nanchititlensis* (Estado de México), *M. elongata* (sur de Durango y Nayarit), *M. jaliscana* (sur de Sonora, Sinaloa, Durango, Jalisco y Michoacán), *M. revoluta* (Estado de México), *M. pubescens* (Morelos, Oaxaca y Chiapas) y *M. maculata* (Estado de México y Guerrero).

Manfreda hauniensis (México, Morelos y Guerrero) y *M. singuliflora* (Chihuahua, Durango, Zacatecas y Sinaloa), son especies que no corresponden a ninguno de los grupos mencionados y su ubicación es todavía dudosa. García-Mendoza y Galván (1995) encontraron que las subprovincias florísticas propuestas por Rzedowski (1978) más ricas en especies del género *Manfreda* son Serranías Meridionales con 12 especies, diez de las cuales son endémicas y la Sierra Madre occidental con siete y cinco endémicas respectivamente.

1.4 Hábitat

Las especies de *Manfreda* son tan diversas morfológicamente como sus hábitats en los que se desarrollan. Se encuentran desde los ambientes desérticos a húmedos, además de los fríos y templados; en sitios abiertos, parcialmente cerrados o cerrados; frecuentemente en bosque de encino y pino (Piña, 1985). El género *Manfreda* se distribuye desde casi al nivel del mar hasta las laderas montañosas del Eje Neovolcánico con alturas superiores a 2500 m (Verhoek, 1975).

Según Piña (1986) *Manfreda scabra* (*M. brachystachya*) se localiza en suelos de origen volcánico, *M. longibracteata* en terrenos rocosos, *M. revoluta* en

arcillosos y escarpados, *M. virginica* en suelos planos eventualmente pantanosos, *M. potosina* en planicies con suelos moderados o profundos, *M. brunnea* en planicies o lomas de pendiente suave, con suelos arenosos o arcillosos, tanto de origen volcánico como aluvial y en terrenos planos con matorral xerófilo. Por último *Manfreda sileri* y *M. maculosa* se localizan en planicies cercanas a la desembocadura del Río Bravo, formando parte del matorral xerófilo.

La sobreexplotación forestal ha ocasionado la pérdida parcial de la cubierta vegetal de acuerdo con Piña (1985), lo que ha causado que las especies del género sean menos abundantes y de menor tamaño. Asimismo, estas plantas son consumidas por el ganado y los mamíferos silvestres, particularmente en zonas áridas donde la succulencia de las hojas ofrece agua además de alimento, por esta razón actualmente sólo se encuentran entre los espesos matorrales. En algunos encinares fuertemente talados, se han incrementado las poblaciones de *Manfreda brunnea*, debido aparentemente al aumento de la insolación, ya que muchas especies o la mayoría de ellas, prefieren áreas perturbadas.

1.5 El suelo como medio para el crecimiento de las plantas

Del total de factores ambientales en los que se desarrolla el género *Manfreda*, el suelo es de vital importancia. El suelo es un cuerpo natural tridimensional de profundidad variable resultado del equilibrio dinámico que se establece entre el clima, los organismos y materiales geológicos, que refleja el impacto de las actividades antropogénicas, tiene materia orgánica y es capaz de sustentar el crecimiento vegetal. En su estado prístino, el suelo es una entidad autorreguladora, la cual evoluciona muy despacio y es continuo con el tiempo (Ortiz, 1975; Foth y Turk, 1975; ITC-ISRIC-FAO, 2000 y Wilding 2000).

Según Clements, 1916 (citado en Escamilla *et al*, 2005) cada planta es una medida de las condiciones bajo las que crece, ya que son organismos que están anclados o enraizados en el suelo y reciben agua y nutrimentos para procesarlos en energía. El suelo es un componente importante en la mayoría de los ciclos naturales como el hidrológico, es regulador de los escurrimientos superficiales, en conjunto con la cubierta vegetal, controla la recarga de acuíferos y forma parte global del

ciclo de carbono, el nitrógeno, el azufre y otros nutrimentos de las plantas. En general el suelo es importante porque soporta plantas que proporcionan alimento, fibras, drogas y otros requerimientos humanos (Soil Survey Staff, 1999).

Por otro lado, el suelo puede ser un indicador de las causas que determinan las diferencias en el tipo y distribución de la vegetación en un ecosistema dado, debido a sus características físicas y químicas como pH, contenido de materia orgánica, salinidad, disponibilidad de nutrimentos, textura, profundidad, compactación y origen mineral, determinando la distribución natural de la vegetación (Escamilla *et al*, 2005). Por tanto no es sorprendente que los suelos presenten ciertas propiedades químicas o físicas asociadas con ciertos tipos de vegetación (Escamilla, 1999). Sin embargo, la persistencia a largo plazo de una especie dentro de condiciones particulares de suelo, conlleva un conjunto de características que dependen más de la especie vegetal (plasticidad morfológica y fisiológica) que del suelo.

1.6 Los suelos y su clasificación.

De acuerdo con Porta *et al*. (1999) hay una gran diversidad de suelos en extensiones pequeñas de terreno. Este es un hecho que tiende a ser ignorado, debido al escaso conocimiento de los suelos en todos los niveles y a la poca información sobre el uso y manejo de los mismos. Para conocer las particularidades de los suelos, es necesario caracterizarlos y clasificarlos correctamente para así poder utilizar la información que se tiene en la planeación y manejo del recurso.

Para tal clasificación, en la actualidad se cuenta con dos sistemas en el nivel mundial: la Soil Taxonomy (ST) y La Base Referencial del Recurso Suelo (WRB por sus siglas en inglés). La primera es un sistema taxonómico jerarquizado, diseñado para cartografiar unidades de suelo en mapas con gran escala, fue propuesta y ha sido mantenida por Soil Conservation Service de los Estados Unidos de Norteamérica, en la actualidad se han creado diversos comités de especialistas en diversos Ordenes, que revisan y proponen modificaciones.

Los principios en los que se basa la ST, son los siguientes: define a los taxones de forma que sean mutuamente excluyentes, clasifica suelos, no procesos

formadores; por lo que solo se requieren conocer las propiedades y características del suelo y no su génesis; considera a los suelos como objeto de uso por el hombre, por lo que su clasificación también se aplica a suelos agrícolas, sin necesidad de referirse a suelos vírgenes más o menos hipotéticos; considera propiedades que por lo general tienen significación frente al uso. La terminología utilizada, puede resultar extraña, pero es autoexplicativa cuando se llegan a entender las reglas nomenclaturales de su clasificación, tornándose clara ya que no requiere traducción a los distintos idiomas. Además, define con precisión todos los niveles jerárquicos, por lo que puede utilizarse a nivel particular como de generalización, por último se puede emplear de forma objetiva ya que se basa en caracteres cuantitativos.

La WRB es sucesora de la Base Internacional para la Clasificación del Recurso Suelo (IRB), la cual fue propuesta inicialmente por la FAO-UNESCO (1971), la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (SICS) y apoyada por las Naciones Unidas para el ambiente. En 1982 se inició el proyecto para crear la Base Internacional de Referencia para la Clasificación del Recurso, la cual se diseñó para ser utilizada como base para revisar la leyenda del mapa de suelos del mundo de la FAO/UNESCO (1974). En 1988 la FAO publicó la Leyenda Revisada del Mapa Mundial de Suelos del Mundo, posteriormente en 1992, al hacer la revisión de la IRB y la Leyenda revisada de FAO, se llegó a la conclusión que ambas tenían el mismo objetivo: realizar un mapa mundial de suelos 1: 5 000 000 y debían asociarse para lograr un mejor impacto, de esta manera surgió la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo.

En 1998, la Unión Internacional de Ciencias del Suelo (IUSS por sus siglas en inglés) adoptó a la WRB como el sistema de unión para la correlación del suelo. La estructura, conceptos y definiciones de la WRB están fuertemente influenciados por la leyenda de la FAO-UNESCO 1:5 000 000 Mapa de Suelos del Mundo (FAO 1974, FAO-UNESCO-ISRIC, 1988), que a su vez tomó como base los horizontes de diagnóstico y propiedades de la USDA Soil Taxonomy. Desde sus inicios la WRB propuso 30 grupos de suelo de referencia acomodando más de 200 (segundo nivel) unidades de suelo.

La WRB tiene los siguientes objetivos: hacer un manual técnico para científicos y técnicos que realizan correlaciones de suelos donde se definan y

establezcan los criterios de diagnóstico para los horizontes, propiedades y materiales del suelo; así como proponer reglas y guías para clasificar suelos de referencia.

Para definir de una manera objetiva cual o cuales son las clasificaciones mejores para las condiciones de los suelos de México, se toman en cuenta los principios generales sobre los que se fundamenta la WRB (ISSS-ISRIC-FAO, 1998), en primer lugar la clasificación se basa en propiedades del suelo definidas en términos de horizontes de diagnóstico y características que tienen en cuenta los procesos formadores observables en campo. No se aplican parámetros climáticos, permite correlaciones con los sistemas utilizados por cada país para facilitar la comunicación en todo el mundo.

El primer nivel jerárquico (categoría alta) es el Grupo que tiene 30 opciones, el segundo corresponde a la Unidad (categoría baja) que se define por medio de prefijos calificadores (o modificadores), finalmente, el tercer nivel debe acomodarse a la diversidad local en cada país, para dar mayor énfasis a los rasgos del suelo que sean importantes para el uso y manejo. Por último, para los grupos retiene la nomenclatura tradicional e introduce términos fáciles para el lenguaje común.

Según la WRB los pasos siguientes tienen que ser tomados para clasificar un suelo: identificar propiedades y materiales de suelo en el campo, realizar pruebas físicas y químicas si es necesario; identificar la presencia y clase de horizontes del suelo, reconocer el arreglo vertical de los horizontes, así como identificar el grupo o grupos de suelo de referencia en la clave de la WRB, por último, se procede a clasificar el suelo, considerando la lista de calificadores contenida en la clave. A continuación aparecen las reglas para identificar unidades de suelos: las unidades de suelos son definidas y nombradas con base en calificadores aprobados por la WRB, los nombres de calificadores pueden usarse en combinación con indicadores de profundidad, espesor, intensidad, por ejemplo: un Luvisol Epi-Dístrico es un nombre de una unidad de suelo en la cual "Epi" significa de poca profundidad, mientras que, "Dístrico" es un calificador indicativo de baja saturación de bases. Si son necesarios más de dos calificadores estos se enlistan después del nombre del

Grupo de Suelos de Referencia (entre paréntesis), ejemplo: Ferralsol Acrí-Gérico (Abrúptico y Xántico). Los nombres de unidades de suelos no deben traslaparse o conflictuar con nombres de otras unidades de suelos por ejemplo: un Calcisol Dístri-Pétrico es inaceptable por contener una contradicción (Distri- es incompatible con Calcisol) y un Calcisol Eutri-Pétrico es rechazado, porque el calificador Eutri- se traslapa con información inherente al Grupo de Suelos llamado "Calcisol" y por último nuevas unidades pueden establecerse sólo si el perfil de suelos va acompañado de una descripción de campo apoyada con análisis de laboratorio.

Los calificadores están definidos por conjuntos únicos de criterios de diagnóstico; la mayoría de la definición de calificadores son derivados del criterio establecido en los Grupos de Suelos Referenciales, tales como: horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico. Insuficientes e incompletas ocurrencias de rasgos generalmente no se consideran como diferenciadores. Los atributos referidos al clima, material parental, vegetación, rasgos topográficos como la pendiente, geomorfología o erosión no se usan para distinguir entre unidades de suelos.

Agua-suelo no son atributos relacionados como lo es la profundidad del nivel freático, el drenaje, especificaciones del sustrato ni especificaciones de espesor y/o morfología del solum o de sus horizontes individuales.

Poligenética y suelos sepultados

Los suelos tienen dimensiones verticales y horizontales que evolucionan a través del tiempo, la dimensión vertical es para fines prácticos, limitada a "sección control" con una profundidad de 100 cm o excepcionalmente de 200 cm bajo la superficie. El calificador bati puede usarse para estos horizontes, propiedades o características que ocurran más abajo de la sección control.

La mayoría de los perfiles de suelos pueden clasificarse sin dificultad, pero algunos, de más complejas situaciones requieren parámetros adicionales de clasificación. La WRB prefiere clasificarlos como se presenten, ejemplo: con características actuales y comportamiento funcional, algo que enfatice su (supuesta) génesis. Se ha comprendido que pocos suelos han evolucionado completamente *in situ* y que ha sido muy útil, en ciertos casos incluirlos así.

Algunos suelos muestran signos de *desarrollo poligenético*, es decir, un suelo ha evolucionado sobre otro (con frecuencia bajo condiciones ambientales diferentes) y ambos suelos deben clasificarse. Un calificador *tpto* indica la presencia de un *suelo sepultado* o un *horizonte sepultado*, este sería el caso de un suelo que tiene una capa superficial de 50 cm de espesor o más; el suelo superficial es nombrado de la manera común, por ejemplo: como un Regosol, Andosol, Arenosol) y el suelo enterrado se clasificaría con un calificador prefijo de *tpto*. Si el espesor superficial fuese de 50 cm o menos, se ignora en el nombre del suelo, pero éste puede ser marcado en el mapa de suelos como indicador de fase. No es recomendable sistemáticamente incluir el calificador *tpto* si esto no agrega información que tenga implicaciones prácticas para el usuario.

1.7 Diferencias entre la Base Referencial del Recurso Suelo (WRB) y Soil Taxonomy (ST).

Se observa una notable convergencia entre los dos sistemas de clasificación. Las diferencias principales entre ambos sistemas están en la terminología utilizada para denominar los suelos y en que la WRB no utiliza información sobre los regímenes de humedad y temperatura del suelo, debido a que en muchas partes del mundo esta información no está disponible. Este sistema se basa en la superposición de capas de información. Así, al mapa de suelos se superpone información climática, lo que permite definir zonas agroecológicas en el nivel mundial (Porta *et al.*, 1999).

El hecho, de que ambos sistemas utilicen los mismos nombres para ciertos horizontes de diagnóstico (si bien con definiciones y requerimientos distintos) puede inducir a confusiones y errores. Esta circunstancia ya venía ocurriendo entre la Leyenda del mapa de Suelos (FAO-UNESCO-ISRIC, 1988) y Soil Taxonomy (SCS, 1998).

Según Eswaran *et al.* (2003), en el Cuadro 1 se demuestra que internacionalmente esta creciendo el interés por unificar los criterios para denominar los suelos y adjetivarlos de la misma manera, por ejemplo: Andosoles, Histosoles, Podzoles y Vertisoles. Evidentemente las coincidencias entre ambos sistemas son parciales, por las siguientes razones: en la ST los factores climáticos

son usados para diferenciar el nivel de Orden, por ejemplo, los Gelisoles y Aridisoles (cuadro 1), mientras que, la WRB evita el criterio climático; usa solamente 2 niveles categóricos (Grupo y unidad) mientras que, la Soil Taxonomy comprende 6 niveles (Orden, Suborden, Gran Grupo, Subgrupo, Familia y Serie); la WRB distingue 30 grupos de suelo de referencia en el nivel categórico más alto y la Soil Taxonomy diferencia 12 ordenes, en lugar de grupo. La WRB usa más horizontes de diagnóstico, propiedades y materiales que la Soil Taxonomy.

Aunque hay una gran similitud entre los nombres de horizontes de diagnóstico en la Soil Taxonomy y la WRB, las diferencias en la definición en muchas ocasiones es muy grande (por ejemplo los horizontes árgico y sálico). La WRB ha hecho un esfuerzo especial para simplificar los requisitos analíticos para clasificar los suelos.

Las unidades taxonómicas de la WRB son los horizontes de diagnóstico que son mensurables y observables, por lo tanto, identificadores básicos en la clasificación.

Cuadro 1. Correlación de los tipos de suelo entre la WRB (2000) y la Soil Taxonomy (1999).

WRB	Soil Taxonomy
Histosoles	Histosoles pp.
Criosoles	Gelisoles pp.
Antrosoles	Inceptosoles pp., Plaggepts
Leptosoles	Entisoles, subgrupo lítico pp.
Vertisoles	Vertisoles
FLuvisoles	Entisoles - Fluvents
Solonchaks	Aridisoles - Salorthids pp.
Gleysoles	Inceptisoles - Aquepts pp., Entisoles - Aquepts pp.
Andosoles	Andisoles
Podzoles	Spodosoles
Plintosoles	Oxisoles - Plinthaquox pp.
Ferrasoles	Oxisoles pp.
Solonetz	Aridisoles - Natrargids pp.
Planosoles	Alfisolos - Abruptic Albaqualf pp., Ultisoles - Abruptic Albaqualts pp.
Chernozems	Molisoles - Borolls pp.
Kastanozems	Molisoles - Ustolls, Xerolls pp.
Feozems	Molisoles - Udolls pp.
Gipsisoles	Aridisoles - Gypsids pp.
Durisoles	Aridisoles - Durids pp.
Calcisoles	Aridisoles Calcids pp.
Albeluvisoles	Alfisolos - Fraglossudalfs
Alisoles	Ultisoles - Udolts pp.
Nitisoles	Oxisoles - Kandiudox pp., Ultisoles - Kandiudults pp.
Acrisoles	Ultisoles - Udults, Ustults, Haplustalfs pp.
Luvisoles	Alfisolos pp.
Lixisoles	Alfisolos - Paleustalfs, Ustalfs, Udals, Ustalfs pp.
Umbrisoles	Inceptisoles pp.
Cambisoles	Inceptisoles pp.
Arenosoles	Entisoles - Psamments pp.
Regosoles	Entisoles pp.

pp. = en *pro* de la parte

En México no se cuenta con una clasificación de suelos propia, por lo que existe la necesidad de adoptar sistemas de clasificación desarrollados en otros países. Por tal motivo se adoptó el sistema de la FAO/UNESCO en 1968 mismo que fue modificada por la comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) (actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos (Bautista *et al*, 2005).

II HIPÓTESIS

Cada una de las especies del género *Manfreda* o grupos de ellas, crecen y se desarrollan en diferentes grupos de suelos, en función de una relación suelo-planta particular.

III OBJETIVO GENERAL

Caracterizar y describir los suelos de los lugares donde habitan las especies del género *Manfreda* y ubicarlos en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB por sus siglas en inglés).

IV OBJETIVOS PARTICULARES

Describir morfológicamente los perfiles edáficos en los lugares que habitan las especies del género *Manfreda*.

Caracterizar física y químicamente los suelos.

Describir la relación suelo-planta para cada una de las especies de dicho género.

Definir que factores edáficos determinan el establecimiento y desarrollo de las especies del género *Manfreda*.

Clasificar los suelos descritos de acuerdo con la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo.

Determinar las especies recolectadas del género.

V MATERIAL Y MÉTODOS

Con base en la información contenida en etiquetas de ejemplares de los herbarios MEXU, IPN, Chapingo, Colegio de postgraduados, UAM y FES Zaragoza pertenecientes a colecciones nacionales, se localizaron los sitios de recolecta del género *Manfreda* en los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Jalisco, México, Morelos, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas. Posteriormente se realizaron 7 salidas al campo para visitar estas localidades y registrar otras más, en ellas se recolectaron especímenes y muestras de suelo, también se realizaron y describieron morfológicamente perfiles de suelo.

La descripción morfológica se realizó con base en Cuanalo (1975) quien presenta una sección 1 para describir el sitio para ello se anota el número de perfil, quien lo describe, fecha, localización, localidad, elevación, relieve, drenaje superficial, flora y fauna. Asimismo, incluye una sección 2 donde se describe el perfil propiamente dicho en el que se anota para cada horizonte la siguiente información: superficie del suelo, número de estrato y símbolo del horizonte, profundidad, espesor, transición a las siguiente capa, humedad, color, textura, pedregosidad, estructura, consistencia, concentraciones e inclusiones de origen pedogenético (estratos endurecidos, cutanes y nódulos) poros, permeabilidad, raíces, fauna, reacción del suelo y drenaje del perfil.

Estos mismos factores edáficos son considerados por Siebe y Stahr (1996) ambos manuales difieren básicamente en el grado de detalle para la descripción de cada uno de ellos, en este estudio se utilizó el que más describe el respectivo parámetro. Las muestras recolectadas fueron pretratadas (secadas, molidas, tamizadas, pesadas y almacenadas) de acuerdo con Valencia y Hernández (2002), se analizaron física y químicamente en el laboratorio de Restauración de Suelos de la FES Zaragoza. Las determinaciones se realizaron utilizando las técnicas que se indican en el Cuadro 2. Para ubicar los suelos en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, los Grupos de Suelos de Referencia se distinguieron por la presencia o ausencia de *horizontes* de diagnóstico específicos, *propiedades* y/o *materiales*. Un número limitado de "*calificadores*" con definiciones únicas describe

individualmente *unidades de suelos*, dentro de los Grupos de Suelos de Referencia. En el Anexo 1 incluido en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (2000) se presenta la clave completa para la identificación de los Grupos de Suelos de Referencia y el Anexo 2 define los horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, usados para definir los Grupos de Suelos de Referencia.

El número de Grupos de Suelos de Referencia en la WRB se ha modificado (30), pero el número de unidades de suelos no. Las Unidades de Suelos son definidas sobre bases precisas de "Reglas para Identificar Unidades de Suelos"; los calificadores usados para identificar unidades de suelos son presentados en el Anexo 3 incluido en la Base.

En cada uno de los sitios se recolectaron ejemplares de las especies de *Manfreda* para su herborización y posterior determinación.

La caracterización ecológica de los sitios incluyó el registro de los siguientes factores: clima, tipo de vegetación de acuerdo con Rzedowski (1978) y algunas especies asociadas; relieve, pendiente, exposición, grado de erosión, uso actual del suelo, tipo de suelo, presencia-ausencia de un horizonte orgánico, su espesor y composición, presencia-ausencia de estratos endurecidos, pedregosidad o costras salinas en la superficie, tipo de material geológico, drenaje superficial y permeabilidad.

Para completar la caracterización ecológica y visualizar la información, se empleó el sistema de información geográfica ArcView GIS 3.2, el cual es una herramienta para representar datos georreferenciados, que permite analizar los patrones de distribución y genera informes con los resultados de dichos análisis. En el sistema se ubicaron los sitios de recolecta con la siguiente información: subprovincia fisiográfica, grupo de suelo según INEGI (1974), clima con el sistema de Köppen, modificado por García (1973) y Regiones Terrestres Prioritarias de CONABIO. La proyección empleada para los mapas generados fue de coordenadas geográficas (altitud, longitud) y datum NAD27.

Asimismo, se consultó la información climatológica mensual media y extrema de los parámetros que se obtienen en la red de estaciones climatológicas, estándar y provisionales para el período 1961-1990, que actualmente están vigentes, esto se

realizó en los estados de Chihuahua, México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas, tomando en cuenta la estación climatológica más cercana a la localidad registrada (Aguascalientes, Arcelia, Autlán, Chichihualco, Cd. Creel, Cd. Mante, Col. Manuel Avila Camacho, Cuernavaca, El Arenal, Huejutla, Huichapan, Ixtapan de la Sal, Ixtlahuacán del Río, Jalpan de Serra, Juchipila, Juventino Rosas, Malinalco, Mineral del Monte, Nuevo Padilla, Oaxtepec, San Fernando, San Joaquín, San Juanito, San Luis Potosí, Sombrerete, Sultepec, Temamatla, Temascaltepec, Tejupilco, Tepejí del Río, Tlanchinol, Zacualtipán, Zacualpan, Zapopan).

Cada una de las localidades visitadas fue georreferenciada con un geoposicionador MAGELLAN modelo MAP 330; además se registro la altitud, también se anoto la fecha y nombre de la localidad, en un formato previamente elaborado para este fin.

La determinación de los especímenes recolectados se realizó con la ayuda de un microscopio estereoscópico y las claves taxonómicas propuestas por Verhoek (1975), Rose (1903) y Mc Vaugh (1989) bajo la asesoría de personal especializado.

Para describir la relación suelo-planta se utilizaron: profundidad, tipo de roca, textura, materia orgánica, pH, capacidad de intercambio catiónico y conductividad eléctrica, como las propiedades más distintivas entre los suelos, así como aquellas que han demostrado tienen influencia directa en la distribución de la cubierta vegetal (Basnet, 1992; Belsky *et al.*, 1993; Goodland y Pollard, 1973; Hall y Swaine, 1976; Johnston, 1992 y Vetaas, 1992). Se analizaron las propiedades del suelo y las especies recolectadas que conforman este género a fin de determinar cual o cuales tiene mayor influencia en su establecimiento y desarrollo.

Cuadro 2. Técnicas utilizadas en el análisis físico y químico de muestras de suelo

PARÁMETRO	MÉTODO
Color	Comparación con Tablas Munsell (en seco y húmedo) (Munsell, 1990)
Densidad aparente	De la probeta (Baver, <i>et al.</i> , 1980)
Densidad real	Del picnómetro (Gavande, 1979)
Textura	Bouyoucos (Black, 1965, citado en Gavande, 1979)
Materia orgánica	Método Walkley-Black (Black, 1934, citado en Gavande, 1979)
pH	Potenciómetro (relación 1:1 acuoso)
Por ciento de carbono orgánico	Cálculo con la fórmula %C = % de MO en el suelo/1.724
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.)	Por medio del cloruro de calcio titulándolo después con EDTA (Jackson, 1982)
Conductividad eléctrica	Pasta de saturación (López, 1974)
Carbonatos y bicarbonatos	Extracción con agua en pasta de saturación titulación con ácido sulfúrico 0.05N (Jackson, 1982)
Cloruros	Extracción con agua en pasta de saturación titulación con Nitrato de plata (Jackson, 1982)
Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ y K ⁺ intercambiables	Con solución de NH ₄ Cl 0.1 N en alcohol etílico al 70% (p/v) (Pfeffer P. <i>et al.</i> , 1967)
Clasificación de los suelos	Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, 2000.

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Descripción de perfiles

A continuación se presenta la descripción de cada uno de los perfiles en el orden en que fueron realizados en campo. Cabe aclarar que en algunos casos únicamente se describió el sitio y se clasificó el suelo con base en la presencia de horizontes de diagnóstico. No se recolectaron muestras de suelo para su análisis en el laboratorio por identificarse como un suelo previamente recolectado en otra localidad.

