



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA

“LEVANTAMIENTO EDAFOLOGICO SEMIDETALLADO DEL TERRITORIO DE LA COMUNIDAD DEL DEXTHI, ALTO MEZQUITAL HGO.”

T E S I S

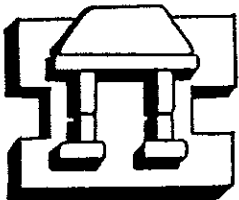
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A

MARIA DEL ROCIO DELGADO DURAN

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. DANIEL J. MUÑOZ INIESTRA



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, MEX.

28375A

2000



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 MIS PADRES por su confianza, por su apoyo, por su comprensión, y sobre todo, por haberme dado la vida. **GRACIAS**

A mis hermanos, por su compañía, por su cariño y por estar conmigo, siempre.

A Kevin, porque eres una parte muy especial en mi vida. Te quiero mucho pequeño.

A Verónica y César por su AMISTAD, por su apoyo y por su gran ayuda en la elaboración del trabajo de campo.

A Lety, Aarón y Enrique por haberme aguantado todos estos años, por ser mis amigos y porque han estado conmigo en las buenas y en las malas.

A Marco, por su apoyo y por estar conmigo.



Al M en C. Daniel Muñoz, por aceptar dirigir esta tesis, por sus consejos y recomendaciones para mejorarla. GRACIAS.

Al M en C. Francisco López, por ser uno de mis revisores y sobre todo, por su gran apoyo en momentos importantes durante mi estancia en el laboratorio.

A Mayra por su ayuda y por resolver mis dudas computacionales.

Al Biólogo Amulfo Reyes, Bióloga Edith López y la M en C. Silvia Romero por sus recomendaciones para la elaboración de este trabajo.



ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	2
II OBJETIVOS	
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos particulares	2
III REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
3.1 Marco de referencia	3
3.1.1 El suelo y su organización	3
3.1.2 Los levantamientos de suelos	4
3.1.3 Tipos de levantamientos	4
3.1.4 El sistema cartográfico de suelos y el sistema de clasificación	5
3.1.5 La cartografía de suelos de México	7
3.2 Antecedentes	8
IV ÁREA DE ESTUDIO	
4.1 Localización geográfica y política	9
4.2 Fisiografía	9
4.3 Geología	9
4.4 Edafología	9
4.5 Clima	12
4