Descripción morfológica del perfil 1

Especie: *Manfreda scabra* (Ort.) McVaugh y *Manfreda guttata* (Jacobi y Bouché) Rose

Localidad: Zacatecas, carretera Fresnillo-Durango, entre Baluarte y Medina.

Ubicación: 23° 28' 57" N, 103° 07' 23" W

Altitud: 2179 m

Fecha de descripción: 25 de marzo de 2004

Pendiente: 12 %

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea granítica

Permeabilidad: rápida a muy rápida

Clima: BS₁kw

Hábitat: matorral xerófilo, con *Acacia*, *Forestiera*, *Quercus*, *Opuntia* y *Yucca*,

Erosión: hídrica muy ligera, casi imperceptible

Uso actual: pecuario

Tipo de suelo: Phaeozem háplico

Horizonte de diagnóstico: epipedón mólico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-28	Transición al horizonte C, tenue con límite irregular, ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro), en húmedo 10 YR 2/1 (negro). Arena Migajónoso. Pedregosidad de 5.0-20 %, piedras tamaño medio (5.0-10 cm de diámetro). Estructura levemente desarrollada, consistencia en seco blanda y en húmedo friable, cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), desde micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos e intersticiales. Permeabilidad rápida. Raíces extremadamente abundantes (100-500 por 3 dm ²), de finas (menos de 1 mm de diámetro) a medias (3.0-10 mm de diámetro). Fauna conspicua una cantidad considerable de himenópteros, buen drenaje. No calcáreo, alofanos moderados y reacción al H ₂ O ₂ .

C	28-48	Transición al horizonte R tenue, límite irregular, se encuentra ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 4/2 (castaño oscuro), en húmedo 10 YR 2/1 (negro). Arena Migajónoso. Pedregosidad 20-50 %, piedras grandes (10-20 cm). Estructura levemente desarrollada, consistencia en seco suelto y en húmedo friable, cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros numerosos, desde micro a finos, continuos e intersticiales. Permeabilidad rápida. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ³), medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. No calcáreo, alofanos moderados y reacción al H ₂ O ₂ .
---	-------	--

Descripción morfológica del perfil 2

Especie: *Manfreda singuliflora* (S. Wats.) Rose
 Localidad: Chihuahua, desviación a Huetosacachi km 15 carretera San Juanito-Creel, rumbo a Creel.
 Ubicación: 27° 47' 22'' N, 107° 38' 30'' W
 Altitud: 2 436 m.
 Fecha de descripción: 26 de marzo de 2004
 Pendiente: 14 %
 Drenaje superficial: sitio donador
 Material parental: roca ígnea
 Permeabilidad: rápida
 Clima: C b' (w₂) x'
 Hábitat: bosque de coníferas
 Erosión: hídrica
 Uso actual: forestal
 Tipo de suelo: Leptosol epidístrico
 Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte C tenue con límite horizontal, seco. Color en seco 10 YR 6/2 (gris pardusco claro), en húmedo 10 YR 3/2 (castaño grisáceo muy oscuro). Arena Migajónoso. Muy pedregoso 20-50%, piedras medias de 5.0-10 cm. Sin estructura. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), muy finos, 0.075-1.0 mm y continuos. Permeabilidad muy rápida. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²), medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Excesivamente drenado. No calcáreo, alofanos moderados y reacción al H ₂ O ₂ .
C	10-40	Seco, color en seco 10 YR 7/2 (gris ligero), en húmedo (gris oscuro). Arena Migajónoso. Ligeramente pedregoso 1-5%, piedras pequeñas de 1.0-5.0 cm. Sin estructura. Poros numerosos más de 200 por dm ² , muy finos (0.075-1.0 mm) y continuos. Permeabilidad rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²) y gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, alofanos moderados y reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 3

Especie: *Manfreda singuliflora* (S. Wats.) Rose
Localidad: Chihuahua, Sierra Tarahumara, sobre la carretera Creel-Arareco, 5 km de Ciudad. Creel, carretera Huachochi.

Ubicación: 27° 43'11"N, 107° 37'20" W

Altitud: 2 360 m

Fecha de descripción: 27 de marzo de 2004.

Pendiente: 25%

Drenaje superficial: sitio donador.

Material parental: roca ígnea, reolítica intemperizada.

Permeabilidad: rápida a muy rápida

Clima: C b' (w₂) x'

Hábitat: bosque de coníferas con *Juníperus* y *Pinus*.

Erosión: hídrica de moderada a severa en un 50-70% del área

Uso actual: forestal y pecuario limitado.

Tipo de suelo: Leptosol lítico

Horizonte de diagnóstico: ausente



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte R tenue con límite irregular, seco. Color en seco 10 YR 7/2 (gris ligero), en húmedo 10 YR 4/1 (gris oscuro). Migajón arenoso. Extremadamente pedregoso de 50-75%, piedras grandes 10-20 cm, angulares y subangulares. Sin estructura. Pocos poros (1.0-50 por dm ²), tamaño mediano (2-5 mm). Permeabilidad muy rápida. Raíces muy raras (1.0 por 3 dm ³) y finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Excesivamente drenado. No calcáreo, sin alofanos y sin reacción al H ₂ O ₂ .
R		Roca continua dura

Descripción morfológica del perfil 4

Especie: *Manfreda singuliflora* (S. Wats.) Rose

Localidad: Chihuahua, carretera Creel-San Juanito, rumbo a la Junta.

Ubicación: 27° 51' 55'' N, 107° 35' 05'' W

Altitud: 2 365 m

Fecha de descripción: 27 de marzo de 2004

Pendiente: 10%

Drenaje superficial: sitio donador.

Material parental: roca ígnea, reolítica

Permeabilidad: rápida

Clima: C b' (w₂) x'

Hábitat: bosque de coníferas, con *Juníperus* y *Quercus*.

Erosión: hídrica

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Leptosol lítico

Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte R tenue con límite irregular, seco. Color en seco 10 YR 6/2 (gris parduzco claro), en húmedo 10 YR 2/1 (negro). Arenoso. Extremadamente pedregoso, 50-75%, piedras grandes, 10-20 cm angulares y subangulares. Sin estructura. Pocos poros (1.0-50 por dm ²), tamaño mediano (2-5 mm). Permeabilidad muy rápida. Raíces muy raras (1.0 por 3 dm ²) y finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Excesivamente drenado. No calcáreo, sin presencia de alofanos y sin reacción al H ₂ O ₂ .
R		Roca continua dura

Descripción morfológica del perfil 5

Especie: *Manfreda singuliflora* (S. Wats.) Rose

Localidad: Chihuahua, carretera Creel San Juanito-La Junta, km 55 rumbo a la Junta.

Ubicación: 28°00'18'' N, 107°35'42''

Altitud: 2 411 m

Fecha de descripción: 27 de marzo de 2004

Pendiente: 10%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea reolítica intemperizada

Permeabilidad: rápida

Clima: C b' (w₂) x'

Hábitat: bosque de *Quercus*, con *Salix*

Erosión: hídrica

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Leptosol lítico

Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte R tenue con límite irregular, seco. Color en seco 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro), en húmedo 10 YR 3/3 (castaño oscuro). Arena-Migajónoso. Pedregoso 5.0-20%, piedras grandes, 10-20 cm angulares y subangulares. Sin estructura. Pocos poros (1.0-50 por dm ²) de tamaño mediano (2.0-5.0 mm). Permeabilidad muy rápida. Raíces muy raras (1.0 por 3 dm ²), de finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Excesivamente drenado. No calcáreo, sin presencia de alofanos y sin reacción al H ₂ O ₂ .
R		Roca continua dura

Descripción morfológica del perfil 6

Especie: *Manfreda scabra* (Ortega) McVaugh y *Manfreda pringlei* Rose

Localidad: Estado de México, carretera Federal México-Puebla km 24 ½, cerca de Loma Ancha y a 4 km de la Col. Manuel Avila Camacho.

Ubicación: 19° 19' N, 98° 46' W

Altitud: 2 900

Fecha de descripción: 24 de abril de 2004

Pendiente: 35%

Drenaje superficial: sitio donador.

Material parental: roca ígnea granítica

Permeabilidad: rápida a muy rápida

Clima: C (w₂)

Hábitat: bosque de coníferas con *Quercus*

Erosión: ligera

Uso actual: forestal y agropecuario

Tipo de suelo: Andosol úmbrico

Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-20	Transición al horizonte C media con límite ondulado, ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 3/2 (castaño grisáceo muy oscuro), en húmedo 10 YR 2/2 (castaño muy oscuro). Migajón-arenoso. Pedregoso 5.0-20%, piedras medias (5.0-10 cm), forma subangular. Estructura moderadamente desarrollada, consistencia en seco blando, en húmedo friable y cuando muy húmedo pegajoso, ligeramente plástico. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), desde micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm de diámetro), tubulares, continuos, oblicuos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), de finas (menos de 1.0 mm) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Fauna conspicua, coleópteros. Bien drenado. No calcáreo, poca presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
C	20-30	Seco, color en seco 10 YR 6/3 (castaño pálido), en húmedo 10 YR 4/4 (castaño amarillento oscuro). Migajón-arenoso. Pedregoso 15-20%, piedras grandes (10-20 cm), forma subangular. Estructura débilmente desarrollada, consistencia en seco blando, en húmedo friable y cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros numerosos, más de 200 por dm ² , desde micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm de diámetro), tubulares, continuos, oblicuos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad rápida. Raíces comunes (10-100 por dm ²), medias (3.0-10 mm de diámetro) a gruesas. Fauna conspicua, anélidos. Bien drenado. No calcáreo, poca presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 7

Especie: *Manfreda scabra* (Ortega) McVaugh
 Localidad: Jalisco, Amatitlan-Jalisco, después de Tequila Municipio el Arenal.
 Ubicación: 20° 47' 59" N, 103° 42' 06" W
 Altitud: 1 373 m
 Fecha de descripción: 23 de mayo de 2004
 Pendiente: 4 a 5%
 Drenaje superficial: sitio normal
 Material parental: roca ígnea andesita
 Permeabilidad: rápida
 Clima: (A) C (w₁)
 Hábitat: campo de cultivo. Agave tequilero
 Erosión: ligera
 Uso actual: agrícola
 Tipo de suelo: Luvisol crómi-dístrico
 Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico
 endopedón árgico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A ₁	0-15	Transición al horizonte A ₂ marcada con límite irregular, seco. Color en seco 5 YR 4/4 (castaño rojizo), en húmedo 5 YR 3/4 (castaño rojizo oscuro). Pocas manchas tenues de tamaño medio. Arcilloso. Sin piedras (menos del 1.0%). Sin estructura. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), tamaño fino (1.0-2.0 mm), intersticial.es, continuos y caóticos. Permeabilidad lenta. Raíces abundantes (100-500 por dm ²), medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y sin reacción al H ₂ O ₂ .
A ₂	15-30	Transición al horizonte B marcada con límite horizontal, seco. Color en seco 5 YR 4/6 (rojo amarillento), en húmedo 5 YR 3/4 (castaño rojizo oscuro). Arcilloso. Sin piedras (menos del 1.0%). Débilmente estructurado, consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso y no plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), finos (1.0-2.0 mm de diámetro) y continuos. Permeabilidad lenta. Raíces comunes (10-100 por dm ²) y gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y reacción moderada al H ₂ O ₂ .
Bt	30-50	Transición al horizonte C marcada con límite horizontal, seco. Color en seco 5 YR 4/4 (castaño rojizo), en húmedo 5 YR 3/4 (castaño rojizo oscuro). Arcilloso. Sin piedras, menos del 1.0%. Moderadamente estructurado, consistencia en seco suelta, en húmedo muy friable, cuando muy húmedo pegajoso y plástico. Poros frecuentes (50- 200 por dm ²), desde micro (menos de 0.075 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), discontinuos y horizontales, fuera de los agregados. Permeabilidad rápida. Raíces muy raras (menos de 1 por 3 dm ²) finas (menos de 1 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y reacción moderada al H ₂ O ₂ .
C	50-70	Transición al horizonte R marcada con límite horizontal, seco. Color en seco 5 YR 4/6 (rojo amarillento), en húmedo 5YR 3/3 (castaño rojizo oscuro). Arcilloso. Sin piedras, menos del 1%. Moderadamente estructurado, consistencia en seco muy duro, en húmedo muy firme y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso y no plástico. Nódulos abundantes, 15-50% en volumen, pequeños (1.0-5.0 cm), blancos, esferoides, duros. Poros

		frecuentes, 50-200 por dm ² , desde micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos, horizontales y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Sin raíces y fauna conspicua. Pobremente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y reacción al H ₂ O ₂ .
--	--	--

Descripción morfológica del perfil 8

Especie: *Manfreda scabra* (Ortega) McVaugh
Localidad: Hidalgo, carretera México-Querétaro km 82

Ubicación: 19° 57' 56" N, 099° 25' 34" W

Altitud: 2 291 m

Fecha de descripción: 6 de julio de 2004

Pendiente: 12-14%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea tipo basalto.

Permeabilidad: rápida

Clima: C (w₀)

Hábitat: matorral xerófilo, con *Acacia*, *Agave*, *Echeandia*, *Lysiloma*, *Opuntia* y *Polianthes*.

Erosión: imperceptible

Uso actual: forestal, pecuario y agrícola.

Tipo de suelo: Phaeozem epilépti-lúvico

Horizonte de diagnóstico: epipedón mólico
endopedón árgico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-25	Transición al horizonte Bt marcada con límite irregular, ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 2/1 (negro), en húmedo 10 YR 2/1 (negro). Migajón arenoso. Muy pedregoso (30%), piedras grandes (15 cm de diámetro), angulares y subangulares. Estructura moderadamente desarrollada, tiende a ser grumosa, agregados poliédricos, consistencia en seco ligeramente duro, en húmedo friable, cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, ligeramente plástico. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), tamaño micro (menos de 0.075 mm) y finos (1.0- 2.0 mm), intersticiales, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad rápida. Raíces extremadamente abundantes (más de 500 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm) a gruesas (20 mm de diámetro). Fauna conspicua himenópteros y larvas de coleópteros. Bien drenado. No calcáreo, presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
Bt	25-30	Transición al horizonte C marcada con límite ondulado, húmedo. Color en seco 10 YR 3/1 (gris muy oscuro), en húmedo 10 YR 3/1 (gris muy oscuro). Arcilloso. Extremadamente pedregoso (50-75%), piedras grandes (más de 20 cm). Estructura fuertemente desarrollada, poliédrica, consistencia en seco duro, en húmedo firme y cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), discontinuos e intersticiales, dentro y entre los agregados. Raíces comunes (10-100 por dm ²), finas con pocas gruesas. Sin fauna conspicua. Permeabilidad muy lenta. A una profundidad de 25 cm inicia el horizonte Bt, arcillas tipo montmorillonita, no es continuo en toda la superficie del suelo, formandose entre las rocas basálticas fragmentadas que representan un 60% en volumen. Bien drenado. No calcáreo, presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
C	30-	

Descripción morfológica del perfil 9

Especie: *Manfreda* sp. nov. 1

Localidad: Hidalgo, carretera Huichapan-

Tecoauatla a 500 m de San Francisco

Ubicación: 20° 28' 07" N, 099° 43' 12" W

Altitud: 1 927 m

Fecha de descripción: 6 de julio de 2004

Pendiente: 35%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca sedimentaria dura
(CaCO₃) arenisca.

Permeabilidad: muy rápida.

Clima: BS₁ k w

Hábitat: matorral xerófilo, con *Myrtillocactus* y
Yucca

Erosión: muy erosionado

Uso actual: conservación de la fauna y flora silvestre, pastoreo limitado

Tipo de suelo: Leptosol lítico

Horizonte de diagnóstico: ausente



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte C tenue con límite muy irregular, seco. Color en seco 10 YR 5/2 (castaño grisáceo), en húmedo 10YR 3/3 (castaño oscuro). Arena-Migajónoso. Pedregoso (5.0-20%). Sin estructura. Poros numerosos (más de 200 por dm ²) muy finos (0.075-1.0 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos. Permeabilidad muy rápida. Raíces comunes (10-100 dm ²) de finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Excesivamente drenado. No calcáreo con presencia de alofanos y reacción moderada al H ₂ O ₂ .
C	10-	Areniscas consolidadas

Descripción morfológica del perfil 10

Especie: *Manfreda guttata* (Jacobi y Bouché) Rose
Localidad: Hidalgo, carretera Huichapan-Querétaro rumbo a la presa Huichapan.
Ubicación: 20°18'37'' N, 099°43'44'' W
Altitud: 2 189 m
Fecha de descripción: 6 de julio de 2004
Pendiente: 8%
Drenaje superficial: sitio donador
Material parental: roca caliza.
Permeabilidad: rápida.
Clima: BS₁ k w
Hábitat: matorral xerófilo, con *Opuntia* y *Myrtillocactus*
Erosión: hídrica moderada
Uso actual: pastoreo
Tipo de suelo: Leptosol lítico
Horizonte de diagnóstico: ausente



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-8	Transición al horizonte R media, con límite irregular, húmedo. Color en seco 10 YR 4/3 (castaño o castaño oscuro), en húmedo 10 YR 2/1 (negro). Migajón arenoso. Pedregoso (10%), piedras pequeñas (1.0-5.0 cm). Estructura levemente desarrollada, consistencia en seco suelto, en húmedo suelto, cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) de micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos, caóticos e intersticiales. Permeabilidad muy rápida. Raíces comunes (10-100 por dm ²). Fauna conspicua himenópteros. Bien drenado. Pedregoso (40%), en la superficie del suelo se observan dos tipos de roca: basáltica y caliza; drenaje rápido, contacto lítico. No calcáreo con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
R		Roca caliza continua muy dura

Descripción morfológica del perfil 11

Especie: *Manfreda guttata* (Jacobi y Bouché) Rose

Localidad: Guanajuato, carretera Juventino Rosas

Guanajuato

Ubicación: 20° 42' 38" N, 101° 02' 40" W

Altitud: 1 034 m

Fecha de descripción: 6 de julio de 2004

Pendiente: 2%

Drenaje superficial: sitio normal

Material parental: roca ígnea extrusiva

Permeabilidad: lenta

Clima: C (w₁)

Hábitat: campo de cultivo, sorgo y maíz

Erosión: imperceptible

Uso actual: agrícola

Tipo de suelo: Vertisol mesotrófi-pélico

Horizonte de diagnóstico: epipedón mólico
endopedón vértico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0-20	Transición al horizonte A ₂ marcada con límite ondulado, muy húmedo. Color en seco 10 YR 3/1 (gris muy oscuro), en húmedo 10 YR 2/1 (castaño amarillento). Arcilloso. Sin piedras menos del 1.0%. Estructura en bloques fuertemente desarrollada, consistencia en seco muy duro, en húmedo extremadamente firme, cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) muy finos (0.075-1.0 mm) a finos (1.0-2.0 mm), intersticiales, continuos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Pocas raíces (5.0-10 por 3 dm ²) finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ . Pedregosidad en la superficie 5.0% con piedras redondeadas de 8 mm de diámetro.
B	20-	Muy húmedo. Color en seco 10 YR 3/1 (gris muy oscuro), en húmedo 10YR 5/4 (negro). Arcilloso. Extremadamente pedregoso (60%) piedras pequeñas (1.0-1.5 cm de diámetro). Estructura fuertemente desarrollada, consistencia en seco muy duro, en húmedo extremadamente firme, cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Poros frecuentes de muy finos a finos, continuos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Raíces raras (3.0-5.0 por 3 dm ²) finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 12

Especie: *Manfreda aff. guttata* (Jacobi y Bouché) Rose

Localidad: Guanajuato, carretera Juventino Rosas,
Guanajuato localidad la Cuevita.

Ubicación: 20° 50' 18" N, 101° 02' 04" W

Altitud: 2 174 m

Fecha de descripción: 7 de julio de 2004

Pendiente: 35%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: rápida.

Clima: C (w₁)

Hábitat: Pastizal, con *Opuntia*

Erosión: moderada

Uso actual: pastoreo limitado y agrícola

Tipo de suelo: Leptosol esquelético

Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-30	Transición al horizonte C marcada con límite ondulado, húmedo. Color en seco 10 YR 5/2 (castaño grisáceo), en húmedo (castaño grisáceo muy oscuro). Migajón arcillo-arenoso. Piedras dominantes (más de 75%) piedras medias (5.0-10 cm) a muy grandes (30 cm), redondeadas y subangulares. Sin estructura. Poros numerosos, muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a finos (1.0-2.0 mm de diámetro), discontinuos, caóticos e intersticiales. Permeabilidad rápida. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²) de finas (menos de 1 mm de diámetro) a delgadas (1.0-3 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
R		Conglomerado consolidado

Descripción morfológica del perfil 13

Especie: *Manfreda pringlei* Rose

Localidad: Aguascalientes, carretera Calvillo-Aguascalientes desviación a Milpillas.

Ubicación: 21°55'12" N, 102°33'36" W

Altitud: 2 154 m

Fecha de descripción: 8 de julio de 2004

Pendiente: 12%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea (riolitas)

Permeabilidad: rápida.

Clima: C (w_o)

Hábitat: matorral xerófilo, con *Acacia*, *Quercus* y *Polianthes*

Erosión: ligera

Uso actual: pecuario y forestal

Tipo de suelo: Phaeozem estagnico

Horizonte de diagnóstico: epipedón mólico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A ₁	0-20	Transición al horizonte C media con límite ondulado, mojado. Color en seco 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro) y en húmedo 10 YR 3/2 (castaño grisáceo muy oscuro). Migajón arcillo-arenoso. Pedregoso (10%), piedras pequeñas (5.0 cm de diámetro) y piedras medias (15 cm de diámetro). Estructura moderadamente desarrollada poliédrica subangular, consistencia en seco muy duro, en húmedo muy firme y cuando muy húmedo ligeramente plástico, no pegajoso. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) de muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a finos (1.0-2.0 mm de diámetro), caóticos, dentro de los agregados, continuos e intersticiales. Permeabilidad rápida. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²) de finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
A ₂	20-55	A esta profundidad el suelo esta saturado con agua, no se observa la transición al horizonte R. Color en seco 10 YR 7/2 (gris ligero), en húmedo 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro). Migajón-arenoso. Pedregoso (15%) piedras grandes (20 cm de diámetro) angulares y subangulares. Estructura débilmente desarrollada poliédrica subangular, consistencia en seco duro, en húmedo firme, cuando muy húmedo plástico y ligeramente pegajoso. Poros frecuentes de muy finos a finos, caóticos, continuos e intersticiales. Permeabilidad muy lenta. Pocas raíces (5.0-10 por 3 dm ²) de finas a gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 14

Especie: *Manfreda guttata* (Jacobi y Bouché) Rose

Localidad: Aguascalientes, carretera Aguascalientes-Calvillo, 3 km del pueblo Sauz.

Ubicación: 21°53'11" N, 102°36'39" W

Altitud: 1 964 m

Fecha de descripción: 8 de julio de 2004

Pendiente: 3%

Drenaje superficial: sitio receptor

Material parental: roca ígnea granítica reolitica

Permeabilidad: muy rápida.

Clima: BS₁ h w

Hábitat: matorral xerófilo, con *Allium*, *Mimosa*, *Opuntia* y *Yucca*

Erosión: moderada

Uso actual: pecuario

Tipo de suelo: Leptosol lítico

Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte R tenue con límite irregular, seco. Color en seco 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro), en húmedo 10 YR 3/2 (castaño grisáceo muy oscuro). Migajón arenoso. Extremadamente pedregoso (70%), piedras medias (5.0-10 cm), angulares y subangulares. Estructura débilmente desarrollada con terrones subangulares, consistencia en seco blando en húmedo friable en muy húmedo ligeramente pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) de micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm de diámetro), continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), delgadas (1.0-3.0 mm de diámetro) a medias (3.0-5.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia moderada de alofanos y reacción moderada al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 15

Especie: *Manfreda potosina* (Robinson y Greem) Rose

Localidad: San Luis Potosí, carretera San Luis Potosí-Matehuala entre el km 20 y 21

Ubicación: 22°17'31" N, 100°50'33" W

Altitud: 1 832 m

Fecha de descripción: 9 de julio de 2004

Pendiente: 1%

Drenaje superficial: sitio receptor

Material parental: roca caliza

Permeabilidad: muy rápida.

Clima: BS₀k w

Hábitat: matorral xerófilo, con *Larrea*, *Opuntia* y *Prosopis*,

Erosión: moderada

Uso actual: pecuario y forestal

Tipo de suelo: Calcisol háplico

Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico
endopedón cálcico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-30	Transición al horizonte C marcado con límite horizontal, seco. Color en seco 10 YR 6/3 (castaño pálido), en húmedo es 10 YR 4/3 (castaño oscuro). Migajón-arenoso. Pedregoso (5-20%), piedras pequeñas (1.0-5.0 cm). Estructura levemente desarrollada, poliédrica subangular, consistencia en seco suelto, en húmedo friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) de micro (menos de 0.075 mm) a muy finos (0.075-1.0 mm de diámetro) continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad moderada. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²) de finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Fauna conspicua (himenópteros y roedores). Excesivamente drenado. Muy calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
C	30-70	Seco. Color en seco 10 YR 7/3 (castaño muy pálido), en húmedo 10 YR 5/4 (castaño amarillento). Migajón-arenoso. Pedregoso (5.0-20%) piedras pequeñas (1.0-5.0 cm). Sin estructura. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) de micro (menos de 0.075 mm de diámetro) a finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos. Permeabilidad moderada. Raíces raras (3.0-5.0 por dm ²) y finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. Muy calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción del sitio 16

Especie: *Manfreda potosina* (Robinson y Greem) Rose
Localidad: San Luis Potosí, 7 km de Villa Hidalgo hacia Guadalucazar.
Ubicación: 22°29'47" N, 100°39'56" W
Altitud: 1 620 m
Fecha de descripción: 9 de julio de 2004
Pendiente: 1%
Drenaje superficial: sitio receptor
Material parental: roca caliza
Permeabilidad: muy rápida
Clima: BS₀kw
Hábitat: matorral xerófilo, con *Larrea*, *Opuntia* y *Prosopis*.
Erosión: moderada
Uso actual: pecuario y forestal
Tipo de suelo: Calcisol háplico
Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico
endopedón cálcico

Descripción del sitio 17

Especie: *Manfreda pringlei* Rose
Localidad: Morelos, carretera Xochimilco-Oaxtepec, cerca del poblado de San Felipe Neri.
Ubicación: 19°01'57" N, 098°57'06" W
Altitud: 2 452 m
Fecha de descripción: 11 de agosto de 2004
Pendiente: 35%
Drenaje superficial: sitio donador
Material parental: roca ígnea
Permeabilidad: rápida
Clima: C (w₂)
Hábitat: bosque de coníferas con *Govenia*
Erosión: ligera
Uso actual: forestal y agropecuario
Tipo de suelo: Andosol úmbrico
Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico

Descripción morfológica del perfil 18

Especie: *Manfreda pubescens* (Regel y Ortega) Verhoek-Williams

Localidad: Morelos, Cerro las Mariposas alrededor de San José de los Laureles.

Ubicación: 18°58'31" N, 099°00'09" W

Altitud: 1 794 m

Fecha de descripción: 11 de agosto de 2004

Pendiente: 2%

Drenaje superficial: sitio receptor

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₂)

Hábitat: campo de cultivo, maíz

Erosión: ligera

Uso actual: agrícola

Tipo de suelo: Umbrisol háplico

Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A ₁	0-30	Transición al horizonte A ₂ marcada con límite horizontal, ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 6/4 (castaño amarillento claro), en húmedo es 10 YR 3/3 (castaño oscuro). Migajón-arenoso. Sin piedras, estructura moderadamente desarrollada, consistencia en seco blando, en húmedo friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, ligeramente plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²) de finas (menos de 1 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Fauna conspicua (coleópteros y ortópteros). Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
A ₂	30-60	Transición al horizonte B marcada con límite ondulado. Ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 6/6 (amarillo pardusco) y en húmedo 10 YR 3/3 (castaño oscuro). Migajón arcilloso. Sin piedras, estructura levemente desarrollada, consistencia en seco blando, en húmedo firme y cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) micro a finos, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad moderada. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²) finas a medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
B	60-100	Transición al horizonte C marcada con límite horizontal, ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 6/6 (amarillo pardusco), en húmedo 10 YR 4/4 (castaño amarillento oscuro). Migajón arcilloso. Sin piedras, estructura fuertemente desarrollada, poliédrica subangular, consistencia en seco ligeramente duro, en húmedo firme y cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) micro a finos, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad moderada. Raíces comunes, de finas a medias. Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 19

Especie: *Manfreda pubescens* (Regel y Ortega) Verhoek-Williams
Localidad: Morelos, en la cima del cerro las Mariposas San José de los Laureles
Ubicación: 18°52'12" N, 099°00'46" W
Altitud: 2 043 m
Fecha de descripción: 11 de agosto de 2004
Pendiente: 7%
Drenaje superficial: sitio donador
Material parental: roca ígnea
Permeabilidad: rápida
Clima: C (w₂)
Hábitat: campo de cultivo, con maíz
Erosión: ligera
Uso actual: agricultura
Tipo de suelo: Leptosol lítico
Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte R marcada con límite irregular, seco. Color en seco 10 YR 3/2 (castaño grisáceo muy oscuro), en húmedo 10 YR 2/1 (negro). Migajón arenoso. Sin piedras, sin estructura. Pocos poros (1.0 por dm ²), micro (menos de 0.075 mm), discontinuos y caóticos. Permeabilidad rápida. Raíces muy raras (menos de 1.0 por 3 dm ²) y finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción del sitio 20

Especie: *Manfreda pubescens* (Regel y ort.) Verhoek- Williams y *Manfreda aff. elongata* Rose
Localidad: Morelos, carretera Cuernavaca-Buena Vista del Monte, aproximadamente 3 km al oeste de Cuernavaca.
Ubicación: 18°57'57" N, 099°17'20" W
Altitud: 2 034 m
Fecha de descripción: 12 de agosto de 2004
Pendiente: 2%
Drenaje superficial: sitio receptor
Material parental: roca ígnea
Permeabilidad: rápida
Clima: C (w₂)
Hábitat: bosque de coníferas, con *Begonia*, *Dhalia* y *Echeandia*
Erosión: ligera
Uso actual: agrícola
Tipo de suelo: Umbrisol háplico
Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico

Descripción morfológica del perfil 21

Especie: *Manfreda sp.*

Localidad: Morelos, carretera Ocuilán de Arteaga-Cuernavaca

Ubicación: 18°59'06'' N, 099°19'43'' W

Altitud: 2 297 m

Fecha de descripción: 12 de agosto de 2004

Pendiente: 100%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: rápida a excesiva

Clima: C (w₂)

Hábitat: bosque de coníferas

Erosión: moderada

Uso actual: forestal y pecuario

Tipo de suelo: Regosol téfrico

Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-50	Transición al horizonte R marcado con límite irregular, húmedo. Color en seco 10 YR 7/2 (gris ligero), en húmedo 10 YR 4/3 (castaño). Migajón-arenoso. Extremadamente pedregoso (50-75%), piedras medianas (5.0-10 cm). Estructura levemente desarrollada, consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos e intersticiales. Permeabilidad rápida. Pocas raíces (5.0-10 por 3 dm ²) y finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con poca presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 22

Especie: *Manfreda revoluta* (Klotzsch) Rose y

Manfreda pringlei Rose

Localidad: Estado de México, Zona arqueológica de Malinalco.

Ubicación: 18°57'10" N, 099°30'15" W

Altitud: 1 892 m

Fecha de descripción: 12 de agosto de 2004

Pendiente: 100%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: muy rápida

Clima: (A) C (w₂)

Hábitat: bosque tropical caducifolio, con *Achimenes*, *Bursera*, *Ceiba*, *Echandia* y *Ficus*)

Erosión: imperceptible

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Luvisol dístico

Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico

endopedón árgico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-20	Transición al horizonte B marcada con límite horizontal, ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 5/4 (castaño amarillento), en húmedo 10 YR 3/4 (castaño amarillento oscuro). Migajón-arenoso. Estructura levemente desarrollada, consistencia en seco blando, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, no plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm de diámetro), continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad rápida. Raíces extremadamente abundantes (más de 500 por 3 dm ²), de finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. No calcáreo, con poca presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
Bt	20-40	Ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 4/3 (castaño o castaño oscuro), en húmedo 10 YR 2/2 (castaño muy oscuro). Arcilloso. Pedregoso (5.0-20%), piedras muy grandes (más de 20 cm), subangulares. Estructura moderadamente desarrollada, consistencia en seco blando, en húmedo firme y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, ligeramente plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), micro a finos, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²) finas a medias (3.0-10 mm de diámetro). Fauna conspicua coleópteros y ortópteros. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 23

Especie: *Manfreda* sp.nov. 2, *Manfreda scabra* (Ort.) McVaugh y *Manfreda* aff. *revoluta* (Klotzsch)

Rose

Localidad: Estado de México, entre Ixtapan de la sal y Villa Guerrero.

Ubicación: 18°52'00'' N, 099°38'01'' W

Altitud: 1 811m

Fecha de descripción: 12 de agosto de 2004

Pendiente: 70%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w_1)

Hábitat: bosque tropical caducifolio con *Agave*, *Bursera* y *Ficus*.

Erosión: ligera

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Leptosol lítico

Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte C marcada con límite irregular, húmedo. Color en seco 10 YR 4/1 (gris oscuro), en húmedo 10 YR 2/1 (negro). Migajón-arenoso. Extremadamente pedregoso (50-75%) piedras grandes (10-20 cm) a muy grandes (más de 20 cm). Estructura moderadamente desarrollada, consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, no plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm^2), micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad rápida. Raíces comunes (10-100 por $3 dm^2$), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a delgadas (de 1.0 a 3.0 mm de diámetro). Fauna asociada himenópteros y anélidos. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H_2O_2 .
R	10-	Roca ígnea intrusiva granítica, angulares de 15 cm a 60 cm de diámetro.

Descripción morfológica del perfil 24

Especie: *Manfreda maculata* (Mart.) Rose y *Manfreda aff. revoluta* (Klotzsch) Rose
 Localidad: Estado de México, aproximadamente 5 km al oeste de Zacualpan sobre la carretera a Mamatla, alrededores de San Pedro.
 Ubicación: 18°42'04" N, 099°47'33" W
 Altitud: 2 226 m
 Fecha de descripción: 13 de agosto de 2004
 Pendiente: 30%
 Drenaje superficial: sitio donador
 Material parental: roca ígnea muy intemperizada
 Permeabilidad: rápida
 Clima: C (w₂)
 Hábitat: bosque de *Quercus*
 Erosión: moderada
 Uso actual: forestal y pecuario limitado
 Tipo de suelo: Leptosol paralítico
 Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte C marcado con límite horizontal, ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 6/6 (amarillo parduzco), en húmedo 10 YR 5/6 (castaño amarillento). Migajón-arenoso. Muy pedregoso (20-50%), piedras pequeñas (1.0-5.0 cm). Estructura levemente desarrollada, poliédrica y subangular, consistencia en seco suelto, en húmedo friable y cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad rápida. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²) y finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
C	10-40	Ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 6/6 (amarillo parduzco), en húmedo 10 YR 5/8 (castaño amarillento). Migajón-arenoso. Extremadamente pedregoso (50-75%), piedras pequeñas (1.0-5.0 cm). Estructura levemente desarrollada, consistencia en seco blando, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo pegajoso, ligeramente plástico. Cutanes que cubren los agregados debido a eluviación, discontinuos, moderadamente espesos, con óxidos e hidróxidos de manganeso. Poros frecuentes, de micro a finos, continuos y caóticos. Permeabilidad rápida, raíces comunes, de finas a gruesas. Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 25

Especie: *Manfreda pringlei* Rose

Localidad: Estado de México, carretera a Zacualpan-Mamatla aproximadamente 7 km rumbo a Mamatla.

Ubicación: 18°41'34" N, 099°48'15" W

Altitud: 2 353 m

Fecha de descripción: 13 de agosto de 2004

Pendiente: 60%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea muy intemperizada

Permeabilidad: moderada

Clima: (A) C (w₂)

Hábitat: bosque de *Quercus*

Erosión: imperceptible

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Acrisol húmi-profúndico (hiperdístico)

Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico
endopedón árgico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A ₁	0-15	Transición al horizonte A ₂ con límite horizontal, muy húmedo. Color en seco 7.5 YR 5/6 (castaño fuerte), en húmedo es 7.5 YR 4/4 (castaño oscuro). Migajón arcilloso. Sin piedras menos del 1.0%. Moderadamente estructurado, consistencia en seco blando, en húmedo friable y cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm de diámetro), tubulares, continuos, caóticos, dentro de los agregados. Permeabilidad lenta. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
A ₂	15-38	Transición al horizonte B marcada con límite horizontal, muy húmedo. Color en seco 7.5 YR 6/6 (rojizo amarillo), en húmedo es 7.5 YR (castaño fuerte). Arcilloso. Ligeramente pedregoso (1.0-5.0%), moderadamente estructurado, consistencia en seco blando, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Poros numerosos, desde micro a finos, continuos, oblicuos, tubulares, entre los agregados. Permeabilidad muy lenta. Raíces abundantes, de finas a gruesas. Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
Bt	38-80	Transición al horizonte C marcada con límite horizontal, muy húmedo. Color en seco 7.5 YR 6/6 (rojizo amarillo), en húmedo 7.5 YR 4/6 (castaño fuerte). Arcilloso, sin piedras, menos del 1%. Moderadamente estructurado, consistencia en seco blando, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Poros frecuentes, desde micro a finos, tubulares, continuos, oblicuos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Raíces comunes (10-100 por dm ²), de finas a gruesas. Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
C	80-100	Húmedo, Color en seco 7.5 YR 7/8 (rojizo amarillo), en húmedo es 7.5 YR 5/8 (castaño fuerte). Arcilloso. Muy pedregoso (20-50%). Moderadamente estructurado, consistencia en seco blando, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Pocos poros (1.0-50 por dm ²), micro a

		finos; continuos y caóticos, tubulares, dentro de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Pocas raíces (5.0-10 por 3 dm ²), finas a delgadas (1.0-3.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
--	--	---

Descripción del sitio 26

Especie: *Manfreda pringlei* Rose

Localidad: Estado de México, km 50 de la carretera 10 a Tejupilco.

Ubicación: 18°53'25" N, 099°56'14" W

Altitud: 2 445 m

Fecha de descripción: 26 de agosto de 2004

Pendiente: 35%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: rápida a muy rápida

Clima: C (w₂)

Hábitat: bosque de coníferas

Erosión: ligera

Uso actual: forestal, agrícola y pecuario

Tipo de suelo: Andosol úmbrico

Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico

Descripción morfológica del perfil 27

Especie: *Manfreda maculata* (Mart.) Rose

Localidad: Estado de México, carretera a Tejupilco, 17 km después de la desviación de Sultepec.

Ubicación: 18°51'46" N, 100°02'13" W

Altitud: 1 467 m

Fecha de descripción: 26 de agosto de 2004

Pendiente: 70%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea intemperizada

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₂)

Hábitat: bosque de *Quercus*

Erosión: severa

Uso actual: forestal y pecuario

Tipo de suelo: Leptosol paralítico

Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-7	Transición al horizonte R marcada con límite irregular, muy húmedo. Color en seco 10 YR 6/4 (castaño amarillento claro), en húmedo 10 YR 4/3 (castaño). Migajón limoso. Extremadamente pedregoso (50-75%). Sin estructura. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), micro (menos de 0.075 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos, caóticos e intersticiales. Permeabilidad rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), delgadas (1.0-3.0 mm) a medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 28Especie: *Manfreda maculata* (Mart.) Rose

Localidad: Estado de México, carretera Tejupilco, aproximadamente 25 km de la desviación Sultepec.

Ubicación: 18°50'45" N, 100°04'29" W

Altitud: 1 192 m

Fecha de descripción: 13 de agosto de 2004

Pendiente: 65%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: esquisto

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₂)Hábitat: bosque de *Quercus*

Erosión: moderada

Uso actual: forestal y pecuario

Tipo de suelo: Leptosol lítico

Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte R marcada con límite irregular. Color en seco 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro), en húmedo 10 YR 2/2 (castaño muy oscuro). Migajón arenoso. Muy pedregoso (20-50%), piedras muy grandes (20 cm de diámetro), subangulares. Moderadamente estructurado, terrones poliédricos o subangulares, consistencia en seco suelto, en húmedo friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, no plástico. Poros numerosos (más de 200 por dm ³), tamaño fino (1.0-2.0 mm de diámetro), continuos, caóticos e intersticiales. Permeabilidad muy rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ³), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Excesivamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
C	10-	

Descripción morfológica del perfil 29

Especie: *Manfreda pringlei* Rose
 Localidad: Querétaro de Arteaga, carretera de terracería a 5 km aproximadamente de la frontera, camino a cascada el Durazno.
 Ubicación: 20°56'37" N, 099°32'09" W
 Altitud: 1 925 m
 Fecha de descripción: 26 de agosto de 2004
 Pendiente: 8 %
 Drenaje superficial: sitio donador
 Material parental: roca sedimentaria intemperizada
 Permeabilidad: rápida
 Clima: C (w_o)
 Hábitat: bosque de *Quercus*
 Erosión: moderada
 Uso actual: pecuario y forestal
 Tipo de suelo: Luvisol crómico
 Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico
 endopedón árgico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A ₁	0-7	Transición al horizonte A ₂ marcada con límite ondulado, ligeramente húmedo. Color en seco 5 YR 4/4 (castaño rojizo), en húmedo 5 YR 5/4 (castaño rojizo). Arcilloso. Sin piedras menos del 1.0%. Moderadamente estructurado, consistencia en seco duro, en húmedo friable y cuando muy húmeda pegajoso, plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (de 0.075 a 1mm) a finos (1.0-2.0 mm), intersticiales, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²), delgadas (1.0-3.0 mm) a medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
A ₂	7-30	Transición al horizonte B marcada con límite ondulado, ligeramente húmedo. Color en seco 5 YR 6/6 (rojizo amarillo), en húmedo 5 YR 4/6 (rojo amarillento). Arcilloso. Estructura moderadamente desarrollada, se observan rocas intemperizadas como manchones grises de aproximadamente 6 cm, consistencia en seco duro, en húmedo friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, ligeramente plástico. Nódulos abundantes (15-50% en volumen), medianos, 5-10 cm, grises, de forma subangular. Poros frecuentes, finos, continuos, caóticos, fuera y dentro de los agregados, intersticiales. Permeabilidad muy lenta. Raíces comunes, delgadas (1.0-3.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Pobrementemente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
Bt	30-45	Transición al horizonte C marcado con límite irregular, seco. Color en seco 5 YR 5/6 (rojo amarillento), en húmedo 5 YR 4/6 (rojo amarillento). Arcilloso. Ligeramente pedregoso (1.0-5.0%), con piedras pequeñas, de 1.0-5.0 cm. Moderadamente estructurado, consistencia en seco duro, en húmedo friable y cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Poros frecuentes, finos a medianos (2.0-5.0 mm), intersticiales, continuos, caóticos, fuera y dentro de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Raíces comunes, finas (menos de 1.0 mm) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Pobrementemente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción del sitio 30

Especie: *Manfreda aff. scabra* (Ort.) McVaugh

Localidad: Querétaro de Arteaga, cerca Rosarito, 8 km del Municipio San Joaquín, camino de terracería a la Frontera el Durazno.

Ubicación: 20°56'32" N, 099°32'06" W

Altitud: 1 835 m

Fecha de descripción: 26 de agosto de 2004

Pendiente: 8%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca sedimentaria intemperizada

Permeabilidad: rápida

Clima: C (w_o)

Hábitat: bosque de *Quercus*

Erosión: moderada

Uso actual: pecuario y forestal

Tipo de suelo: Luvisol crómico

Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico
endopedón árgico

Descripción morfológica del perfil 31

Especie: *Manfreda aff. scabra* (Ort.) McVaugh

Localidad: Querétaro de Arteaga, Pinal de Amoles, cuesta colorado Huasquilico rumbo a Jalpan de Serra.

Ubicación: 21°09'58" N, 099°35'24" W

Altitud: 1 951 m

Fecha de descripción: 27 de agosto de 2004

Pendiente: 35%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea intrusita ácida

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₁)

Hábitat: bosque de *Quercus*

Erosión: imperceptible

Uso actual: agrícola y forestal

Tipo de suelo: Leptosol lítico

Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte R marcada con límite irregular, húmedo. Color en seco 10 YR 4/3 (castaño o castaño oscuro), en húmedo 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro). Migajón arcillo-arenoso. Pedregoso (5.0-20%), piedras pequeñas (1.0-5.0 cm). Sin estructura. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (0.075-1.0 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos. Permeabilidad rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²) medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Excesivamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 32

Especie: *Manfreda scabra* (Ort.) McVaugh

Localidad: Querétaro de Arteaga, carretera a Jalpa, 5 km después de la desviación de San Pedro Escalena, puente Chuveje.

Ubicación: 21°11'07" N, 099°34'10" W

Altitud: 1 221 m

Fecha de descripción: 27 de agosto de 2004

Pendiente: 17 %

Drenaje superficial: sitio receptor

Material parental: roca sedimentaria

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₁)

Hábitat: bosque mesófilo de montaña

Erosión: imperceptible

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Leptosol paralítico

Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-5	Transición al horizonte R marcada con límite irregular, húmedo. Color en seco 10 YR 5/1 (gris), húmedo 10 YR 3/1 (gris muy oscuro). Arenoso. Pedregoso (5.0-20%), piedras pequeñas, 1.0-5.0 cm. Sin estructura. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (0.075-1.0 mm) a finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos. Permeabilidad rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²) medias (3.0-10.0 mm de diámetro). Fauna conspicua coleópteros. Excesivamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 33

Especie: *Manfreda scabra* (Ortega) McVaugh
 Localidad: Zacatecas, carretera Jalpa Guadalajara entre Juchipila y el Remolino
 Ubicación: 21°10'31" N, 103°10'19" W
 Altitud: 1 342 m
 Fecha de descripción: 28 de agosto de 2004
 Pendiente: 40%
 Drenaje superficial: sitio donador
 Material parental: roca ígnea
 Permeabilidad: rápida
 Clima: BS₁ h w
 Hábitat: bosque tropical caducifolio
 Erosión: imperceptible
 Uso actual: forestal
 Tipo de suelo: Luvisol abrupti-dístrico
 Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico
 endopedón árgico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-25	Transición al horizonte Bt marcado con límite horizontal, muy húmedo. Color en seco 10 YR 3/2 (castaño grisáceo muy oscuro), en húmedo 10 YR 2/1 (negro). Migajón-arcilloso. Muy pedregoso (20-50%), piedras pequeñas, de 1.0-5.0 cm, subangulares. Moderadamente estructurado, consistencia en seco ligeramente duro, en húmedo friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, ni plástico. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), de micro (menos de 0.075 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), intersticiales, continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Raíces abundantes (100-500 por dm ²), medias (3.0-10 mm diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
Bt	25-50	Transición al horizonte C marcado con límite irregular, muy húmedo. Color en seco 10 YR 5/2 (castaño grisáceo), en húmedo 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro). Arcilloso. Extremadamente pedregoso (50-75%), piedras medias 5-10 cm, subangulares. Estructura moderadamente desarrollada, consistencia en seco duro, en húmedo muy firme y cuando muy húmedo pegajoso, plástico. Poros numerosos, más de 200 por dm ² , de micro a finos, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados, intersticiales. Permeabilidad muy lenta. Pocas raíces (5.0-10 por dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción del sitio 34

Especie: *Manfreda scabra* (Ort.) McVaugh

Localidad: Jalisco, municipio Ixtlahuacán del Río carretera Jalpa-Guadalajara entre el Aguacate y San Nicolás.

Ubicación: 21°03'09" N, 103°08'52" W

Altitud: 1 514 m

Fecha de descripción: 28 de agosto de 2004

Pendiente: 10 %

Drenaje superficial: sitio receptor

Material parental: roca ígnea extrusiva basáltica

Permeabilidad: rápida

Clima: BS₁ h w

Hábitat: bosque tropical caducifolio perturbado

Erosión: imperceptible

Uso actual: pecuario

Tipo de suelo: Leptosol paralítico

Horizonte de diagnóstico: ausente

Descripción morfológica del perfil 35

Especie: *Manfreda pringlei* Rose y *Manfreda scabra* (Ort.) McVaugh

Localidad: Jalisco, carretera Guadalajara-Ixtlahuacan, 2 km antes de Guadalajara.

Ubicación: 20°46'31" N, 103°20'21" W

Altitud: 1 414m

Fecha de descripción: 28 de agosto de 2004

Pendiente: 90%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₁)

Hábitat: bosque de *Quercus* muy perturbado

Erosión: muy erosionado

Uso actual: pecuario y forestal

Tipo de suelo: Leptosol paralítico

Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-8	Transición al horizonte R marcada con límite irregular, húmedo. Color en seco 10 YR 3/1 (gris muy oscuro), en húmedo 10 YR 2/2 (gris muy oscuro). Migajón-arenoso. Extremadamente pedregoso (50-75%), piedras medias (5.0-10 cm). Sin estructura. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos. Permeabilidad rápida. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²), medias (3.0-10.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Excesivamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 36

Especie: *Manfreda sp. nov. 2*, *Manfreda aff. elongata* Rose y *Manfreda scabra* (Ort.) McVaugh
Localidad: Jalisco, carretera Jalisco-Autlán, hacia Barra de Navidad aproximadamente 40 km después de Autlán, 5 km de La Calera.
Ubicación: 19°41'49" N, 104°24'19" W
Altitud: 1 198 m
Fecha de descripción: 29 de agosto de 2004
Pendiente: 45%
Drenaje superficial: sitio donador
Material parental: roca ígnea
Permeabilidad: muy rápida
Clima: A w₂
Hábitat: bosque tropical subcaducifolio
Erosión: imperceptible
Uso actual: forestal (reserva)
Tipo de suelo: Leptosol paralítico
Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-3	Transición al horizonte R marcado con límite irregular, muy húmedo. Color en seco 10 YR 2/2 (castaño muy oscuro), en húmedo 10 YR 2/1 (negro). Migajón-arenoso. Sin estructura. Pocos poros (1.0-50 por dm ²), muy finos (0.075-1.0 mm), continuos y caóticos. Permeabilidad muy rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Fauna conspicua, coleópteros. Excesivamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 37

Especie: *Manfreda sp. nov. 4*
Localidad: Hidalgo, Omitlán alrededores de la Cruz
Ubicación: 20°10'08" N, 098°38'40" W
Altitud: 2 475 m
Fecha de descripción: 09 de septiembre de 2004
Pendiente: 40%
Drenaje superficial: sitio donador
Material parental: roca ígnea basáltica
Permeabilidad: rápida
Clima: C (w₂)
Hábitat: bosque de coníferas
Erosión: moderada
Uso actual: forestal y urbano
Tipo de suelo: Leptosol lítico
Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte R marcado con límite irregular, muy húmedo. Color en seco 10 YR 5/3 (castaño), en húmedo 10 YR 3/2 (castaño grisáceo muy oscuro). Arenoso. Sin estructura. Pocos poros (1.0-50 por dm ²), finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos. Permeabilidad rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Excesivamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 38Especie: *Manfreda revoluta* (Klotzsch) Rose

Localidad: Hidalgo, aproximadamente 5 km de Zacualtipan hacia Huejutla.

Ubicación: 20°40'19" N, 098°41'59" W

Altitud: 2 083 m

Fecha de descripción: 9 de septiembre de 2004

Pendiente: 80%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca sedimentaria

Permeabilidad: rápida

Clima: C b' (w₂)Hábitat: bosque de *Quercus*, con *Alnus* y *Pinus*

Erosión: imperceptible

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Leptosol lítico

Horizonte de diagnóstico: ausente

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-8	Transición al horizonte R es marcado con límite irregular, color en seco 10 YR 3/2 (castaño grisáceo muy oscuro), en húmedo 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro). Migajón-arcillo-arenoso. Con piedras dominantes, más de 75%. Estructura débilmente desarrollada, consistencia en seco blando, en húmedo friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, plástico. Pocos poros (1.0-50 por dm ²), finos (1.0-2.0 mm), continuos y caóticos, dentro de los agregados, intersticiales. Permeabilidad muy rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm) a medias (3.0-10 mm de diámetro). Fauna conspicua, larvas de coleópteros. Excesivamente drenado. Muy calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 39

Especie: *Manfreda* sp. nov. 4

Localidad: Hidalgo, 5 km después de Tlanchinol, rumbo a Huejutla

Ubicación: 20°58'04" N, 098°41'39" W

Altitud: 1 496 m

Fecha de descripción: 09 de septiembre de 2004

Pendiente: 90%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: rápida

Clima: C (f)

Hábitat: bosque mesófilo de montaña

Erosión: imperceptible

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Luvisol dístrico

Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico
endopedón árgico

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
O	12-0	Hojarasca, ramas y troncos de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea. Este horizonte puede subdividirse en los tres típicos del horizonte O; en donde el horizonte adyacente a la parte mineral, es el típico de fermentación en el cual no se reconoce el origen de los residuos orgánicos, se trata de humus.
A ₁	0-25	Transición al horizonte B marcado con límite horizontal, muy húmedo. Color en seco 10 YR 3/2 (castaño grisáceo muy oscuro), en húmedo 10 YR 2/1 (negro). Migajón-arenoso. Muy pedregoso (20-50%), piedras medias, 5.0-10.0 cm, subangulares. Estructura moderadamente desarrollada. Consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), finos (1.0-2.0 mm) a medianos (2.0-5.0 mm de diámetro), continuos, tubulares y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), medias (3.0-10 mm) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Fauna conspicua, quilopodos. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y excesiva reacción al H ₂ O ₂ .
B	25-35	No fue posible recolectar la muestra.

Descripción morfológica del perfil 40

Especie: *Manfreda aff. pringlei* Rose
Localidad: Hidalgo, 5 km después de Huejutla rumbo a Tamazunchale.
Ubicación: 21°08'27'' N, 098°30'05'' W
Altitud: 196 m
Fecha de descripción: 10 de septiembre de 2004
Pendiente: 30%
Drenaje superficial: sitio donador
Material parental: roca sedimentaria intemperizada
Permeabilidad: rápida
Clima: A m (f)
Hábitat: restos de bosque tropical subcaducifolio
Erosión: moderada a severa
Uso actual: forestal, agrícola y pecuario
Tipo de suelo: Leptosol dístico
Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-14.5	Transición al horizonte R marcado con límite horizontal, ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 5/2 (castaño grisáceo), en húmedo 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro). Migajón-arcilloso. Muy pocas piedras, alrededor del 1.0 %, grava (2.0 mm a 1.0 cm), moderadamente estructurado, consistencia en seco suelto, en húmedo friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, ni plástico. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), muy finos (menos de 0.075 mm) a finos (0.075-1.0 mm), intersticiales, continuos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Pocas raíces (3.0-5.0 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Fauna conspicua coleópteros. Bien drenado. Calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
R	14.5-34	Rocas sedimentarias tipo lutitas muy intemperizadas, entre las rocas fragmentadas penetran algunas raíces, principalmente de la vegetación arbustiva y arbórea.

Descripción morfológica del perfil 41Especie: *Manfreda variegata* (Jacobi) Rose

Localidad: San Luis Potosí, alrededores de Picholco

Ubicación: 21°23'14" N, 098°51'29" W

Altitud: 112 m

Fecha de descripción: 10 de septiembre de 2004

Pendiente: 6%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca sedimentaria intemperizada

Permeabilidad: rápida

Clima: A m (f)

Hábitat: bosque tropical subcaducifolio

Erosión: severa

Uso actual: forestal y agrícola

Tipo de suelo: Leptosol dístrico

Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-20	Transición al horizonte R marcado con límite irregular, húmedo. Color en seco 10 YR 5/2 (castaño grisáceo), en húmedo 10 YR 3/1 (castaño grisáceo muy oscuro). Arcillo-arenoso. Pedregoso (20-50%), débilmente desarrollado, consistencia en seco blando, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), finos (1.0-2.0 mm), tubulares, continuos y caóticos. Permeabilidad rápida. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. Ligeramente calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
R	20-	Rocas sedimentarias tipo lutitas muy intemperizadas, entre las rocas fragmentadas penetran algunas raíces, principalmente de la vegetación arbustiva y arborea.

Descripción morfológica del perfil 42

Especie: *Manfreda longiflora* (Rose) Verhoek-Williams

Localidad: Tamaulipas, San Fernando carretera terracería a Loreto, cerca del rancho los Guajolotes.

Ubicación: 24°28'01'' N, 098°10'27'' W

Altitud: 143 m

Fecha de descripción: 11 de septiembre de 2004

Pendiente: 6%

Drenaje superficial: sitio receptor

Material parental: roca caliza

Permeabilidad: rápida

Clima: BS₁ (h') w

Hábitat: matorral xerófilo con *Condalia*, *Jatropha*, *Lantana* y *Solanum*.

Erosión: moderada

Uso actual: forestal y pecuario

Tipo de suelo: Calcisol arídico

Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico
endopedón cálcico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A ₁	0-20	Transición al horizonte A ₂ marcada con límite ondulado, seco. Color en seco 10 YR 6/2 (gris parduzco claro), en húmedo 10 YR 5/3 (castaño). Migajón-arcilloso. Muy pedregoso (5.0-20%), piedras pequeñas de 1.0-5.0 cm. Moderadamente estructurado, consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), finos (1.0-2.0 mm) a gruesos (más de 5.0 mm), tubulares, discontinuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²), delgadas (1.0-3.0 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Fauna conspicua, himenópteros y algunos reptiles. Imperfectamente drenado. Muy calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
A ₂	20-45	Transición al horizonte C marcado con límite ondulado, seco. Color en seco 10 YR 7/2 (gris ligero), en húmedo 10 YR 5/3 (castaño). Migajón-arcilloso. Sin piedras, menos del 1.0%. Moderadamente estructurado, consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), finos a medianos (2.0-5.0 mm), tubulares, continuos y horizontales, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Raíces comunes y delgadas. Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. Muy calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
C	45-58	Seco, color en seco 10 YR 7/3 (castaño muy pálido), en húmedo 10 YR 6/4 (castaño amarillento claro). Migajón. Sin piedras. Moderadamente estructurado, consistencia en seco suelto, en húmedo suelto y cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Pocos poros (1.0-50 por dm ²), micro (menos de 0.075 mm) a medianos, tubulares, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Raíces raras (3.0-5.0 por 3 dm ²), medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Pobremamente drenado. Muy calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 43

Especie: *Manfreda aff. variegata* (Jacobi) Rose
 Localidad: Tamaulipas, 53 km antes de llegar a Cd. Victoria viniendo de San Fernando
 Ubicación: 24°06'18" N, 098°52'18" W
 Altitud: 143 m
 Fecha de descripción: 11 de septiembre de 2004
 Pendiente: 1.0%
 Drenaje superficial: sitio receptor
 Material parental: materiales calizos
 Permeabilidad: moderada
 Clima: (A) C (w₀)
 Hábitat: matorral xerófilo, con *Condalia*, *Croton Parkinsonia* y *Zaluzania*.
 Erosión: imperceptible
 Uso actual: forestal y agrícola
 Tipo de suelo: Vertisol mázico
 Horizonte de diagnóstico: epipedón mólico
 endopedón vértico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-25	Transición al horizonte Bt marcada con límite irregular, muy húmedo. Color en seco 10 YR 4/2 (castaño grisáceo oscuro), en húmedo 10 YR 3/2 (castaño grisáceo muy oscuro). Arcilloso. Sin piedras menos del 1.0%, fuertemente estructurado, forma de bloques subangulares con caras de deslizamiento. Consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo muy pegajoso, plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²) muy finos (0.075 mm a 1.0 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados e intersticiales. Permeabilidad lenta. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Fauna conspicua larvas de anélidos. Bien drenado. Muy calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
B	25-50	Ligeramente húmedo, color en seco 10 YR 4/1 (gris oscuro), en húmedo 10 YR 2/2 (castaño muy oscuro). Arcilloso. Sin piedras menos del 1.0%. Moderadamente estructurado, consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable, cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), tubulares, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. Muy calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 44Especie: *Manfreda variegata* (Jacobi) Rose

Localidad: Tamaulipas, carretera Ciudad Victoria a Ciudad Mante (N.C.P. a López Mateos 5)

Ubicación: 23°32'59" N, 099°00'04" W

Altitud: 320 m

Fecha de descripción: 10 de septiembre de 2004

Pendiente: 2 %

Drenaje superficial: sitio receptor

Material parental: roca ígnea extrusiva

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₀)Hábitat: matorral xerófilo, con *Acacia*, *Solanum* y *Yucca*.

Erosión: moderada

Uso actual: forestal y agrícola

Tipo de suelo: Phaeozem abruptico

Horizonte de diagnóstico: epipedón mólico
endopedón árgico

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-25	Transición al horizonte Bt marcado con límite ondulado, muy húmedo. Color en seco 10 YR 5/2 (castaño grisáceo), en húmedo 10 YR 3/2 (castaño). Migajón-arcilloso. Sin piedras, menos del 1.0%. Moderadamente estructurado, agregados subangulares, consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable y cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), finos (1.0-2.0 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), tubulares, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²) finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Fauna conspicua, coleópteros e himenópteros. Pobrementemente drenado. Muy calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
Bt	25-42	Ligeramente húmedo, color en seco 10 YR 5/1 (gris), en húmedo 10 YR 5/2 (castaño grisáceo). Arcilloso. Sin piedras, menos del 1.0%, moderadamente estructurado, agregados subangulares, consistencia en seco suelto, en húmedo friable y cuando muy húmedo pegajoso, ligeramente plástico. Poros numerosos (más de 200 por dm ²), finos a medianos (2.0-5.0 mm), tubulares, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²), delgadas (1.0-3.0 mm) a medias (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Pobrementemente drenado. Muy calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción morfológica del perfil 45

Especie: *Manfreda nanchititlensis* Matuda

Localidad: Estado de México, municipio de Temascaltepec, Carboneras.

Ubicación: 19°04'14" N, 100°00'26" W

Altitud: 2 060 m

Fecha de descripción: 28 de octubre de 2004

Pendiente: 20%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₂)

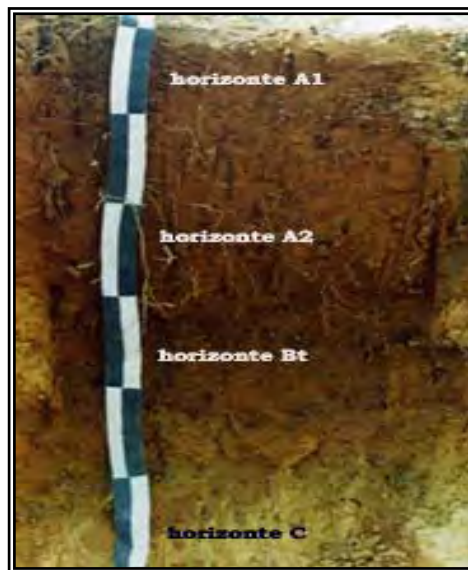
Hábitat: bosque de coníferas

Erosión: muy erosionado

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Luvisol dístico

Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico
endopedón árgico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A ₁	0-25	Transición al horizonte A ₂ tenue con límite irregular, seco. Color en seco 10 YR 5/4 (castaño amarillento), en húmedo 10 YR 4/4 (castaño amarillento oscuro). Migajón arcilloso. Sin piedras menos del 1.0%, moderadamente estructurado. Consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable, cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), tubulares, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a medianas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
A ₂	25-60	Transición al horizonte B marcada con límite horizontal, seco. Color en seco 10 YR 6/6 (amarillo parduzco), en húmedo 10 YR 3/6 (castaño amarillento oscuro). Migajónoso. Sin piedras menos del 1.0%. Moderadamente estructurado, consistencia en seco blando, en húmedo friable, cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), tubulares, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Raíces abundantes (100-500 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a medianas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
Bt	60-100	Transición al horizonte C muy marcada con límite irregular, seco. Color en seco 10 YR 5/4 (castaño amarillento), en húmedo 10 YR 4/4 (castaño amarillento oscuro). Arcilloso. Sin piedras menos del 1.0%. Fuertemente estructurado, consistencia en seco duro, en húmedo firme, cuando muy húmedo pegajoso, ligeramente plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), tubulares, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Raíces raras (3.0-5.0 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a delgadas (1.0-3.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

C	100-120	Seco, color en seco 10 YR 8/4 (castaño muy pálido), en húmedo 10 YR 5/6 (castaño amarillento). Arcilloso. Sin piedras menos del 1.0%. Fuertemente estructurado, consistencia en seco duro, en húmedo firme, cuando muy húmedo pegajoso, ligeramente plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), tubulares, continuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Sin raíces, ni fauna conspicua. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
---	---------	---

Descripción del sitio 46

Especie: *Manfreda nanchititlensis* Matuda y *Manfreda scabra* (Ortega) McVaugh

Localidad: Estado de México, Temascaltepec, carretera Tejupilco-San Pedro Tenayac, 1 km antes de la desviación a Valle de Bravo.

Ubicación: 19°03'10" N, 100°03'22" W

Altitud: 1 917 m

Fecha de descripción: 28 de octubre de 2004

Pendiente: 20%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₂)

Hábitat: bosque de coníferas, con *Bidens*, *Quercus* y *Tagetes*

Erosión: severa

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Luvisol dístico

Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico
endopedón árgico

Descripción del sitio 47

Especie: *Manfreda maculata* (Mart.) Rose y *Manfreda nanchititlensis* Matuda

Localidad: Estado de México, carretera Temascaltepec-Sn Pedro Tenayac, 16 km de la desviación a Valle de Bravo.

Ubicación: 19°02'24" N, 100°07'57" W

Altitud: 1 718 m

Fecha de descripción: 28 de octubre de 2004

Pendiente: 5%

Drenaje superficial: sitio receptor

Material parental: roca ígnea intemperizada

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₂)

Hábitat: bosque de *Quercus*

Erosión: imperceptible

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Leptosol dístico

Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico

Descripción morfológica del perfil 48

Especie: *Manfreda nanchititlensis* Matuda y *Manfreda scabra* (Ortega) McVaugh

Localidad: Estado de México, Temascaltepec, 5 km de Temascaltepec rumbo a Tejupilco.

Ubicación: 19°02'18" N, 100°03'27" W

Altitud: 1 860 m

Fecha de descripción: 28 de octubre de 2004

Pendiente: 45%

Drenaje superficial: sitio receptor

Material parental: roca metamórfica

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w_2)

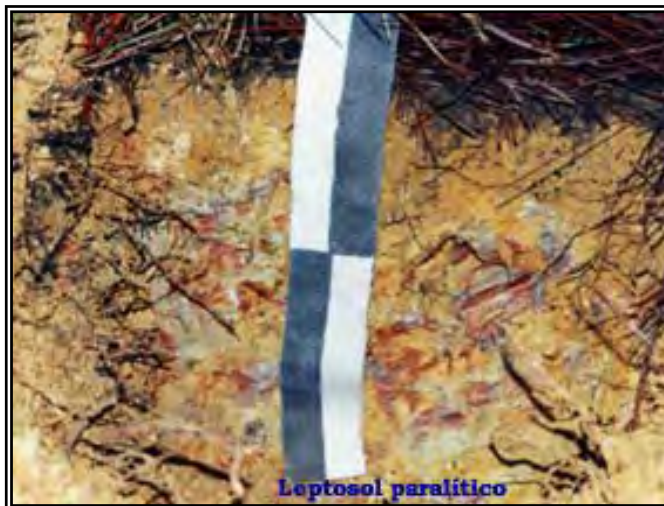
Hábitat: bosque de coníferas, con *Bidens*, *Desmodium*, *Phaseolus*, *Quercus*, *Physalis*, *Tagetes*.

Erosión: moderada

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Leptosol paralítico

Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-8	Transición al horizonte R marcada con límite horizontal, ligeramente húmedo. Color en seco 10 YR 6/6 (amarillo parduzco), en húmedo 10 YR 4/4 (castaño amarillento oscuro). Migajón-arcillo arenoso. Pedregoso (5.0-20%). Débilmente estructurado, consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable, cuando muy húmedo ligeramente pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm^2), muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), intersticiales, continuos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy rápida. Pocas raíces (5.0-10 por $3 dm^2$), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a medianas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Excesivamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H_2O_2 .
R	8-	La roca es sedimentaria muy fragmentada e intemperizada y entre ellas penetran algunas raíces.

Descripción morfológica del perfil 49

Especie: *Manfreda scabra* (Ortega) McVaugh

Localidad: Estado de México, Temascaltepec, km 74 de la carretera Temascaltepec-Tejupilco

Ubicación: 19°02'02" N, 100°02'30" W

Altitud: 1 955 m

Fecha de descripción: 28 de octubre de 2004

Pendiente: 45%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca metamórfica

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w_2)

Hábitat: bosque de coníferas con *Bidens*, *Desmodium*, *Phaseolus*, *Physalis*, *Quercus* y *Tagetes*

Erosión: imperceptible



Uso actual: forestal
Tipo de suelo: Leptosol paralítico
Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico

Descripción del sitio 50

Especie: *Manfreda maculata* (Mart.) Rose
Localidad: Estado de México, carretera Temascaltepec-Almoloya de las Granadas, 2 km antes de las Granadas.
Ubicación: 18°57'30'' N, 100°07'36'' W
Altitud: 1 638 m
Fecha de descripción: 29 de octubre de 2004
Pendiente: 20%
Drenaje superficial: sitio receptor
Material parental: roca metamórfica
Permeabilidad: rápida
Clima: (A) C (w₂)
Hábitat: bosque de coníferas, con *Byrsonima*, *Juniperus* y *Psidium*.
Erosión: moderada
Uso actual: forestal
Tipo de suelo: Leptosol dístico
Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico

Descripción del sitio 51

Especie: *Manfreda maculata* (Mart.) Rose
Localidad: Estado de México, carretera de terracería, 3 km de Almoloya de las Granadas.
Ubicación: 18°59'33'' N, 100°07'05'' W
Altitud: 1 668 m
Fecha de descripción: 29 de octubre de 2004
Pendiente: 20%
Drenaje superficial: sitio receptor
Material parental: roca metamórfica
Permeabilidad: rápida
Clima: (A) C (w₂)
Hábitat: bosque de coníferas, con *Quercus*
Erosión: moderada
Uso actual: forestal y pecuario limitado
Tipo de suelo: Leptosol dístico
Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico

Descripción morfológica del perfil 52

Especie: *Manfreda maculata* (Mart.) Rose
Localidad: Estado de México, km 18 de la carretera a Almoloya de Alquisiras.
Ubicación: 18°51'31" N, 100°02'08" W
Altitud: 1 439 m
Fecha de descripción: 29 de octubre de 2004
Pendiente: 45%
Drenaje superficial: sitio receptor
Material parental: roca metamórfica
Permeabilidad: rápida
Clima: (A) C (w₂)
Hábitat: bosque de *Quercus* muy perturbado
Erosión: severa
Uso actual: forestal y pecuario
Tipo de suelo: Luvisol crómico asociado con Regosol dístico
Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico
(epipedón ócrico)
endopedón árgico
Perfil descrito Luvisol dístri-crómico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-40	Transición al horizonte C tenue con límite irregular, ligeramente húmedo. Color en seco 5 YR 4/6 (rojo amarillento), en húmedo 5 YR 4/4 (castaño rojizo). Migajón arcilloso. Pedregoso 5.0-20%, piedras medias (5.0-10 cm), subangulares, moderadamente estructurado. Consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable, cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a gruesos (más de 5.0 mm), tubulares, discontinuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad lenta. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a medianas (3.0-10 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
Bt	40-77	Ligeramente húmedo, color en seco 5 YR 5/8 (rojo amarillento), en húmedo 5 YR 4/6 (rojo amarillento). Arcilloso. Sin piedras (menos del 1.0%). Moderadamente estructurado pero, consistencia en seco suelto, en húmedo muy friable, cuando muy húmedo no pegajoso, ni plástico. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a gruesos (más de 5.0 mm), tubulares, discontinuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a gruesas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Bien drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

Descripción del sitio 53

Especie: *Manfreda maculata* (Mart.) Rose

Localidad: Estado de México, km 15 carretera Tejupilco-Almoleya de Alquisiras, yendo a Almoleya.

Ubicación: 18°51'39" N, 100°01'58" W

Altitud: 1 499 m

Fecha de descripción: 30 de octubre de 2004

Pendiente: 45%

Drenaje superficial: sitio receptor

Material parental: roca ígnea

Permeabilidad: rápida

Clima: A w₁

Hábitat: bosque de *Quercus*, con *Melampodium* y *Thibouchina*

Erosión: severa

Uso actual: forestal y pecuario

Tipo de suelo: Leptosol dístico

Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico

Descripción morfológica del perfil 54

Especie: *Manfreda maculata* (Mart.) Rose

Localidad: Guerrero, Guerrero a Arcelia carretera de terracería a la hacienda la Trinidad delante del Cazahuate.

Ubicación: 18°17'15" N, 100°13'23" W

Altitud: 765 m

Fecha de descripción: 30 de octubre de 2004

Pendiente: 45%

Drenaje superficial: sitio donador

Material parental: roca metamórfica

Permeabilidad: rápida

Clima: (A) C (w₂)

Hábitat: bosque tropical caducifolio

Erosión: moderada

Uso actual: forestal

Tipo de suelo: Luvisol dístri-crómico

Horizonte de diagnóstico: epipedón úmbrico
endopedón árgico



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-33	Transición al horizonte B marcado con límite horizontal, seco. Color en seco 7.5 YR 7/3 (rosa), en húmedo 7.5 YR 4/3 (castaño oscuro). Arcilloso. Sin piedras menos del 1.0%. Moderadamente estructurado, consistencia en seco ligeramente duro, en húmedo firme, cuando muy húmedo pegajoso, ligeramente plástico. Pocos poros (1.0-50 por dm ²), finos (1.0-2.0 mm) a gruesos (más de 5.0 mm), tubulares, discontinuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Raíces comunes (10-100 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a delgadas (1.0-3.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
Bt	33-73	Seco, color en seco 7.5 YR 8/6 (rojizo amarillo), en húmedo 7.5 YR 6/6 (rojizo amarillo). Arcilloso. Sin piedras, menos del 1.0%, levemente estructurado, consistencia en seco ligeramente duro, en húmedo firme, cuando muy húmedo pegajoso, ligeramente plástico. Poros frecuentes (50-

		200 por dm ²), muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a gruesos (más de 5.0 mm), tubulares, discontinuos y caóticos, dentro y fuera de los agregados. Permeabilidad muy lenta. Pocas raíces (5.0-10 por 3 dm ²), finas (menos de 1.0 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. Imperfectamente drenado. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .
--	--	--

Descripción del sitio 55

Especie: *Manfreda pubescens* (Regel y ort.) Verhoek- Williams y *Manfreda pringlei* Rose
 Localidad: Guerrero, Guerrero a Arcelia carretera de terracería a la Hacienda La Trinidad alrededores de Nuevo León
 Ubicación: 18°17'00'' N, 100°10'46'' W
 Altitud: 1 089
 Fecha de descripción: 30 de octubre de 2004
 Pendiente: 40%
 Drenaje superficial: sitio donador
 Material parental: caliza-lutita
 Permeabilidad: rápida
 Clima: A w₁
 Hábitat: bosque tropical caducifolio
 Erosión: muy erosionado
 Uso actual: pecuario
 Tipo de suelo: Leptosol paralítico
 Horizonte de diagnóstico: epipedón ócrico

Descripción morfológica del perfil 56

Especie: *Manfreda sp. nov.* 3
 Localidad: Guerrero, Guerrero hacia Filo de Caballo, entre La Torre y Filo de Caballo, municipio de Leonardo Bravo.
 Ubicación: 17°39'03'' N, 99°49'36'' W
 Altitud: 2 264
 Fecha de descripción: 31 de octubre de 2004
 Pendiente: 90%
 Drenaje superficial: sitio donador
 Material parental: roca muy intemperizada
 Permeabilidad: rápida
 Clima: C (w₂)
 Hábitat: bosque de coníferas perturbado, con *Agave*, *Cupressus*, *Lopezia* y *Salvia*.
 Erosión: muy erosionado
 Uso actual: forestal
 Tipo de suelo: Leptosol paralítico
 Horizonte de diagnóstico: ausente



Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0-10	Transición al horizonte R marcada con límite horizontal, seco. Color en seco 2.5 Y 6/2 (gris parduzco claro), en húmedo 2.5 Y 4/3 (castaño verde oliva). Migajón-limoso. Piedras dominantes, más del 75%, sin estructura. Poros frecuentes (50-200 por dm ²), muy finos (0.075 mm-1.0 mm) a medianos (2.0-5.0 mm), continuos y caóticos e intersticiales. Pocas raíces (5.0-10 por 3 dm ² , finas (menos de 1.0 mm de diámetro) a medianas (10-30 mm de diámetro). Sin fauna conspicua. No calcáreo, con presencia de alofanos y moderada reacción al H ₂ O ₂ .

6.2 Análisis físico y químico de los suelos

En el cuadro 3 se muestran los resultados de los análisis físicos y químicos de las muestras de suelo. Cabe mencionar que, cuando en diferentes sitios de muestreo se identifico el mismo tipo de suelo, únicamente se hizo el análisis de uno de ellos.

Cuadro 3. Análisis físico y químico de los suelos donde se encontraron las especies del género *Manfreda*.

PERFIL		Color en seco		Color en húmedo	DA	DR
1A	10YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	10YR 2/1	Negro	1.14	2.2
1C	10YR 4/3	Castaño oscuro	10YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	1.23	2.1
2A	10YR 6/2	Gris pardusco claro	10YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	0.99	2.9
2C	10YR 7/2	Gris ligero	10YR 4/1	Gris oscuro	0.99	2.5
3A	10YR 5/2	Castaño grisáceo	10YR 2/2	Castaño muy oscuro	0.95	2.4
4A	10YR 6/2	Gris pardusco claro	10YR 2/1	Negro	1.06	2.3
5A	10YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	10YR 3/3	Castaño oscuro	0.96	2.6
6A	10YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	10YR 2/2	Castaño muy oscuro	1.03	2.4
6C	10YR 6/3	Castaño pálido	10YR 4/4	Castaño amarillento oscuro	1.23	2.4
7A ₁	5 YR 4/4	Castaño rojizo	5 YR 3/4	Castaño rojizo oscuro	1.02	2
7A ₂	5 YR 4/6	Rojo amarillento	5 YR 3/4	Castaño rojizo oscuro	1.02	2.9
7Bt	5 YR 4/4	Castaño rojizo	5 YR 3/4	Castaño rojizo oscuro	1.06	2.3
7C	5 YR 4/6	Rojo amarillento	5 YR 3/3	Castaño rojizo oscuro	1.02	2.4
8A	10YR 2/1	Negro	10YR 2/1	Negro	0.77	1.9
8Bt	10YR 3/1	Gris muy oscuro	10YR 3/1	Gris muy oscuro	1.03	2.8
9A	10YR 5/2	Castaño grisáceo	10YR 3/3	Castaño oscuro	0.94	2.6
10A	10YR 4/3	Castaño o castaño oscuro	10YR 2/2	Negro	0.95	2.2
11Ap	10YR 3/1	Gris muy oscuro	10YR 2/1	Negro	1.07	1.9
11B	10YR 3/1	Gris muy oscuro	10YR 5/4	Castaño amarillento	1.14	2.8
12A	10YR 5/2	Castaño grisáceo	10YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	1.29	2.2
13A ₁	10YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	10YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	1.13	2
13A ₂	10YR 7/2	Gris ligero	10YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	1.32	2.1
14A	10YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	10YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	0.94	2.4
15A	10YR 6/3	Castaño pálido	10YR 4/3	Castaño oscuro	1.11	2.5
15C	10YR 7/3	Castaño muy pálido	10YR 5/4	Castaño amarillento	1.16	2.1
18A ₁	10YR 6/4	Castaño amarillento claro	10YR 3/3	Castaño oscuro	0.88	2.5
18A ₂	10YR 6/6	Amarillo pardusco	10 YR 3/3	Castaño oscuro	0.9	2.4
18B ₁	10YR 6/6	Amarillo pardusco	10YR 4/4	Castaño amarillento oscuro	1.02	1.5
19A	10YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	10YR 2/1	Negro	0.76	2
21A	10 YR 7/2	Gris ligero	10 YR 4/3	Castaño	1.04	2.6
22A	10YR 5/4	Castaño amarillento	10YR 3/4	Castaño amarillento oscuro	1.06	2.6
22Bt	10YR 4/3	Castaño o castaño oscuro	10YR 2/2	Castaño muy oscuro	0.93	2.1
23A	10 YR 4/1	Gris oscuro	10 YR 2/1	Negro	0.92	1.7
24A	10YR 6/6	Amarillo pardusco	10YR 5/6	Castaño amarillento	1.02	1.7
24C	10YR 6/6	Amarillo pardusco	10YR 5/8	Castaño amarillento	1.14	2.7

Continúa cuadro 3

25A ₁	7.5YR 5/6	Castaño fuerte	7.5YR 4/4	Castaño oscuro	0.88	2
25A ₂	7.5YR 6/6	Rojizo amarillo	7.5YR 4/6	Castaño fuerte	0.96	2.4
25B	7.5YR 6/6	Rojizo amarillo	7.5YR 4/6	Castaño fuerte	0.92	2.1
25C	7.5YR 7/8	Rojizo amarillo	7.5YR 5/8	Castaño fuerte	0.96	2.5
27A	10 YR 6/4	Castaño amarillento claro	10YR 4/3	Castaño	0.98	2.4
28A	10 YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	10 YR 2/2	Castaño muy oscuro	0.9	2.6
29A ₁	5 YR 4/4	Castaño rojizo	5 YR 5/4	Castaño rojizo	0.92	2.3
29A ₂	5 YR 6/6	Rojizo amarillo	5 YR 4/6	Rojo amarillento	1.04	2.4
29B	5 YR 5/6	Rojo amarillento	5 YR 4/6	Rojo amarillento	1.07	2.2
31A	10 YR 4/3	Castaño o castaño oscuro	10 YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	0.92	2.8
32A	10 YR 5/1	Gris	10 YR 3/1	Gris muy oscuro	0.91	2.4
33A	10 YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	10 YR 2/1	Negro	1.1	2
33Bt	10 YR 5/2	Castaño grisáceo	10 YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	1.16	2.1
35A	10 YR 3/1	Gris muy oscuro	10 YR 2/2	Castaño muy oscuro	0.96	2.7
36A	10 YR 2/2	Castaño muy oscuro	10 YR 2/1	Negro	0.44	1.4
37A	10 YR 5/3	Castaño	10 YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	0.82	2.4
38A	10 YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	10 YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	0.77	2.5
39A	10 YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	10 YR 2/1	Negro	0.81	2.5
40A	10 YR 5/2	Castaño grisáceo	10 YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	0.9	2.4
41A	10 YR 5/2	Castaño grisáceo	10 YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	0.99	2.5
42A ₁	10 YR 6/2	Gris pardusco claro	10 YR 5/3	Castaño	1.04	2.3
42A ₂	10 YR 7/2	Gris ligero	10 YR 5/3	Castaño	1.16	2.4
42C	10 YR 7/3	Castaño muy pálido	10 YR 6/4	Castaño amarillento claro	1.17	2.5
43A	10 YR 4/2	Castaño grisáceo oscuro	10 YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	1.09	1.5
43B	10 YR 4/1	Gris oscuro	10 YR 2/2	Castaño muy oscuro	1.11	2.3
44A	10 YR 5/2	Castaño grisáceo	10 YR 3/2	Castaño grisáceo muy oscuro	0.91	2.4
44Bt	10 YR 5/1	Gris	10 YR 5/2	Castaño grisáceo	1.05	2.7
45A ₁	10 YR 5/4	Castaño amarillento	10 YR 4/4	Castaño amarillento oscuro	0.86	2.3
45A ₂	10 YR 6/6	Amarillo pardusco	10 YR 3/6	Castaño amarillento oscuro	0.88	2.3
45Bt	10 YR 5/4	Castaño amarillento	10 YR 4/4	Castaño amarillento oscuro	0.83	2.3
45C	10 YR 8/4	Castaño muy pálido	10 YR 5/6	Castaño amarillento	1	2.4
48A	10 YR 6/6	Amarillo pardusco	10 YR 4/4	Castaño amarillento oscuro	0.92	1.5
52A	5 YR 4/6	Rosa	5 YR 4/4	Castaño oscuro	0.9	1.5
52Bt	5 YR 5/8	Rojizo amarillo	5 YR 4/6	Rojizo amarillo	1.03	2.4
54A	7.5YR 7/3	Rojo amarillento	7.5 YR 4/3	Castaño rojizo	1	2.6
54Bt	7.5YR 8/6	Rojo amarillento	7.5 YR 6/6	Rojo amarillento	1.09	2.3
56A	2.5 Y 6/2	Gris pardusco claro	2.5 Y 4/3	Castaño verde oliva	1	2.9

Continúa cuadro 3

PERFIL	% Arcilla	% Limo	% Arena	Clasificación textural	% MO	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	% CO	CIC Cmol (+) kg ⁻¹
1A	14.76	16.09	69.24	Migajón-arenoso	5.11	7.18	6.58	1.8	22.14
1C	10.72	22	67.28	Migajón-arenoso	4.04	7.06	6.29	0.6	16.15
2A	6.96	16.96	76.06	Arena-Migajónosa	1.1	5.39	4.59	0.64	21.55
2C	7.26	16.66	76.06	Arena-Migajónosa	1.17	5.1	4.1	0.68	19.44
3A	11.2	26.2	62.6	Migajón-arenoso	5.18	5	4.43	3	21.55
4A	10.3	10.3	79.4	Migajón-arenoso	1.17	5.03	4.06	0.68	11.34
5A	1.96	21.36	76.66	Arena-Migajónosa	5	5.32	4.61	2.9	25.65
6A	12.88	20	67.12	Migajón-arenoso	6.62	5.02	4.42	2.1	19.98
6C	15.6	15.64	68.76	Migajón-arenoso	6.28	5.37	4.15	0.16	22.41
7A ₁	44.88	22.36	32.76	Arcilloso	0.55	5.09	4.5	0.32	25.8
7A ₂	45.24	22	32.76	Arcilloso	1.31	5.05	4.66	0.76	25.8
7Bt	68.88	11.64	19.48	Arcilloso	1.1	5.05	4.5	0.64	26.31
7C	48.88	18	33.12	Arcilloso	1.31	5.24	4.53	0.76	26.75
8A	14.88	24.56	60.56	Migajón-arenoso	8.11	5.88	5.53	4.7	47.17
8Bt	66.88	14	19.12	Arcilloso	3.45	6.07	7.67	2	61.16
9A	10.96	6.28	82.76	Arena-Migajónosa	1.86	5.56	4.58	1.08	12.53
10A	18.88	19.64	61.48	Migajón-arenoso	2.97	6.39	5.81	1.72	22.49
11Ap	59.24	20.92	19.84	Arcilloso	3.11	6.37	5.66	1.8	61.02
11B	60.88	24	15.12	Arcilloso	1.73	6.46	5.45	1	57.24
12A	22.88	12.36	64.76	Migajón arcillo-arenoso	1.45	5.37	4.36	0.84	24.44
13A ₁	16.88	20	63.12	Migajón-arenoso	5.59	6.53	5.65	1.5	31.21
13A ₂	27.6	25.64	46.76	Migajón arcillo-arenoso	4.55	6.67	5.13	0.32	25.8
14A	13.6	27.64	58.76	Migajón arenoso	3.45	6.64	5.54	2	20.79
15A	16.88	11.64	71.48	Migajón arenoso	1.45	7.86	7.23	0.84	19.44
15C	9.6	19.64	70.76	Migajón arenoso	0.69	7.67	7.09	0.4	12.56
18A ₁	17.24	27.64	55.12	Migajón arenoso	4.51	5.95	4.77	1.52	6.62
18A ₂	27.24	30.36	42.4	Migajón arcilloso	4.21	6.32	4.77	0.48	6.48
18B	35.6	31.28	33.12	Migajón arcilloso	4.22	5.93	4.68	0.28	41.72
19A	13.24	18.92	67.84	Migajón arenoso	20.87	5.36	4.64	12.11	24.14
21A	16.88	17.64	65.48	Migajón arenoso	1.86	6.17	4.54	1.08	25.25
22A	19.24	27.64	53.12	Migajón arenoso	3.38	5.5	4.25	1.96	12.29
22Bt	66.76	14	19.24	Arcilloso	6.56	6.06	5.12	3.8	47.55
23A	14.72	16.72	68.56	Migajón arenoso	5.35	5.55	4.46	3.1	9.05
24A	19.6	25.28	55.12	Migajón arenoso	1.93	5.89	4.15	1.12	7.7
24C	19.6	21.28	59.12	Migajón arenoso	0.48	6.6	4.2	0.28	7.7
25A ₁	34.88	38	27.12	Migajón arcilloso	6.89	4.85	4.11	3.99	17.82
25A ₂	51.6	19.28	29.12	Arcilloso	5.16	5.25	4.1	3	15.26
25B	52.88	21.28	25.84	Arcilloso	4.97	5.32	3.97	2.88	17.01
25C	43.6	23.28	33.12	Arcilloso	4.54	5.25	3.94	2.63	30.65
27A	24.88	51.64	23.48	Migajón limoso	3.38	4.64	3.77	1.96	19.58
28A	25.24	33.64	41.12	Migajón	5.52	6.28	5.47	3.2	41.58

Continúa cuadro 3

29A ₁	43.08	38	18.92	Arcilloso	0.62	5.49	4.79	0.36	38.64
29A ₂	50.88	22.2	26.92	Arcilloso	0.55	5.14	3.81	0.32	17.43
29B	61.6	27.28	11.12	Arcilloso	0.07	5.58	4.8	0.04	16.48
31A	23.6	22.92	53.48	Migajón arcillo-arenoso	0.14	7.53	7.19	0.08	6.08
32A	11.44	10.72	77.84	Arena-Migajónosa	10.92	5.61	5.12	6.34	10.26
33A	26.88	34.92	38.2	Migajón arcilloso	4.31	6.86	5.96	2.5	27.29
33Bt	61.6	23.28	15.12	Arcilloso	1.55	6.64	5.81	0.9	33.35
35A	16.88	30	53.12	Migajón arenoso	10.18	7.19	7.05	5.9	30.65
36A	16.88	20.2	62.92	Migajón arenoso	13.28	6.32	5.54	7.7	45.09
37A	21.6	35.28	43.12	Migajón	9.2	5.53	4.93	5.34	15.26
38A	31.6	21.28	47.12	Migajón arcillo-arenoso	14.11	7.54	7.17	8.18	46.85
39A	7.6	21.64	70.76	Migajón arenoso	14.05	6.03	5.8	8.15	20.8
40A	33.6	29.64	36.76	Migajón arcilloso	7.42	7.33	7.03	4.3	7.29
41A	35.6	13.28	51.12	Arcillo-arenoso	6.77	7.45	6.75	3.93	5.94
42A ₁	34.88	32	33.12	Migajón arcilloso	5.26	7.37	7.15	3.05	11.75
42A ₂	35.6	28.72	35.68	Migajón arcilloso	4.76	7.04	7.17	2.76	6.35
42C	23.24	29.64	47.12	Migajón	3.9	7.23	7.07	2.26	8.1
43A	35.6	32	32.4	Migajón arcilloso	11.3	7.76	6.87	6.55	35.02
43B	65.6	18	16.4	Arcilloso	10.6	7.22	6.88	6.15	33.35
44A	36.88	26.92	36.2	Migajón arcilloso	7.9	7.58	6.97	4.58	43.2
44Bt	64.88	26.72	8.4	Arcilloso	4.6	7.84	6.65	2.67	27.28
45A ₁	36.16	28	35.84	Migajón arcilloso	3.57	5.29	4.29	2.07	25.11
45A ₂	26.16	32	41.84	Migajón	4.17	5.27	4.08	2.42	23.49
45Bt	60.16	18	21.84	Arcilloso	3.38	6.3	4.64	1.96	26.46
45C	52.52	25.64	21.84	Arcilloso	3.31	5.85	5.29	1.92	24.84
48A	28.88	20	51.12	Migajón arcillo Arenoso	5.96	4.93	3.61	3.46	17.55
52A	36.16	26	37.84	Migajón arcilloso	11.26	4.56	3.28	6.53	35.39
52Bt	54.16	14.72	31.12	Arcilloso	8.27	5.03	3.48	4.8	35.12
54A	52.52	25.64	21.84	Arcilloso	5.23	5.1	4.26	3.03	36.2
54Bt	64.88	18	17.12	Arcilloso	3.51	5.15	3.49	2.03	36.47
56A	20.16	54.72	25.12	Migajón limoso	6.56	7.53	6.98	3.8	41.31

Continua cuadro 3

PERFIL	CE dS m ⁻¹	% SB	Cl ⁻ cmol kg ⁻¹	HCO ₃ ⁻ cmol kg ⁻¹	CO ₃ ⁻ cmol kg ⁻¹	CC %	PS %
1A	0.533	62.89	0.154	0.018	ND	60.54	85.4
1C	0.824	69.07	0.283	0.033	ND	54.60	83.3
2A	0.216	26.55	0.103	0.034	ND	61.66	86.5
2C	0.153	19.99	0.101	0.043	ND	59.13	72.4
3A	0.319	19.72	0.124	0.056	ND	70.94	93.4
4A	0.302	20.01	0.072	0.025	ND	63.49	82.9
5A	0.576	25.23	0.331	0.066	ND	67.14	80.6
6A	0.472	19.54	0.249	0.031	ND	50.63	70.4
6C	0.209	8.13	0.163	0.032	ND	53.76	74.6
7A ₁	0.100	20.24	0.139	0.021	ND	68.84	90.1
7A ₂	0.190	14.24	0.190	0.022	ND	73.09	91.8
7Bt	0.057	10.95	0.076	0.021	ND	68.74	80.8
7C	0.162	12.81	0.089	0.022	ND	72.81	91.4
8A	1.230	65.96	0.229	0.104	ND	55.65	64.3
8Bt	0.786	66.47	0.184	0.092	ND	53.12	65.6
9A	0.189	11.05	0.092	0.034	ND	66.29	81.1
10A	0.295	45.42	0.078	0.100	ND	69.59	90.12
11Ap	0.433	65.52	0.067	0.013	ND	70.86	97.1
11B	0.551	68.26	0.239	0.042	ND	78.87	90.8
12A	0.300	18.57	0.104	0.019	ND	40.99	65.1
13A ₁	0.579	73.28	0.217	0.036	ND	58.35	72.5
13A ₂	0.199	72.97	0.050	0.020	ND	40.99	60
14A	0.740	62.04	0.170	0.245	ND	75.24	96.8
15A	1.406	73.08	0.048	0.048	0.2412	61.43	96.5
15C	0.659	80.9	0.271	0.076	0.2412	56.50	84.7
18A ₁	0.174	66.03	0.140	0.023	ND	79.03	86.8
18A ₂	0.086	56.53	0.085	0.047	ND	83.82	94.9
18B	0.476	51.93	0.103	0.017	ND	57.64	86
19A	0.412	31.5	0.393	0.093	ND	50.21	87.4
21A	0.115	46.06	0.075	0.015	ND	68.33	75.7
22A	0.168	41.76	0.128	0.046	ND	62.80	81.7
22Bt	0.507	42.79	0.234	0.060	ND	76.38	86.9
23A	0.175	36.82	0.105	0.042	ND	60.90	85.2
24A	0.109	25.27	0.148	0.029	ND	66.84	99
24C	0.774	48.6	0.133	0.029	ND	62.23	74
25A ₁	0.175	17.04	0.440	0.051	ND	83.22	99.7
25A ₂	0.043	20.06	0.127	0.047	ND	76.64	99.2
25B	0.031	22.01	0.094	0.031	ND	76.42	98.1
25C	0.044	23.48	0.230	0.046	ND	66.42	91.5
27A	0.153	18.52	0.216	0.033	ND	75.40	95.4
28A	0.571	25.49	0.121	0.074	ND	79.96	93.1
29A ₁	0.215	44.2	0.175	0.051	ND	79.41	94.5
29A ₂	0.126	35.65	0.100	0.086	ND	81.72	93.5
29B	0.139	49.48	0.130	0.048	ND	85.26	93.2

Continúa cuadro 3

31A	0.653	50.08	0.131	0.302	0.2412	73.09	91.7
32A	0.200	37.04	0.125	0.041	ND	70.76	88.9
33A	0.461	48.23	0.521	0.329	ND	67.66	87.2
33Bt	0.314	42.15	0.429	0.128	0.1206	42.22	63.5
35A	1.041	43.41	0.289	0.303	ND	71.69	80.5
36A	0.065	41.41	0.298	0.124	ND	77.46	83.4
37A	0.305	35.62	0.422	0.568	0.4824	60.86	70.4
38A	0.137	54.47	0.257	0.644	ND	68.10	84
39A	0.623	41.61	0.187	0.374	ND	50.18	66.2
40A	0.592	40.58	0.132	0.224	0.2412	64.72	82.2
41A	0.464	40.24	0.098	0.113	0.2412	61.18	75.5
42A ₁	0.565	57.17	0.184	0.067	ND	62.52	84
42A ₂	0.269	59.99	0.487	0.113	0.2412	61.27	81.3
42C	0.003	60.69	0.467	0.124	ND	54.32	77.9
43A	0.427	96.68	0.096	0.135	0.2412	65.01	96.6
43B	0.462	58.8	0.150	0.086	0.4824	70.91	81.9
44A	0.442	69.18	0.130	0.261	0.2412	72.03	81.7
44Bt	0.525	64.66	0.121	0.072	0.7236	64.47	89.2
45A ₁	0.109	15.35	0.162	0.147	ND	57.42	86.4
45A ₂	0.040	13.60	0.129	0.102	ND	54.84	95.6
45Bt	0.048	17.08	0.103	0.094	ND	52.41	93.8
45C	0.075	19.47	0.098	0.091	ND	49.62	72.4
48A	0.134	19.72	0.156	0.698	ND	63.85	91.5
52A	0.215	22.72	0.147	0.069	ND	59.45	81.9
52Bt	0.094	17.45	0.128	0.054	ND	61.52	85.9
54A	0.213	14.34	0.154	0.273	ND	70.64	75.3
54Bt	0.096	14.13	0.168	0.294	ND	68.53	93.8
56A	0.0067	50.64	0.013	0.256	ND	75.65	71.7

DA = Densidad aparente, DR = Densidad real, MO = Materia orgánica, CO = Carbono orgánico, CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico, CE = Conductividad Eléctrica, SB = Saturación de Bases, CC= Capacidad de Campo, PS = Punto de saturación, ND = No Detectado. Los perfiles 17, 26 = 6, 16 = 15, 20 = 18, 30 = 29, 34 = 32, 47, 50, 51 y 53 = 41, 46 = 45, 49 y 55 = 48.

6.3 Clasificación de los suelos

Una descripción generalizada de los horizontes se muestra en los Cuadros 4 y 5, así como las propiedades de diagnóstico de acuerdo con la WRB. En los cuadros aparecen únicamente las características de los horizontes y propiedades de diagnóstico utilizadas para determinar los grupos de suelo muestreados en este estudio. Se observa que los horizontes de diagnóstico en donde se distribuye el género *Manfreda*, en orden de importancia son: ócrico, árgico, úmbrico, mólico, cálcico y vértico.

Cuadro 4. Horizontes de diagnóstico de acuerdo con la WRB utilizados para la clasificación de suelos en este estudio

Horizontes de superficie	Características
Horizonte ócrico	Sin estratificación fina, de color claro, delgado, bajo contenido de carbono orgánico, masivo y duro o muy duro en seco. Este horizonte se encontró en los perfiles: 2, 7, 11, 15, 16, 21, 23, 24, 29, 30, 40, 41, 42, 47, 48, 49, 50, 51, 53 y 55.
Horizonte mólico	Estructura bien desarrollada, oscuro, alta saturación con bases y alto a moderado contenido de materia orgánica. Este horizonte se encontró en los perfiles: 1, 8, 13, 25, 43 y 44.
Horizonte úmbrico	Estructura bien desarrollada, obscuro, con baja saturación de bases y de alto a moderado contenido de materia orgánica. Este horizonte se encontró en los perfiles: 6, 17, 18, 20, 22, 26, 33, 39, 46, 46, 52 y 54.
Horizontes subsuperficiales	Características
Horizonte cálcico	Acumulación de CaCO ₃ secundario, o bien, en forma difusa (carbonato de calcio presente sólo en forma de partículas finas de 1 mm o menos, dispersado en la matriz), o en concentraciones discontinuas (pseudomicelios, cutanes, nódulos blandos y duros o venas). Este horizonte se observo en los perfiles 15, 16 y 43.
Horizonte árgico	Con mayor contenido de arcilla que el horizonte superficial. La diferenciación textural puede estar causada por una acumulación iluvial de este mineral, por formación pedogénética en el subsuelo, destrucción de arcilla en el horizonte superficial, por erosión superficial selectiva de arcilla, por actividad biológica, o por una combinación de dos o más de estos diferentes procesos. Se presentó en los perfiles: 7, 22, 25, 29, 30, 33, 39, 43, 44, 45, 46, 52 y 54).
Horizonte vértico	Arcilloso. Como resultado de la expansión y contracción tiene superficies pulidas y acanaladas ('slickensides'), o agregados estructurales en forma de cuña o paralelepípedos en continua contracción-expansión. Se presento en los perfiles 11 y 43.

Cuadro 5. Propiedades de diagnóstico (WRB) utilizados para la clasificación de suelos en este estudio

Propiedades	Características
Stágnicas	Evidencias visibles de prolongadas aguas anegadas (perfil 13).
Roca dura continua	Roca dura continua subyacente al suelo, que excluye horizontes pedogenéticos cementados como un: <i>petrocálcico</i> , <i>petrodúrico</i> , <i>petrogípsico</i> y <i>petroplíntico</i> . Esta roca es suficientemente coherente, dura en húmedo y no es posible cavar manualmente con una pala. El material se considera continuo si presenta pocas grietas separadas 10 cm o más y no ha ocurrido desplazamiento significativo de la roca. Se presentó en los perfiles: 3, 4, 5, 9, 11, 14, 19, 23, 24, 27, 28, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 48, 49, 55 y 56).
Áridicas	Se refiere a material de suelo <i>bajo en materia orgánica</i> con evidencia de <i>actividad eólica</i> , <i>color claro</i> y virtualmente con una <i>alta saturación de bases</i> .

Con respecto a los materiales de diagnóstico, éstos tienen el propósito de reflejar los constituyentes geológicos originales, en los cuales los procesos pedogenéticos todavía no han sido tan activos para alterar la composición mineralógica primaria. En el Cuadro 6 se describen los materiales de diagnóstico encontrados en algunos suelos descritos en este estudio, los cuales apoyaron su clasificación.

Cuadro 6. Materiales de diagnóstico (WRB) utilizados para clasificar los suelos en estudio

Materiales de diagnóstico	Características
Material de suelo orgánico	Restos orgánicos acumulados en la superficie, sus componentes minerales no influyen significativamente en las propiedades del suelo. Perfil 39.
Material de suelo calcárico	Efervescencia fuerte con HCl al 10% en la mayor parte de la tierra fina. Se aplica al material que contiene más del 2% de carbonato de calcio equivalente. Perfiles 15, 16 y 42.
Material de suelo téfrico	Presencia de productos primarios piroclásticos no consolidados de origen volcánico (cenizas, lapilli, pómez, piroclastos vesiculares tipo pómez y bloques o bombas volcánicas), sin o ligeramente meteorizados. También puede presentarse téfra re trabajada y mezclada con material de otras fuentes. Esto incluye loess téfrico, arenas téfricas eólicas y aluvio vulcanogénico. Perfil 21.

Debido a que se utilizó la clasificación de la WRB, los grupos de suelo mayores y sus unidades, no concuerdan con los registrados por INEGI (FAO-UNESCO, 1974), ya que este último organismo utilizó para elaborar los mapas una escala de 1: 250 000, donde no es posible ubicar áreas pequeñas (50 a 300 m²) como en las que crecen las especies de *Manfreda*, debido a que presentan una distribución localizada.

Con base en FAO-UNESCO (1974), la Figura 1 muestra que la mayoría de las especies del género *Manfreda* crecen en Phaeozem (39.30%), seguido de Regosol (23.21%), Leptosol (14.28%), Andosol (12.5%), Planosol (3.57%), Luvisol (1.80%), Cambisol (1.78%), Arenosol (1.78%) y Calcisol (1.78%). En el Cuadro 7 y con base en la ITC, ISRIC Y FAO (2000), se presentan los grupos de suelo registrados en los 56 sitios muestreados. Treinta corresponden a Leptosoles (53.60%), diez a Luvisoles (17.86%), cuatro a Phaeozems (7.14%), tres a Calcisoles (5.35%), tres Andosoles (5.35%), dos a Umbrisoles (3.57%), dos a Vertisoles (3.57%), uno a Acrisoles (1.78%) y uno a Regosoles (1.78%).

Los Leptosoles (LP) muestreados son superficiales, están limitados por roca dura continua, la profundidad va de 3 a 40 cm, con frecuencia no tienen horizonte de diagnóstico y en este estudio se encontró un horizonte ócrico en un 37%; la textura varía de arena Migajónosa (10.96% arcilla, 6.28% limo y 82.76% arena) a arcillo-arenoso (35.6% arcilla, 13.3% limo y 51.12% arena) Cuadro 3.

La capacidad de intercambio catiónico de los LP estudiados varía de baja a muy alta de acuerdo con la NOM-21-RECNAT-2000. Se encontró que a mayor contenido de arcilla, mayor CIC, con un máximo de 46.85 Cmol (+) kg⁻¹ cuando el contenido de arcilla fue de 31.6%. Por su pH de 4.64 a 7.93, se les clasifica como suelos fuertemente ácidos a medianamente alcalinos según la NOM-21-RECNAT-2000. La acidez de estos suelos se debe a la lixiviación de sus bases, por localizarse en áreas con precipitación media anual de 472.9 a 2119.8 mm. Este intervalo de precipitación favorece el establecimiento de vegetación arbustiva y arborea que aporta residuos orgánicos al suelo, de este modo, el porcentaje de materia orgánica

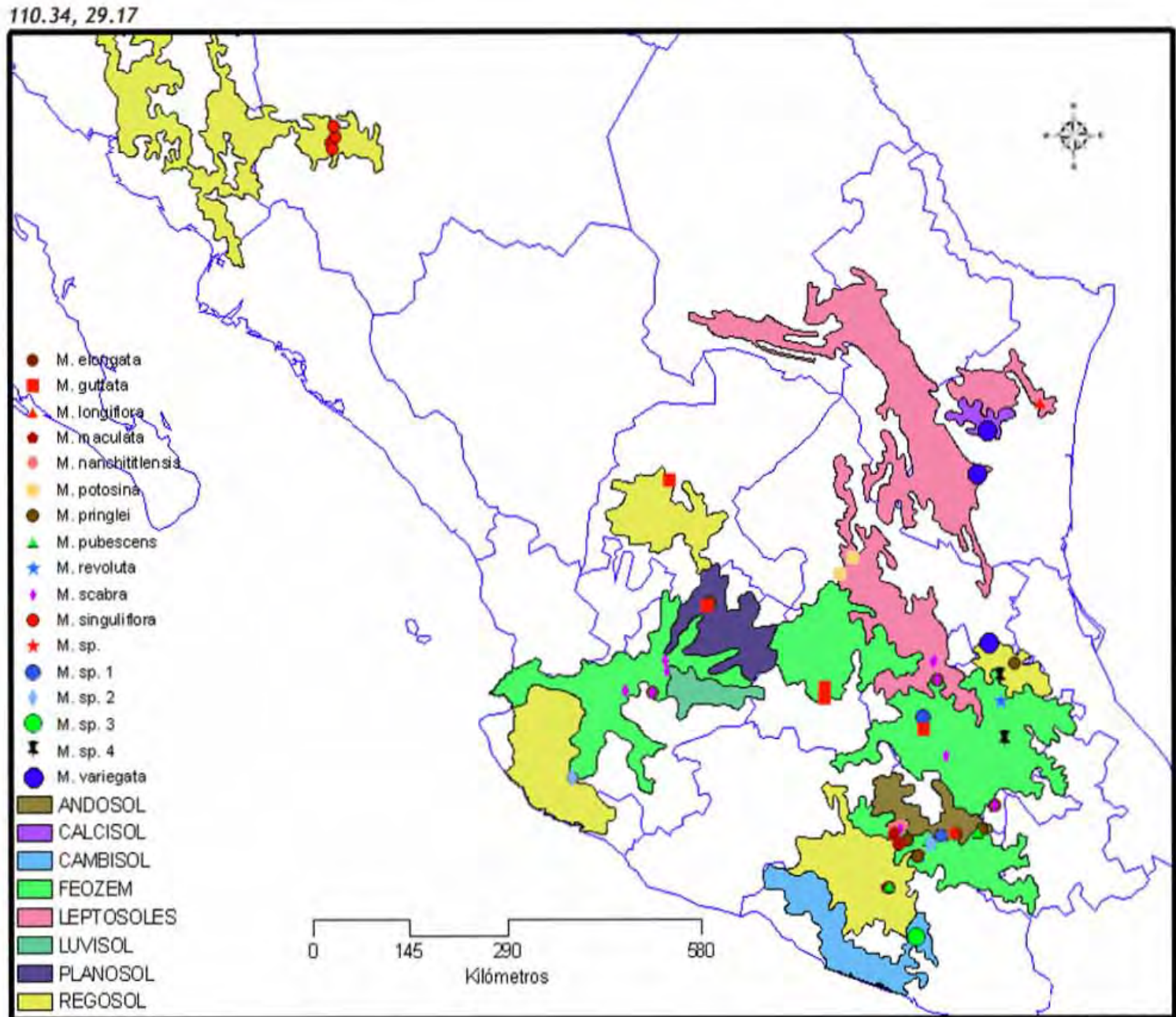
encontrado fue de 1.1 a 10.9, de acuerdo con la NOM-21-RECNAT-2000, son suelos de clase baja a muy alta, excepto aquellos de zonas semiáridas que se clasifican como bajos.

La vegetación circundante a los LP estudiados es variable, se pueden desarrollar matorrales xerófilos, bosques de *Quercus*, bosques mesófilos de montaña, bosques de coníferas, bosque tropical subcaducifolio y caducifolio. En estos tipos de vegetación, los suelos dominantes son distintos. Los LP donde crecen las manfredas son pequeños afloramientos que por su tamaño no son mapeables y no soportan un tipo de vegetación desarrollada, más bien, en ellos se establecen especies con menos exigencias y por ende adaptadas a vivir con pocos recursos, es en estos microhábitats donde las especies de *Manfreda* encuentran las condiciones apropiadas para su establecimiento y desarrollo; a veces lo comparten con especies herbáceas y arbustos de talla pequeña, con bajo poder competitivo interespecífico.

La descripción morfológica, tipo de perfil (ACR y AR), ausencia o escasa presencia de horizontes de diagnóstico y las características físicas y químicas (cuadro 3) encontradas en el laboratorio para estos suelos coinciden con la descripción general para los Leptosoles que hace la WRB (Ver Anexo).

En los Luvisoles (LV) analizados, se encontró que la profundidad mínima es de 40 y la máxima de 120 cm. Las pruebas de campo y laboratorio indicaron que la textura del horizonte A es de migajón arcilloso (26.88% arcilla, 34.9% limo y 38.2% arena), mientras que, la del horizonte B es arcillosa (29.24 a 61.6% arcilla), razón por la cual se le conoce como horizonte Bt o árgico. Debido a las características de fijación, retención o de cambio de cationes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{-1} y Na^{-1}) de las arcillas, se espera que estos suelos tengan una capacidad de intercambio catiónico alta. En las pruebas realizadas se encontró un valor de 7.7 a 33.35 Cmol (+) kg^{-1} (baja a alta, NOM-21-RECNAT-2000). Esta característica del suelo le confiere a la vegetación asociada una nutrición adecuada para su desarrollo, por lo tanto las especies de *Manfreda*, que como ya se ha visto no son exigentes en términos de la calidad del suelo; pueden establecerse perfectamente en este grupo de suelo.

Figura 1. Suelos donde se distribuye del género *Manfreda* (FAO-UNESCO, 1974)



Los Luvisoles se encontraron en bosque tropical caducifolio, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas y bosque mesófilo de montaña, uno de ellos se localizó en áreas con uso agropecuario circundantes a la vegetación primaria. Al cuantificar la materia orgánica se registraron valores de 0.55 a 14.1 (muy bajo a alto, NOM-21-RECNAT-2000), los valores más bajos corresponden a suelos agrícolas con 10 años de cultivo continuo, mientras que, los más altos fueron encontrados en zonas con vegetación primaria no perturbada, o con escaso grado de perturbación, en donde incluso está presente un horizonte O con 5 a 15 cm de espesor. Por lo tanto, el pH de estos suelos es fuertemente ácido a neutro (4.56 a 6.86), pues la precipitación media anual en las localidades es de 726.6 a 2 440.8 mm y la zona climática es de templada a trópico-subhúmedo.

La descripción morfológica, el tipo de perfil (ABtCR), la presencia de horizontes de diagnóstico y las características físicas y químicas encontradas en el laboratorio para estos suelos coinciden con la descripción general de la WRB para los Luvisoles (Ver Anexo).

Los Acrisoles (AC) presentan las mismas características en campo que los Luvisoles, pero las pruebas realizadas en el laboratorio demuestran que la saturación de bases es menor del 50% y la capacidad de intercambio catiónico es de 24 Cmol (+) kg⁻¹, características que permite separarlo de los Luvisoles. El AC encontrado tiene una profundidad de 120 cm, donde se distinguen perfectamente los horizontes, entre los cuales se halla un horizonte donde hay acumulación de arcillas de baja actividad. La textura va de migajón arcillosa (34.88% arcilla, 38% limo y 27.12% de arena) a arcillosa (52.88% arcilla, 21.3% limo y 25.84% arena). A partir del horizonte A₂ no hay una diferencia textural precisa. Este AC (Ver Anexo) se encuentra en bosque de *Quercus*. La materia orgánica a lo largo del perfil se clasifica según la NOM-21-RECNAT-2000 como alta a muy alta (4.54 a 6.89%), esto se debe a que el aporte de residuos es abundante, la CIC fue de 17.82 a 30.65 Cmol (+) kg⁻¹, media a alta.

Se encontraron cuatro Phaeozem (PH) ubicados en zona árida, donde se desarrolla un matorral xerófilo, en ellos la materia orgánica varió de muy bajo a muy alto (0.55-8.1%). En general el contenido de materia orgánica se reduce a medida que la precipitación media anual es menor (541.0 a 687.1 mm). Los cuatro PH se caracterizaron por tener un color pardo a negro, textura migajón arenosa, con excepción de los que presentan un horizonte árgico (Perfiles 8 y 44), con presencia de horizontes A y B. El pH de los Phaeozems (Ver Anexo) varió de 5.53 a 7.83, mientras que, la capacidad de intercambio catiónico osciló de 10.8 a 61.16 Cmol (+) kg⁻¹, de acuerdo con la NOM-21-RECNAT-2000 es baja a muy alta.

Se encontró que *Manfreda* se distribuye también en Vertisoles (VR), estos suelos se reconocen en campo debido a las grietas presentes en la superficie si la estación climática es seca, cuando es húmeda son suelos muy pegajosos, de color negro. Los horizontes de diagnóstico presentan características mínimas distinguibles.

Los VR (Ver Anexo) estudiados se caracterizan por ser profundos (1 m o más), tener en los primeros 40 cm de espesor las siguientes características: arcillosos, plásticos y pegajosos, no pedregosos, estructura de bloques con caras de deslizamiento brillantes, muy duros cuando secos, con contenidos de materia orgánica de 1.73 a 3.11% cuando están cultivados (Perfil 11) y 10.6 a 11.3% cuando no lo están (Perfil 43), capacidad de intercambio catiónico alta a muy alta (35.10 a 57.24 Cmol (+) kg⁻¹). El pH es de 5.46 a 7.76, guarda una relación muy clara con la precipitación media anual de 1055.6 a 605.8 mm respectivamente.

Los Calcisoles (CL) se localizaron en zonas áridas y son claros, sueltos o con estructura pobremente desarrollada, no hay diferenciación de horizontes o es escasa. En los CL de San Luis Potosí (Perfiles 15 y 16), el contenido de materia orgánica es muy bajo a bajo (0.69 a 1.45%), mientras que, en el matorral xerófilo de Tamaulipas (Perfil 42), es alto (3.9 a 5.26%). De acuerdo a la NOM-21-RECNAT-2000; los pH colocan a los suelos como neutros a medianamente alcalinos (7.04 a 7.86). La textura varió desde migajón arcillosa (34.88% arcilla) a migajón arenosa

(16.88 % arcilla), en estos Calcisoles la CIC fue de 11.75 a 19.44 esta considerada como baja a media (NOM-21-RECNAT-2000).

Las pruebas realizadas en el laboratorio demostraron que los materiales suelto y parental son calcáreos. La vegetación presente en los CL (Ver Anexo) que se describieron corresponde a un matorral xerófilo, algunos de los componentes florísticos son: *Larrea tridentata*, *Prosopis laevigata* y *Opuntia* spp. Mientras que, en el matorral xerófilo subinermes de Tamaulipas, son comunes *Condalia* sp., *Jatropha dioica*, *Solanum* sp. y *Lantana* sp. Las especies de *Manfreda* encuentran su hábitat bajo el dosel de las especies arbustivas, este nodrizaje favorece a las manfredas frente a la depredación y contra la intensa radiación solar.

Los Andosoles (AN) en que se distribuyen las especies de *Manfreda* se localizan en la región centro del país, en el Eje Neovolcánico y entre las características más sobresalientes están: estructura moderadamente desarrollada, muy ácidos (5.02 y 5.37), densidad aparente de 1.03 a 1.23 g/cc, porcentaje de espacio poroso de 46 a 62%, con buena retención de humedad (53.76%), buen drenaje, el contenido de materia orgánica es rico en el horizonte A (3.62%), textura migajón-arenosa (12.88% arcilla, 20% limo y 67.12% arena) que explica su capacidad de intercambio catiónico alta a media (22.41 y 19.98 Cmol (+) kg⁻¹). La precipitación media anual es de 762.1 a 940.7 mm y explica el grado de desarrollo que tiene el suelo, su acidez y contenido de materia orgánica, favorecen el desarrollo de bosques de coníferas.

Algunas manfredas se recolectaron en dos sitios, en campo de cultivo de maíz y en bosque de coníferas con precipitaciones medias anuales de 928.4 y 1209.7 mm, donde se encontraron Umbrisoles. Estos suelos pueden llegar a presentar hasta 100 cm de profundidad, con un horizonte de diagnóstico úmbrico, alto contenido de materia orgánica (4.51 %), Migajón arenosos (17.24% arcilla, 27.6% limo y 55.12% arena) a migajón arcillosos (35.6% arcilla, 31.3% limo y 33.12% arena), castaño oscuros a castaño amarillento oscuros y moderadamente ácidos (pH= 5.95). La CIC según la NOM-21-RECNAT-2000 varía de baja a muy alta (6.62 a 41.72 Cmol (+) kg⁻¹)

Cuadro 3.

De acuerdo con las características de los suelos antes mencionadas, se presento un suelo que no tiene cualidades que coincidan con ellas, por no tener horizonte de diagnóstico o propiedades que permitan clasificarlo en alguna otra unidad de suelos y basados en sus características generales se determinó como Regosol. En esta localidad hay bosque de coníferas y *Quercus*, donde la materia orgánica tiene un valor de 1.86% (medio), una CIC de 25.25 Cmol (+) kg⁻¹ (alta) y una textura migajón arenoso (16.88% arcilla, 17.6% limo y 65.48% arena) Cuadro 3. No hay diferenciación de horizontes, a excepción del llamado ócrico y tiene una profundidad de 50 cm. La precipitación media anual es de 1209.7 a 2119.8 mm.

6.4 Descripción de la relación suelo-planta

En el Cuadro 7 se muestra el grupo de suelo y la distribución edáfica del género *Manfreda*. Puede observarse que el 87.5% de especies recolectadas se localizaron en Leptosoles, cabe destacar que *Manfreda longiflora* y *M. potosina* se encuentran exclusivamente en Calcisoles. De esto se deduce que existe plasticidad edáfica para la mayoría de las especies, porque han desarrollado características para enfrentar los distintos factores limitantes del medio como el suelo. En la mayoría de los casos, los LP encontrados tienen como principal limitante la profundidad (10 cm o menos), sin embargo, en estos existen microhábitats en donde *Manfreda* ha sido capaz de desarrollarse a pesar de este inconveniente, ya que se acumula gran cantidad de materia orgánica proporcionada de la vegetación circundante, el lugar esta bien drenado y recibe suficiente energía solar.

Las especies que conforman el género han desarrollado mecanismos que les permiten sobrevivir frente a los cambios estacionales, entre ellos: presencia de bulbos y cormos, donde almacenen sustancias de reserva, que permiten mantener funcionales estos tallos modificados, presencia de raíces contráctiles en el cormo, para que el bulbo, y por lo tanto, el meristemo apical, no alcance la superficie del suelo en la época de sequía y bajas temperaturas. Estas adaptaciones hacen posible que las especies se desarrollen y establezcan en Leptosoles, con pendientes pronunciadas (45%), arenosos (62.92 a 77.84%) y el 62.5% no tienen horizonte de

diagnóstico, son muy someros, pedregosos y con baja fertilidad; donde generalmente los individuos presentan una talla pequeña y escaso follaje; hasta suelos profundos no pedregosos, arcillosos, ricos en materia orgánica, donde las plantas tienen mejores opciones de desarrollo y el sistema radical guarda una mejor relación con el suelo.

Según Galván en Rzedowski (2001), *Manfreda scabra* es la especie de más amplia distribución, es la única que habita desde Durango hasta Honduras y El Salvador. Se localiza en matorral xerófilo y bosque de *Quercus*, en regiones montañosas a altitudes de 2250 a 2700 m, cabe destacar que no menciona ningún dato sobre el tipo de suelo, mientras que, Piña (1986) sólo hace referencia a su hábitat y menciona que se encuentra en terrenos con pendiente pronunciada, en suelos volcánicos a una altitud de 300 a 2550 m.

En este estudio *Manfreda scabra* se encontró en quince sitios, que en orden de importancia, corresponden a los siguientes grupos de suelos: LP, LV, PH y AN. Sin embargo, es el Leptosol paralítico y lítico donde encuentra el hábitat con condiciones más apropiadas para su desarrollo, seguido de Luvisol crómico, LV cromi-dístrico, LV abrupti-dístrico y LV dístrico asimismo, crece en Phaeozem háplico y epilépti-lúvico; además de Andosol úmbrico. Cabe señalar que, cuando la capa de material suelto es menos profunda, los individuos de *Manfreda scabra* presentan características vegetativas más reducidas.

Los LP, no permiten el desarrollo de vegetación arbórea y arbustiva por sus características antes mencionadas, por lo tanto se reduce la competencia interespecífica con *Manfreda scabra*. Si comparamos las características vegetativas de esta especie, encontramos que tiene una altura de 1.0 a 2.5 m y hojas de 25 a 75 cm (1.1 m) de largo por 5.5 a 6 (12) cm de ancho, lo cual le favorecen competitivamente hablando para establecerse y desarrollarse en este tipo de suelos y condiciones ecológicas.

Cuadro 7. Distribución edáfica de las especies del género *Manfreda*.

ESPECIES	LP	LV	PH	AN	CL	UM	VR	RG	AC
<i>M. pringlei</i> Rose	35, 40 55	22 29	13	6, 17 26					25
<i>M. scabra</i> (Ortega) McVaugh	23, 31 32, 34 35, 36 48, 49	7, 30 33,46	1 8	6					
<i>M. maculata</i> (Mart.) Rose	24, 27 28, 47 50, 51 53	52, 54							
<i>M. guttata</i> (Jacobi y Bouché) Rose	10, 12 14		1				11		
<i>M. variegata</i> (Jacobi) Rose	41		44				43		
<i>M. nanchititlensis</i> Matuda	47, 48	45, 46							
<i>M. revoluta</i> (Klotzsch) Rose	23, 24 38	22							
<i>M. sp. nov. 4</i>	37	39							
<i>M. pubescens</i> (Regel y Ort.) Verhoek- Williams	19, 55					18 20			
<i>M. elongata</i> Rose	36					20			
<i>M. singuliflora</i> (S. Wats.) Rose	2, 3 4, 5								
<i>M. sp. nov. 1</i>	9								
<i>M. sp. nov. 2</i>	23 y 36								
<i>M. sp. nov. 3</i>	56								
<i>M. sp.</i>								21	
<i>M. longiflora</i> (Rose) Verhoek- Williams					42				
<i>M. potosina</i> (Robinson y Greem) Rose					15 16				

LP=Leptosol, LV=Luvisol, PH=Phaeozem, AN=Andosol, CL=Calcisol, UM=Umbrisol, VR=Vertisol, RG=Regosol y AC=Acrisol. Los números corresponden a las localidades y perfiles donde se recolectaron las especies de este género.

Con respecto a los LV, PH y AN donde crece *Manfreda scabra*, son suelos desarrollados y su sistema radical puede alcanzar más de 30 cm, esto le permite a la planta competir por agua y nutrimentos del suelo de manera más eficiente que otras herbáceas.

Manfreda scabra se recolectó en la subprovincia fisiográfica Sierras y valles Zacatecanos, sobre Leptosoles, Luvisoles y Phaeozems, también fue localizada en Leptosoles y Luvisoles de las subprovincias fisiográficas Karst Huasteco y Depresión del Balsas. Mientras que, en los Altos de Jalisco, Sierras de la Costa de Jalisco y Colima y Sierras y Valles Guerrerenses; únicamente se encuentran Leptosoles. *Manfreda scabra*, además se encuentra en la subprovincia fisiográfica Guadalajara, en Luvisol. Finalmente, los Phaeozems y Andosoles donde crece esta especie se encuentran en la subprovincia fisiográfica Lagos y Volcanes del Anáhuac (Figura 3).

Manfreda pringlei tiene una plasticidad edáfica más amplia que *M. scabra*, pues además se encuentra en Acrisol húmi-profúndico (hiperdístrico), hecho que le permite una mayor amplitud ecológica, pues se establece en suelos muy jóvenes o poco desarrollados, hasta aquellos muy intemperizados, arcillosos, ácidos y profundos como los Luvisoles y Acrisoles (Cuadro 7). *Manfreda pringlei* se distribuye en la subprovincia fisiográfica Karst Huasteco, en Leptosoles dístrico y paralítico y Luvisol dístrico y crómico. En los Altos de Jalisco y Depresión del Balsas, se desarrolla en leptosoles, mientras que, en Lagos y Volcanes del Anáhuac crece en Luvisoles. Otros suelos preferidos por esta especie, son los Andosoles úmbricos de las subprovincias Lagos y Volcanes del Anáhuac y Depresión del Balsas, mientras que, en las Sierras y Valles Zacatecanos se localiza el Phaeozem estágnico, finalmente sobre Acrisoles en las Serranías meridionales (Fig. 3). Cabe aclarar que aunque los Phaeozems, Andosoles, Acrisoles y Luvisoles son suelos más desarrollados, se les puede encontrar asociados a Leptosoles, debido a la complejidad del relieve de México.

Manfreda singuliflora, *M. sp.nov. 1*, *M. sp.nov. 2* y *M. sp. nov. 3* se distribuyen exclusivamente en Leptosoles líticos y paralíticos, a excepción de una

localidad donde se registró un LP epidístrico. Los LP encontrados para *M. singuliflora*, *M. sp. nov. 1* y *M. sp. nov. 3*, a diferencia de los encontrados para *M. scabra*, tienen una profundidad mayor o igual a 10 cm y la pedregosidad no retiene el material suelto. La vegetación esta dominada por bosque de coníferas. Cuando la vegetación primaria no ha sido muy perturbada, esta aporta una cantidad de residuos orgánicos que conduce a la formación de un horizonte O superficial, ahí *Manfreda singuliflora* tiene un mejor hábitat, debido a la capa de hojarasca que cubre el suelo, pues esta regula los cambios bruscos de temperatura, reduciendo la evaporación y prolongando el período de humedad edáfica. Sin embargo, en el perfil 3 se observa que la vegetación silvestre aporta muy poca materia orgánica, además el suelo se encuentra severamente erosionado, en los perfiles 4 y 5, el suelo tiene una profundidad de 10 cm, es extremadamente pedregoso hasta 70%, textura arenosa (79.4 %) y moderadamente ácido (5.02). Esta especie es capaz de desarrollarse aún bajo estas condiciones, pero reduce considerablemente su tamaño.

Manfreda sp. nov. 1 se desarrolla sobre LP con matorral xerófilo. Estos suelos son pedregosos (5 a 20%), secos, sin estructura, moderadamente ácidos (5.56), con un porcentaje medio en contenido de materia orgánica de 1.86 (NOM-RENAT-2001) y espesor de 10 cm. Mientras que, los Leptosoles para *Manfreda sp. nov. 2*, son extremadamente pedregosos, con pendiente pronunciada (45 a 70%) y con alto contenido de materia orgánica (5.35 a 13.3 %) debido a los aportes de residuos del bosque tropical subcaducifolio y caducifolio. Respecto a *Manfreda sp. nov. 3* (fig. 2) se encuentra en LP donde la pendiente es muy pronunciada (90%), pero al igual que otros Leptosoles el suelo es retenido por las rocas.

Manfreda singuliflora se distribuye exclusivamente en la Gran Meseta y cañones Chihuahuenses, *M. sp. nov. 1* se encuentra en las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, *M. sp. nov. 2* en las Sierras de la Costa de Jalisco y Colima así como en las Sierras y Valles Guerrerenses mientras que, *M. sp. nov. 3* se encuentra en la Cordillera Costera del Sur (Figura 3).

Manfreda guttata y *M. variegata* tienen preferencia por Leptosoles, Phaeozems y Vertisoles. La primera especie se localizó frecuentemente en Leptosoles líticos y un esquelético (Cuadro 2), en un matorral xerófilo. *Manfreda guttata* para sobrevivir en estas condiciones ha reducido el número de hojas de la roseta, pues se han encontrado ejemplares con dos y no rebasan un número de siete hojas (Piña, 1985). También se recolectó en Phaeozem háplico y Vertisol mesotrófipélico, muy alterados, arcillosos a migajónosos, con contenido de materia orgánica alto. Estas propiedades hacen que estos suelos sean fértiles y proporcione un hábitat adecuado para *Manfreda guttata*. Por la mejor calidad de estos suelos tienen, los individuos tienen una talla mayor.

Con respecto a *Manfreda variegata*, se encontró en un afloramiento de Leptosol dístrico en bosque tropical subcaducifolio, en estas condiciones, la planta no sufre de estrés hídrico pues la textura es arcillo-arenoso y la precipitación alcanza hasta 2041.3 mm anuales. Sin embargo, también se recolectó en suelos Phaeozem vértico y vegetación de matorral xerófilo, a 112 y 320 m, donde las condiciones para esta especie son más estresantes, el suelo es migajón-arcilloso y hay una precipitación anual de 685.6 mm. En el Vertisol mazico se encuentra una vegetación de matorral xerófilo, además este suelo se caracteriza por tener propiedades vérticas.

De acuerdo con la variabilidad de características de los suelos donde se recolectó a *Manfreda variegata*, se deduce que esta especie tiene una amplitud edáfica que le permite desarrollarse con éxito y que su distribución podría estar determinada principalmente por factores bióticos o climáticos.

Obsérvese (Cuadro 7) que *Manfreda guttata* y *M. variegata* se distribuyen en los mismos grupos mayores de suelo, pese a ello, no se les encontró compartiendo un mismo sitio de muestreo, *Manfreda variegata* geográficamente se le localiza en San Luis Potosí y sur de Tamaulipas (Karst Huasteco y lomeríos de la Costa Golfo Norte) mientras que, *M. guttata* ocurre en Hidalgo, Querétaro y Aguascalientes, en las subprovincias fisiográficas Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato y Sierras y Valles Zacatecanos (Fig. 3).

Las especies que se encuentran exclusivamente en Calcisoles son *Manfreda potosina* y *M. longiflora* (Figura 2), en este caso, el hábitat presenta condiciones ambientales limitantes para el desarrollo de estas especies, tales como períodos largos de sequía, que ocasionan a las plantas estrés hídrico, sin embargo, se establecen bajo el dosel de otras especies, que las protegen de la intensa radiación solar. En las tres localidades los suelos son secos, profundos, con estructura poco desarrollada. Para *Manfreda longiflora* el suelo es un Calcisol arídico el cual tiene una pedregosidad de 60% y conductividad eléctrica de 0.565 dSm^{-1} que ofrece efectos osmóticos despreciables, a diferencia de los Calcisoles háplicos en donde crece *M. potosina* que tiene una CE que va de 1.406 dSm^{-1} con efectos osmóticos que empiezan a actuar negativamente en la fisiología de la planta, no son pedregosos y son más sueltos. Por las condiciones de aridez climática, edáfica y por las características físicas y químicas de los suelos, estas dos especies han desarrollado características morfológicas, anatómicas y fisiológicas muy parecidas, algunas de ellas son: hojas suculentas y eje de la inflorescencia pequeña (20 a 60 cm en el caso de *M. potosina* y hasta 50 cm para *M. longiflora*). Estas especies se distribuyen principalmente en las subprovincias Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato y Sierras y Llanuras Occidentales (Fig. 3).

Manfreda nanchititlensis (Figura 2), *M. revoluta*, *M. maculata* y *M. sp. nov. 4*, se localizan en Leptosoles y Luvisoles. Como puede observarse estas especies se han restringido más en cuanto a plasticidad edáfica, asimismo, la vegetación que predomina en estos sitios provee al suelo suficiente materia orgánica, como para garantizar su desarrollo. Sin embargo, existen algunas excepciones, por ejemplo, los sitios donde se recolectó *Manfreda nanchititlensis* y *M. revoluta* se caracterizan por tener pH ácido y la materia orgánica de los Leptosoles lítico, dístrico y paralítico es alta mientras que, para los LV dístrico es muy baja, esto se debe a que los Luvisoles se encuentran en localidades con alto grado de perturbación por tala, incendio y erosión, de manera que los componentes de la vegetación son de talla pequeña comparada con el resto del bosque. Mientras que para *M. sp. nov. 4* el LP lítico se caracteriza por tener el pH ácido y cantidad de materia orgánica muy alta.

Con respecto a los Luvisoles dístico donde fueron localizadas ambas especies, hay presencia de un horizonte orgánico, originado en el litter aportado por la vegetación arbórea circundante, este horizonte orgánico además de regular los cambios bruscos de temperatura reducen la evaporación, prolongando el periodo de humedad edáfica tan necesario para que las manfredas completen su ciclo de vida. Estas no son las únicas ventajas, el horizonte orgánico también reduce la erosión y cuando el material se mineraliza contribuye de manera significativa con un abasto nutrimental para la vegetación que en estos suelos se desarrolla.

Para *Manfreda maculata* cinco de los siete Leptosoles presentan un horizonte ócrico. Existen cuatro LP dísticos, dos LP paralíticos y un lítico. Los cinco Leptosoles con horizonte ócrico tienen profundidades entre 0 a 50 cm, profundidades mayores que las registradas en las otras especies, la pendiente para estos Leptosoles no es superior a 20% lo que contribuye a retener el suelo y todos los residuos vegetales aportados por la vegetación. Los Luvisoles dístri-crómico alcanzan profundidades de hasta 77 cm.

Debe resaltarse el hecho de que *Manfreda maculata* y *M. nanchititlensis* tienen su distribución restringida a la subprovincia fisiográfica Depresión del Balsas.

Manfreda revoluta y *M. sp. nov. 4* se distribuye sobre los mismos suelos que las dos especies mencionadas en el párrafo anterior, la primera en las subprovincias Lagos y Volcanes el Anáhuac, Sierra y Valles Guerrerenses, Depresión del Balsas y Karst Huasteco; la segunda se encuentra en las Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo y en el Karst Huasteco (Figura 3).

Manfreda pubescens (Figura 2) y *M. elongata* se distribuyen en Leptosoles líticos y paralíticos así como en Umbrisol háplico. Estas especies se encontraron juntas en Umbrisoles, es decir, tienen preferencia por suelos muy húmedos, ricos en materia orgánica (4.51%), bien estructurados, oscuros, con saturación de bases baja (11.5) y contenido de carbono orgánico de mediano a alto (1.52). Aunque también se encuentran por separado en Leptosoles, estos suelos tienen características similares a los Umbrisoles, pero son someros y sin estructura. En

este caso la profundidad no juega un papel predominante en el desarrollo de estas especies, siempre y cuando el suelo cumpla con los requerimientos anteriores.

Manfeda pubescens y *M. elongata* comparten la subprovincia fisiográfica Lagos y Volcanes del Anáhuac. La primera también se distribuye en las Sierras y Valles Guerrerenses, mientras que, *M. elongata* se encuentra en las Sierras de la Costa de Jalisco y Colima (Figura 3).



Manfreda longiflora (Rose) Verhoek-Williams



M. nanchitlensis Matuda

M. sp. nov. 3

M. pubescens (Regel & Ort.)
Verhoek-Williams

Figura 2. Algunas especies de *Manfreda* encontradas en su hábitat natural.

6.5 Suelos asociados a las subprovincias fisiográficas

Dado que en las provincias fisiográficas hay variaciones y diferencias interiores, estas se dividen en subprovincias. Como es sabido son utilizados diferentes criterios para describir a las subprovincias, uno de ellos es el suelo, basados en ello y dado que se carece de estudios en los que se reporta a *Manfreda* y al suelo en que se desarrolla, a continuación se enlistan los suelos de cada una de las subprovincias en donde se recolectaron las especies del género y se compara con los suelos encontrados en los sitios de recolecta en este estudio.

Provincia: Sierra Madre del Sur

Subprovincia: Depresión del Balsas

En esta subprovincia se encontraron 14 sitios donde se recolectó al género *Manfreda*, los tipos de suelo que se describieron son: cuatro LP paralíticos, cuatro LP dístico, un LP lítico, un AC húmi-profóndico (hiperdístico), un AN húmico, dos LV dístico y un LV dístri-crómico. Esto concuerda con lo reportado por el INEGI (2001) para esta subprovincia: Cambisol crómico, dístico, étrico, húmico, cálcico, vértico, Acrisol húmico y órtico, Litosol, Regosol y Luvisol, es preciso señalar que esta clasificación se hizo con base a la FAO-UNESCO (1970) y la clasificación de los suelos en este estudio se hizo con base en la WRB (2000).

Subprovincia: Sierras y Valles Guerrerenses

De acuerdo a la SPP (1981d), la porción morelense de las Sierras y Valles Guerrerenses presenta un mosaico edáfico complejo y muy diverso compuesto por 19 tipos de suelo distintos, que pertenecen a los grupos de los Phaeozem, Regosol, Cambisol, Castañozem, Vertisol, Acrisol, Fluvisol, Chernozem, Andosol, Litosol y Rendzina. Los correspondientes a esta subprovincia en este estudio son: dos LP lítico, un LP paralítico y un LV dístri-crómico.

Subprovincia: Cordillera Costera del Sur

En la subprovincia hay distintos tipos de suelos, de orígenes distintos y reunidos en diversas asociaciones sobre fases líticas o pedregosas. Los más frecuentes son

Cambisoles y Regosoles éutricos, en menor proporción: Litosoles, Luvisoles, Vertisoles, Phaeozems, Andosoles, Rendzinas, Gleysoles y Chernozem (SPP, 1981b). El suelo descrito en esta región es un LP paralítico, para *Manfreda* sp. nov. 3.

Subprovincia: Sierras de las Costas de Jalisco y Colima

De acuerdo a la SPP (1981b), la presencia de los diferentes tipos de suelo está determinada fundamentalmente por la litología y el tipo de clima propias de la zona. Estos factores determinan, en mayor o menor proporción, la presencia de suelos entre los que domina el Regosol eutrítico, dístico, Cambisol dístico, crómico, eutrítico, Phaeozem háplico, calcárico, Litosoles, Andosol órtico, Fluvisol eutrítico, Planosol eutrítico, Rendzina, Luvisol calcárico, Acrisol órtico, Xerosol háplico, Chernozem, Castañozem y en menor proporción Solonchak y Gleysol. En esta subprovincia solo se registro un LP paralítico donde se encuentra *Manfreda elongata* y *M. scabra*.

Subprovincia: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

Según la SSP (1986), los suelos que se presentan en mayor porcentaje dentro de la subprovincia son los Phaeozem y Vertisoles; en menor proporción Litosoles y Rendzinas, en áreas menos significativas hay Fluvisol, Yermosol, Luvisol, Cambisol y Castañozem. En este estudio se localizaron tres LP lítico.

Provincia: Sierra Madre Oriental

Subprovincia: Karst Huasteco

Según SPP (1986), los suelos que cubren una mayor parte de la subprovincia son los Litosoles, estos se encuentran distribuidos en las partes más altas de las sierras y en laderas con mayor pendiente. En orden descendente también se localizan Luvisol crómico, Regosol, Phaeozem lúvico y calcárico, Cambisol cálcico y por último Vertisol pélico. Todos los suelos que se clasificaron en esta investigación coinciden con algunos de los reportados, de este modo se tienen dos suelos LP lítico, dos LP dístico, un LP paralítico, dos LV crómico y un LV dístico.

Subprovincia: Sierras y Llanuras Occidentales

En esta subprovincia se alternan los suelos de sierras, tales como: Litosol, Rendzina, Regosol, Xerosol cálcico, lúvico, Phaeozem háplico y calcárico (SPP, 1983). En este estudio solo se ubico un sitio en esta región y el suelo descrito es un Calcisol háplico donde la vegetación predominante es el matorral de *Prosopis* sp, *Larrea* sp. y *Opuntia* sp. La SPP reporta el matorral micrófilo como el más extenso en la subprovincia pues cubre un poco más de la mitad de la superficie.

Provincia: Sierra Madre Occidental

Subprovincia: Sierras y Valles Zacatecanos

Los suelos encontrados en esta subprovincia son PH háplico, PH estágnico, LV abrupto-dístrico, un LP lítico y un paralítico. La SPP (1981f) reporta para esta subprovincia como los más importantes a: Phaeozem háplico, Planosol eutricto y Litosol. Los demás suelos que se presentan en menor proporción e importancia son: Luvisol órtico, Regosol eutricto, Castañozem háplico Regosol calcárico, Cambisol húmico, Cambisol crómico, Luvisol férrico, Xerosol háplico y Fluvisol eutricto. Son suelos de origen residual y aluvial, la gran variedad de asociaciones presentes hace que la fertilidad de estos suelos sea también diversa, aunque frecuentemente es alta.

Subprovincia: Gran meseta y cañones Chihuahuenses

Según el INEGI (2003), los climas de carácter subhúmedo han influido en el intemperismo de las rocas ígneas y sedimentarias y a la formación de sedimentos que han dado lugar a la génesis de suelos jóvenes (Regosol, Litosol y Rendzina) en primer lugar y a suelos con desarrollo moderado (Phaeozem, Cambisol, Castañozem y Chernozem), en segundo y de menor extensión los suelos maduros (Luvisol). En los puntos de muestreo donde se recolectó a *Manfreda* solo se describió un LP epidístrico y tres LP lítico.

Provincia: Mesa del centro

Subprovincia: Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato

Según la SPP (1980) los suelos de esta subprovincia, al igual que los del Eje Neovolcánico, son similares tanto en su proceso de formación como en su origen. El material parental que conforma este suelo es de rocas ígneas ácidas, como riolitas y tobas ricas en cuarzo; de rocas básicas, como los basaltos y conglomerados. Los suelos predominantes son: Phaeozem lúvico o háplico y Litosol. Se presentan en menor proporción e importancia: Luvisol, Regosol, Rendzina, Planosol, Vertisol, Castañozem, Xerosol y Yermosol. Los suelos encontrados para *Manfreda* son: CL háplico, VR mesotrófi-pélico y LP esquelético.

Subprovincia: Eje Neovolcánico

Subprovincia: Lagos y Volcanes del Anahúac

La variedad de tipos de suelo se debe fundamentalmente a la constitución litológica y al clima de la zona. En la subprovincia predominan las rocas ígneas extrusivas básicas, aunque hay zonas con rocas extrusivas intermedias y ácidas. Entre los suelos reportados por la SPP (1981e) se tienen: Litosol, Phaeozem háplico, gléyico, Andosol húmico, Regosol dístrico, eutríco, calcárico, Solonchak órtico, Rendzina, Fluvisol eutríco, Cambisol eutríco, Vertisol pélico, Planosol eutríco, mólico, Andosol mólico, húmico, Gleysol calcárico, mólico y vértico. En esta subprovincia encontramos dos UM háplico, dos AN úmbrico, un PH epiléptico, un LV dístrico y un RG téfrico.

Subprovincia: Altos de Jalisco

Por sus características litológicas y considerando el clima, la topografía así como la vegetación en esta subprovincia, encontramos una gran variedad de suelos entre los que predominan el Phaeozem háplico, el Planosol eutríco, el Litosol y el Vertisol pélico, así como el Luvisol crómico (SPP, 1981c). En esta investigación se registro un Leptosol paralítico.

Subprovincia: Guadalajara

La topografía de la subprovincia, los tipos de clima (templado semicálido, cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo) y la vegetación que en ella se encuentra

determinan la presencia de ocho tipos de suelo: Phaeozem háptico y lúvico, Regosol eutríco, Cambisol eutríco, Luvisol crómico y vértico, Vertisol pélico y Litosol; todos de origen residual y descansando sobre rocas ígneas (SPP, 1981a). En nuestro caso se encontró un Luvisol crómi-dístrico.

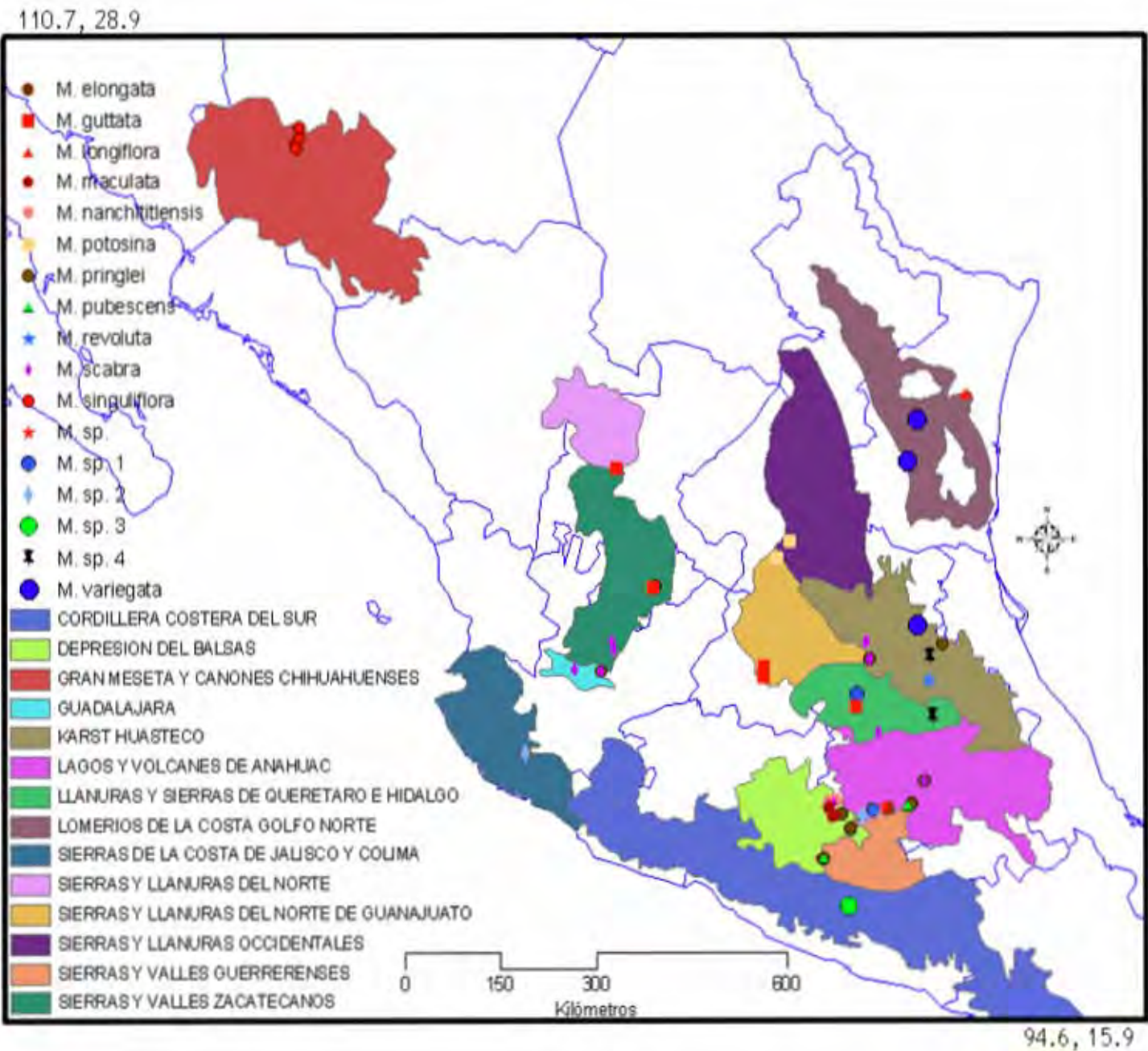
Provincia: Llanura Costera del Golfo Norte

Subprovincia: Lomeríos de la Costa Golfo Norte

Según SPP (1983), en esta región se localizan amplias extensiones de Vertisoles, Cambisoles y algunos Xerosoles, en menor proporción hay Phaeozems, Fluvisoles, Castañozem, Rendzina, Regosoles y Solonchak. En este estudio se ubicaron un CL arídico, un VR mázico y un Phaeozem abruptico.

Si analizamos como se distribuye la diversidad de este género en la República, encontramos que, la subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac tiene la más alta diversidad con seis especies: *Manfreda scabra*, *M. pringlei*, *M. pubescens*, *M. aff. elongata*, *M. revoluta* y *M. sp.*, en siete sitios de muestreo, de las cuales cuatro presentan bosques de coníferas, uno campo de cultivo y uno bosque tropical caducifolio; sigue la Depresión del Balsas, con cinco: *Manfreda maculata*, *M. scabra*, *M. aff. revoluta*, *M. pringlei* y *M. nanchititlensis*, en 14 sitios de muestreo con bosque de coníferas y *Quercus*; en la subprovincia Karst Huasteco también se localizaron cinco especies: *Manfreda pringlei*, *M. aff. scabra* y *M. revoluta*, *M. sp. nov 4* y *M. variegata*, en siete sitios de muestreo, de los cuales cuatro presentan el mismo tipo de vegetación a los referidos en la subprovincia anterior; el resto se ubicaron en bosque mesófilo de montaña y bosque tropical subcaducifolio. Las otras subprovincias tienen una menor diversidad.

Figura 3. Distribución de las especies del género *Manfreda* por subprovincia fisiográfica



6.6 Ubicación del género *Manfreda* en las Regiones terrestres Prioritarias

Se observa en el cuadro 8 que de las 56 localidades muestreadas, 18 se ubican en ocho de las 151 Regiones terrestres Prioritarias de México, en dichos sitios se encuentran resguardadas las especies: *Manfreda singuliflora*, *M. scabra*, *M. pringlei*, *M. pubescens*, *M. maculata*, *M. aff. revoluta*, *M. aff. elongata*, *M. variegata*, *M. nanchititlensis* y dos especies nuevas para la ciencia que están en proceso de descripción (*M. sp. nov.* 2 y 4). Es importante señalar que al igual que las especies vegetales, en las RTP implícitamente también se están conservando nueve unidades de suelos comprendidas dentro de los siguientes grupos mayores: Leptosoles, Luvisoles, Andosoles, Umbrisoles y Acrisoles. El grupo mayor más representado en las RTP es el Leptosol con cuatro unidades (epidístico, dístico, lítico y paralítico) y el Luvisol con dos (crómico y dístico). Cada uno de los tres grupos mayores restantes estuvieron representados por una sola unidad de suelo. Cabe destacar que este estudio no tuvo como finalidad hacer un estudio de los suelos de las RTP, indudablemente un estudio así elevaría el número de unidades y de grupos mayores.

Las RTP que destacan por su diversidad y densidad de especies del género son: Sierras de Taxco-Huautla y Sierra Gorda-río Moctezuma con tres especies cada una, sin embargo, es la RTP del Nevado de Toluca en la que se recolectó a *Manfreda* en seis localidades.

Cuadro 8. Regiones Terrestres Prioritarias y localidades de *Manfreda* encontradas en ellas.

Región Terrestre Prioritaria	Especie	Tipo de suelo	Perfil
Alta Tarahumara-Barrancas	<i>M. singuliflora</i>	Leptosol epidístrico	2
Sierra Nevada	<i>M. scabra</i> <i>M. pringlei</i>	Andosol húmico	6
Ajusco-Chichinautzin	<i>M. pringlei</i> <i>M. pubescens</i>	Andosol húmico Umbrisol háplico	17, 18
Sierras de Taxco-Huautla	<i>M. maculata</i> <i>M. aff. revoluta</i> <i>M. pringlei</i>	Leptosol paralítico Acrisol húmi- profóndico (hiperdístrico)	24, 25
Sierra Gorda-río Moctezuma	<i>M. pringlei</i> <i>M. aff. scabra</i> <i>M. variegata</i>	Luvisol crómico Leptosol lítico Leptosol dístrico	29, 30 31, 41
Manantlán-Volcán de Colima	<i>M. aff. elongata</i> <i>M. scabra</i> <i>M. sp.nov. 2</i>	Leptosol paralítico	36
Bosques mesófilos de la Sierra Madre Oriental	<i>M. sp. nov. 4</i>	Luvisol dístrico	39
Nevado de Toluca	<i>M. nanchititlensis</i> <i>M. scabra</i> <i>M. maculata</i>	Luvisol dístrico Leptosol dístrico Leptosol paralítico	45, 46 47, 48 49, 51

CONCLUSIONES

El género *Manfreda* se establece y desarrolla en suelos desde muy jóvenes que le proporcionan pocos recursos, hasta profundamente intemperizados. Las especies aquí estudiadas, con excepción de *Manfreda potosina* y *M. longiflora* crecen en Leptosoles. *Manfreda singuliflora*, *M. sp. 1*, *M. sp. 2* y *M. sp. nov. 3* se encuentran exclusivamente en suelos menos desarrollados como Leptosoles líticos y esqueléticos. *Manfreda scabra* y *M. pringlei*, no tienen preferencia por algún grupo de suelo. *Manfreda potosina* y *M. longiflora* habitan únicamente en Calcisoles. Dadas las características de los grupos de suelo donde se encuentra este género, podemos considerar que prefieren suelos perturbados.

La distribución de *Manfreda longiflora* y *M. potosina* en relación con el suelo, esta determinado por la presencia de CaCO_3 , mientras que, *M. nanchititlensis*, *M. revoluta*, *M. maculata*, *M. sp. nov. 4*, *M. pubescens* y *M. elongata*, exigen suelos con alto a muy alto contenido en materia orgánica, indistintamente del tipo de suelo. Para el resto de las especies no hay un factor edáfico predominante. Cuando los suelos son muy someros las manfredas se establecen en microhábitats donde la profundidad es mayor o incluso en las fisuras que forman las rocas.

Los horizontes de diagnóstico más frecuentemente encontrados en los suelos donde se distribuye el género *Manfreda* en orden de importancia son: ócrico, árgico, úmbrico, mólico, cálcico y vértico. El tipo de perfil más frecuente es el ACR y AR.

La mayor diversidad de especies del género *Manfreda* se encuentra en bosques de coníferas y *Quercus*, en las subprovincias fisiográficas Depresión del Balsas, Lagos y Volcanes del Anáhuac y Karst Huasteco.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Álvarez, Z. de A. M. 1987. Sistemática y filogenia de la familia Agavaceae Endlicher. Universidad de la Habana. Facultad de Biología. Cuba.
- Basnet, K. 1992. Effect of topography on the pattern of tress in Tabonuco (*Dacryodes excelsa*) dominated rain forest in Puerto Rico. *Biotropica*. **24**: 31-42.
- Bautista, F., D. Palma-López y W. Huchin-Malta. 2005. Actualización de la clasificación de los suelos del estado de Yucatán. Pàgs. 105-122. *In*: F. Bautista y G. Palacio (Eds.). Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología.
- Baver, L., D., Goldner W. H. y Gardner W. R. 1980. Física de suelos. Ed. UTEHA. México.
- Belsky, A., J., S. M. Mwonga R. G. Amundson, J. M. Duxbury and A. R. Ali. 1993a. Comparative effects of isolated trees on their undercanopy environments in high- and low- rainfall sabannas. *Journal of Applied Ecology* **30**: 143-155.
- Bogler, J., y Simpson B. 1995. A chloroplast DNA study of the Agavaceae. *Systematic Botany* **20**: 191-205.
- Breedlove, D. y Hopkins N. 1970. A study of Chuj (Mayan) plantas, with notes on their uses. Wasmann, *Journal Biology*: **28**: 275-298.
- Breedlove, D. y Hopkins N. 1971. A study of Chuj (Mayan) plantas, with notes on their uses. Wasmann, *Journal Biology*: **29**: 107-128, 189-205.
- Cuanalo C. de la, H. 1975. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura Chapingo. Chapingo México.
- Dahlgren, R., M. T, H. T. Clifford y P. F. Yeo. 1985. The families of the monocotyledons. Structure, evolution and taxonomy. Berlín: Springer-Verlag.
- Dudal, R. 1990. An International Reference Base for Soil Classification (IRB). In Trans. 14th Int. Congress Soil Science Kyoto, **5**: 38-43.
- Eguiarte, L., E. M. R. Duvall, G. H. Learn y M. T. Clegg. 1994. The systematic status of the Agavaceae and Nolinaceae and related Asparagales in the Monocotyledons: An analysis based on the rbcL gene sequence. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **54**: 35-56.

- Endlicher, S. 1836-1840. *Genera plantarum secundum ordines naturales*. Leipzig: Vindobonae.
- Endlicher, S. 1841. *Enchiridion botanicum*. Leipzig: Engelman.
- Eswaran, H., Rice T., Ahrens R. y Stewart B. A. 2003. *Soil Classification a global desk reference*. CRC Press LLC.
- Escamilla J.A. 1999. Estudios de suelos y de ecosistemas vegetales. *In*: Orellana, R., Escamilla, J.A. y A. Larqué-Saavedra (eds.) *Ecofisiología vegetal y conservación de recursos genéticos*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida, México.
- Escamilla B., J. Quintal, F. Medina, A. Guzmán, E. Pérez y M. Calvo. 2005. Relaciones suelo-planta en ecosistemas naturales de la Península de Yucatán: comunidades dominadas por palmas. p. 159-172. *In*: F. Bautista y G. Palacio (Eds.) *caracterización y Manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología.
- FAO-UNESCO. 1970. *Manual de clasificación de Suelos (Modificada por DETENAL)*. México, D.F.
- FAO-UNESCO. 1971. *The FAO-UNESCO Soil Map of the World. Vol. 1. Legend*. UNESCO. París.
- FAO-UNESCO. 1974. *Soil Map of the World 1:5, 000,000. Volume I, Legend*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, París, France.
- FAO-UNESCO-ISRIC. 1988. *Soil Map of the World. Revised Legend. World Resources Report. N. 60*, FAO. Rome Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC. Wageningen.
- Foth, H. D. y Turk L. M. 1975. *Fundamentos de la ciencia del suelo*. Compañía editorial Continental.
- García-Mendoza, A., y Galván R. 1995. Riqueza de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. *In*: Álvarez-Buylla E, Bye R, Dávila P, Franco M, Hernández H, Márquez J, Vázquez-Yanes C, (Eds.). *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 56: 7-24
- García-Mendoza, A. 1987. *Monografía del género *Beschorneria* Kunth. Agavaceae*. Tesis de maestría. México D.F. Facultad de ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)* México D.F. Instituto de geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Gavande, S. 1979. Física de suelos, principios y aplicación. Ed. Limusa. México.
- Goodlan, R., y R. Pollar. 1973. The Brazilian cerrado vegetation: a fertility gradient. *Journal Ecology*. 61: 219-224.
- Hall, J. B. y M. D. Swaine. 1976. Clasificación and ecology of closed-canopy forest in Ghana. *Journal Ecology*. 64: 913-951.
- INEGI, 2001. Síntesis de información geográfica del Estado de México. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática. Impreso en México.
- INEGI, 2003. Síntesis de información geográfica del Estado de Chihuahua. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática. Impreso en México.
- ITC, ISRIC y FAO. 2000. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (World Reference Base for Soil Resources). *In*: Driessen P., Deckers J., Spaargaren O. y Nachtergaele F. (Eds) Informes sobre los principales suelos del mundo. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Wageningen Agricultural University. ITC, ISRIC y FAO.
- ISSS-ISRIC-FAO. 1998. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports. FAO, Rome. N. 84.
- Jackson, M. 1982. Análisis químico de suelos. Ed. Omega Barcelona España.
- Johnston, M. H. 1992. Soil-vegetation relationships in a Tabonuco forest community in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology*. 8: 253-263.
- López G. 1974. Métodos para análisis físicos y químicos en los suelos agrícolas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Instituto de investigación de Zonas Desérticas. S. L. P. México.
- McVaugh, R. 1989. Flora Novo-Galiciana. A descriptive Account of the vascular Plants of Western México. Vol. 15: *Bromeliaceae to Dioscoreaceae* Ann Arbor, Michigan, University of Michigan Herbarium.
- Munsell, Soil color chart. 1990. Munsell color Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation, Baltimore, Maryland. U.S.A.
- Norma Oficial Mexicana 021-RECNAT. 2000. que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.
- Ortiz V. 1975. Edafología. Escuela Nacional de Agricultura Chapingo. Departamento de Suelos. México.

- Pfeffer, P. y K. Kozhernikov 1967. Methods for determining the exchange capacity of calcareous soils. *Soviet Soil Science* No. 6 818.
- Piña Luján I. 1985. Consideraciones sobre el género *Manfreda* I-III. *Cact. Suc. Méx.* 30 (2): 27-32, (3): 56-64, (4): 84-90
- Piña Luján I. 1986. Consideraciones sobre el género *Manfreda* IV. *Cact. Suc. Méx.* 31 (1): 12-18
- Porta J., López-Acevedo M. y Roquero C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Rose, J. N. 1899b. Notes on useful plants of México. *Cont. U. S. National Herbarium.* 5: 209-259
- Rose, J. N. 1903. Revision of polianthes with new species. *Contr. U. S. National Herbarium.* 8: 8-13
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México.* México D.F. Limusa
- Rzedowski G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México.* 2ª. ed., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán).
- SPP, 1986. *Síntesis geográfica, Nomenclátor y anexo cartográfico del Estado de Querétaro.* Secretaría de Programación y Presupuesto, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Impreso en talleres del INEGI.
- SPP, 1983. *Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas.* Secretaría de Programación y Presupuesto, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Impreso en talleres de la dirección general de Integración y Análisis de la información.
- SPP, 1981a. *Síntesis geográfica de Aguascalientes.* Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. Impreso en talleres de Artes gráficas G. y G., S.A.
- SPP, 1981b. *Síntesis geográfica de Colima.* Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. Impreso en talleres de Kromolitho, S.A.
- SPP, 1981c. *Síntesis geográfica de Jalisco.* Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. Impreso en talleres de Artes gráficas G. y G., S.A.
- SPP, 1981d. *Síntesis geográfica de Morelos.* Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. Impreso de imprenta Madero.

- SPP, 1981e. Síntesis geográfica de Tlaxcala. Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. Impreso en talleres de Artes gráficas G. y G., S.A.
- SPP, 1981f. Síntesis geográfica de Zacatecas. Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. Impreso en Talleres de Lito Offset peral.
- SPP, 1980. Síntesis geográfica de Guanajuato. Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. Impreso en Talleres de Lito Offset peral.
- Siebe, C., Jahn R. y Stahr K. 1996. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. Sociedad mexicana de la Ciencia del suelo, A.C. Publicación Especial 4.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Agriculture Handbook No. 436. 2a. Ed. United States Department of Agriculture Natural Resource Conservation Service. USA.
- S. C. S. 1998. Key to Soil Taxonomy. USDA Natural Resources Conservation Service. Washington, DC.
- Taylor, L. A. 1940. Plants used as curatives by certain south-eastern tribes. Cambridge, Mass.: Botanical Museum of Harvard University.
- Valencia C. E. y A. Hernández. 2002. Muestreo de suelos. Preparación de muestras y guía de campo. UNAM, FES Cuatitlán.
- Vetaas, O. R. 1992. Plants used as curatives by certain south-eastern tribes. Cambridge, Mass. Botanical Museum of Harvard University.
- Verhoek S. 1975. A study of the tribe *Poliantheae* (including *Manfreda*) and revisions of *Manfreda* and *Prochnyanthes* (Agavaceae). Ithaca, New York, PhD thesis. Cornell University, unpublished.
- Wilging, P. L. 2000. Handbook of soil science. Malcome Summer, editor-in-Chief. CRC Press.

ANEXO

DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS DE SUELOS ENCONTRADOS EN ESTE ESTUDIO

Descripción de los grupos de referencia de suelo según la WRB, esta tiene dos niveles de clasificación: grupos de referencia y unidades de suelo.

Los nombres de las unidades se forman con modificadores (calificadores) que se usan con el nombre de grupo de referencia; es posible usar hasta cuatro calificadores para una unidad de suelo.

Leptosoles:

El Grupo de Suelos de Referencia de los Leptosoles incluyen suelos muy someros sobre roca dura o material altamente calcáreo, pero también suelos más profundos que son extremadamente gravosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales con un solum incompleto y/o sin rasgos morfológicos claramente expresados. Son particularmente comunes en áreas de montaña, se correlacionan con "Litosoles", taxa de muchos sistemas de clasificación internacional (USA, FAO) y con subgrupos "Lítico" de otras agrupaciones de suelos. En muchos sistemas, los Leptosoles sobre roca calcárea, son denominados "Rendzinas"; aquellos sobre rocas ácidas son llamados "Rankers".

Suelos que tienen:

1. *roca dura continua*, dentro de los 25 cm desde la superficie del suelo o un horizonte Mólico con un espesor entre 10 y 25 cm directamente sobreyaciendo a un material con un contenido de carbonato de calcio equivalente de más del 40%, o menos del 10% (en peso) en la fracción tierra fina desde la superficie del suelo hasta una profundidad de 75 cm o más; y
2. no tiene otros horizontes de diagnóstico que no sean un horizonte Mólico, Ócrico, Úmbrico o Yérmico.

Unidades de suelo comunes:

Lítico, Hiperesquelético, Réndzico, Gélico, Vértico, Gléyico, Mólico, Úmbrico, Húmico, Arídico, Gipsírico, Calcárico, Yérmico, Dístico, Étrico, Háptico.

Luvisoles:

El Grupo de Suelos de Referencia de los Luvisoles incluye suelos en los cuales la característica dominante es una marcada diferenciación textural dentro del perfil del suelo, con el horizonte superficial agotado de arcilla y con una acumulación de ésta en un horizonte subsuperficial "Árgico". Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad y carecen del cambio textural abrupto de los Planosoles, lenguado albelúvico como en los Albeluvisoles, un horizonte superficial Mólico como en los suelos de estepa, y de las propiedades álicas de los Alisoles. El nombre "Luvisoles" es ya usado en la leyenda de la FAO Mapa de Suelos del Mundo; nombres locales para estos suelos incluyen "Pseudo-Podzólic soils" (Rusia) "sols lessivés" (Francia), "parabraunerde" (Alemania), "Grey brown Podzolic soils" (terminología USA anterior) y "Alfisols" (USDA Soil Taxonomy).

Suelos que tienen un horizonte Árgico con una capacidad de intercambio catiónico (en 1 M NH₄OAc a pH de 7.0) igual a o mayor de 24 cmol (+) Kg⁻¹ de arcilla, o bien empezando dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo o dentro de los 200 cm superiores, si el horizonte Árgico está por encima de un material que es franco arenoso o más grueso en todo el perfil.

Unidades de suelo comunes:

Léptico, Vértico, Gléyico, Vítrico, Ándico, Cálcico, Arénico, Estágnico, Abrúptico, Álbico, Profóndico, Lamélico, Cutánico, Férrico, Hiperótrico, Esquelético, Hiposódico, Dístrico, Ródico, Crómico, Háptico.

Pheozems:

El Grupo de Suelos de Referencia de los Phaeozems incluye suelos de la región de estepa húmeda (pradera), son más parecidos a los Chernozems y Kastanozems, pero son más intensamente percolados en la temporada húmeda. En consecuencia, estos tienen suelos superficiales, pardos, húmidos que son menos ricos en bases que los suelos superficiales de los Chernozems y Kastanozems. Los Phaeozems no tienen (signos de) carbonatos secundarios en el primer metro superior del suelo. Nombres internacionales comúnmente usados son "Brunizems" (Argentina, Francia), "Degraded Chernozems" (Antigua USSR), "Parabraunerde-Tsjernozems" (Alemania), "Dusky red prairie soils"(USA), o "Udolls" y "Aquolls" en el orden de los Molisoles (USDA Soil Taxonomy).

Suelos que tienen:

1. un horizonte *Mólico* y
2. una saturación de bases (en 1M NH₄OAc a un pH de 7.0) de 50% o más y no tiene carbonatos secundarios hasta al menos una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo o hasta una capa contrastante (contacto *lítico*, *paralítico*, o un horizonte *petrocálcico*) entre 25 y 100 cm, y
3. no tienen otros horizontes de diagnóstico que no sea un horizonte Álbico, Árgico, Cámbico o Vértico.

Unidades de suelo comunes:

Chérrico, Léptico, Vértico, Gléyico, Vítrico, Ándico, Lúvico, Térrico, Estágnico, Abrúptico, Gréyico, Páquico, Glósico, Calcárico, Álbico, Esquelético, Sódico, Síltico, Vérmico, Dístrico, Crómico, Háptico.

Andosoles:

El Grupo de Suelos de Referencia Andosoles contiene suelos desarrollados en materiales volcánicos. Los nombres comunes internacionales son "Andosoles" (FAO, mapa de suelos del mundo), "Andisoles" (USDA, Soil Taxonomy), "Andosoles" y "Vitrisoles" (Francia) y "Suelos de Ceniza Volcánica".

Suelos que tienen:

1. un horizonte Vítrico o Ándico empezando dentro de los 25 cm desde la superficie del suelo; y
2. no tienen otros horizontes de diagnóstico (a menos que esté sepultado a más de 50 cm) que no sean un horizonte Hístico, Fúlvico, Melánico, Mólico, Úmbrico, Ócrico, Dúrico o Cámbico.

Unidades de suelos más comunes:

Vítrico, SilÁndico, AluÁndico, Eutrisílico, Melánico, Fúlvico, Hídrico, Hístico, Léptico, Gléyico, Mólico, Dúrico, Lúvico, Úmbrico, Arénico, Plácico Páquico, Calcárico, Esquelético, Acróxico, Vético, Sódico, Dístrico, Étrico, Háplico.

Calcisoles:

El Grupo de Suelos de Referencia Calcisoles integra suelos en los cuales existe una sustancial acumulación secundaria de cal. Los Calcisoles son comunes en acumulación de materiales parentales calcáreos y muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos. Antes eran conocidos internacionalmente como "suelos de desierto" y/o "Takires".

Suelos que tienen:

- 1.- un horizonte *Cálcico* o *Petrocálcico* dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo; y
- 2.- no tienen otros horizontes de diagnóstico que no sean un horizonte *Ócrico*, *Cámbico* o un horizonte *Árgico*, el cual es calcáreo, un *Vértico* o *Gípsico*.

Unidades de suelo más comunes

Pétrico, Hipercálcico, Léptico, Vértico, Endosálico, Gléyico, Lúvico, Takírico, Yérmico, Arídico, HiperÓcrico, Esquelético, Sódico, Háplico.

Umbrisoles:

El Grupo de Suelos de Referencia de los Umbrisoles contiene suelos en los cuales se ha acumulado materia orgánica de baja saturación de bases en la superficie, al grado que afecta significativamente las propiedades y utilización del suelo. Los Umbrisoles son el pendiente lógico de suelos con un horizonte Mólico (por ejemplo, Chernozems, Kastanozems, y Phaeozems). No previamente reconocidos taxonómicamente, estos suelos están clasificados en otros sistemas como Umbrepts y Humitropepts (USA Soil Taxonomy), Humic Cambisols y Umbric Regosols (FAO), Sombric Brunisols y Humic Regosols (Francia) o "Brown Podzolic Soils" (por ejemplo Indonesia).

Suelos que tienen:

1. un horizonte Úmbrico y
2. no tienen otros horizontes de diagnóstico que no sean un horizonte Antropedogénico de menos de 50 cm de espesor, un horizonte Álbico o un Cámbico.

Unidades de suelo comunes:

Tiónico, Gélico, Ántrico, Léptico, Gléyico, Ferrálico, Arénico, Estágnico, Húmico, Álbico, Esquelético, Háplico.

Regosoles:

El Grupo de Suelos de Referencia de los Regosoles es un grupo residual taxonómico que contiene todos los suelos que no se han acomodado en otros Grupos de Suelos de Referencia. En práctica, los Regosoles son suelos minerales, débilmente desarrollados en materiales no consolidados que tienen solo un horizonte superficial Ócrico y que no son muy someros (como Leptosoles), arenosos (como Arenosoles) o con *propiedades flúvicas* (Fluvisoles).

Los Regosoles son muy extensos en tierras erosionadas, particularmente en tierras áridas, semi-áridas y regiones montañosas. Internacionalmente, se correlacionan con una taxa definida por una incipiente formación de suelo, tal como: los “Entisoles” (USA), “suelos esqueléticos” (Australia), “Rohböden” (Alemania) y “Sols peu évolués régosoliques d’érosion”, o aún “Sols minéraux bruts d’apport folien ou volcanique” (Francia).

Siendo un grupo residual taxonómico, los Regosoles no están definidos en términos de sus propiedades del suelo, pero son mejor descritos en base a las propiedades que *no* tienen. Para todos los propósitos prácticos, son suelos en material mineral no consolidado en alguna profundidad, excluyendo materiales gruesamente texturados y materiales con *propiedades flúvicas* y no tienen otros horizontes de diagnóstico que no sea un *horizonte Ócrico*.

Unidades de suelo comunes:

Gélico, Léptico, Hiposálico, Gléyico, Taptovítrico, TptoÁndico, Arénico, Árico, Gárbico, Redúctico, Espólico, Úrbico, Téfrico, Gelistágnico, Estágnico, Húmico, Gipsírico, Calcárico, Takírico, Yérmico, Arídico, HiperÓcrico, Antrópico, Esquelético, Hiposódico, Vérmico, Dístrico, Éutrico, Háplico.

Vertisoles:

Los Vertisoles son suelos de arcillas pesadas revueltas con una alta proporción de arcillas expandibles 2:1. Estos suelos forman profundas y anchas grietas desde la superficie del suelo cuando se seca, lo cual sucede la mayoría de los años. El nombre Vertisoles (del L. *vertere*, dar vuelta) se refiere a los constantes movimientos internos del material del suelo. Algunos de los muchos nombres locales se han internacionalizado, por ejemplo, “black cotton soils”, ó “Suelos de Algodón negro”, (USA), “Regur” (India), “Vlei soils” (Sudáfrica), “Margalites” (Indonesia) y “Gilgai” (Australia).

Suelos que tienen:

1. un horizonte *vértico* dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo y
2. después de que los 20 cm superiores han sido mezclados, 30% o más de arcilla en todos los horizonte o hasta una profundidad de 100 cm o más o hasta una capa contrastante entre 50 y 100 cm (por ejemplo, un contacto *lítico* o *paralítico*, o un horizonte *petrocálcico*, *petrodúrico*, ó *petrogípsico*, o una discontinuidad sedimentaria) y
3. grietas, las cuales se abren y cierran periódicamente.

Unidades de suelo comunes:

Tiónico, Sáfico, Nátrico, Gípsico, Dúrico, Cálxico, Álico, Gipsírico, Grúmico, Mázico, Mesotrófico, Hiposódico, Étrico, Pélico, Crómico, Háplico.

Acrisoles:

El Grupo de Suelos de Referencia de los Acrisoles contiene suelos que se han caracterizado por acumulación de arcillas de baja actividad en un horizonte subsuperficial Árgico y por un nivel bajo de saturación de bases. Los Acrisoles correlacionan con los “suelos Podzólicos Rojo-Amarillos” (por ejemplo, Indonesia), “Podzólicos vermehlo-amarello distróficos a argila de atividade baixa” (Brasil), “sols ferralitiques fortement ou moyennement désaturés” ((Francia), “Red and Yellow Earths” y con muchos subgrupos de Alfisoles y Ultisoles (Soil Taxonomy, USA).

Suelos que tienen:

1. un horizonte Árgico, el cual tiene una capacidad de intercambio catiónico (en 1M NH₄OAc a pH 7.0) de menos de 24 cmol (+) kg⁻¹ de arcilla en alguna parte o bien empezando dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo o dentro de los 200 cm desde la superficie del suelo si al horizonte Árgico sobreyacen texturas franco arenosas o más gruesas en todo el espesor del perfil y
2. tienen menos de 50% de saturación de bases (en 1M NH₄OAc a pH 7.0) en la mayor parte entre 25 y 100 cm.

Unidades de suelos comunes:

Léptico, Gléyico, Vítrico, Ándico, Plíntico, Úmbrico, Arénico, Estágnico, Abrúptico, Gérico, Húmico, Álbico, Profóndico, Famélico, Férrico, Hiperótrico, Esquelético, Vértico, Alúmico, Hiperdístrico, Ródico, Crómico, Háplico.

Lítico: Tiene dentro de los 10 cm desde la superficie del suelo, *roca dura continua*.

Paralítico: Tiene dentro de los 10 cm desde la superficie del suelo, contacto con rocas fisuradas con menos de 10 cm de separación que permiten a las raíces penetrar a la roca subyacente.

Esquelético: Tiene hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo, entre 40 y 90% (en peso) de gravas u otros fragmentos más gruesos.

Dístrico: Tiene en al menos una parte entre 20 y 100 cm desde la superficie del suelo o en una capa de 5 cm de espesor directamente arriba del contacto lítico en Leptosoles, una saturación de bases (en 1M NH₄ OAc pH 7.0) de menos de 50%.

Epidístrico: Tiene una saturación de bases (en 1M NH₄ OAc a pH 7.0) de menos de 50% al menos entre 20 y 50 cm desde la superficie del suelo.

Abrúptico: Tiene un cambio textural abrupto

Crómico: Tiene un horizonte subsuperficial que tiene en su mayor parte un hue Munsell de 7.5 YR y un croma (húmedo) mayor que 4 o un hue más rojo que 7.5 YR.

Epiléptico: tiene *roca dura continua* entre 25 y 50 cm desde la superficie del suelo.

Úmbrico: Tiene un horizonte Úmbrico

Húmico: Tiene, sobre una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo, más de 1.4% de carbono orgánico (en peso) en la fracción tierra fina en Ferralsoles o Nitisoles o teniendo más del 2% de carbono orgánico (en peso) a una profundidad de 25 cm en Leptosoles o teniendo más del 1% de carbono orgánico (en peso) a una profundidad de 50 cm en otros suelos.

Profóndico: Tiene un horizonte Árgico, en el cual el contenido de arcilla no decrece en más de 20% (relativo) de su máximo dentro de los 125 cm desde la superficie del suelo.

Hiperdiátrico: Tiene una saturación de bases (en $1M NH_4 OAc$ a Ph 7.0) de menos del 50 % en todas las partes entre 20 y 100 cm desde la superficie del suelo y menos del 20% de PSB en alguna parte dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo.

Mázico: Tiene, en los 20 cm superiores, una estructura masiva y consistencia de dura a muy dura (*Vertisoles solamente*).

Pélico: Tiene en los 30 cm superiores de la matriz del suelo, (en húmedo) un value Munsell de 3.5 o menos y un croma de 1.5 o menos (*Vertisoles solamente*).

Mesotrófico: Tiene, a 20 cm de profundidad una saturación con bases (en $1 M NH_4 OAc$ a Ph 7.0) de menos de 75% (*Vertisoles solamente*).

Lúvico: Tiene un horizonte Árgico el cual tiene una capacidad de intercambio catiónico igual o mayor de $24 Cmol (+) Kg^{-1}$ de arcilla (en $1 M NH_4 OAc$ a pH 7.0) en todo su espesor y una saturación con bases de 50% o más a través de todo el horizonte hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo.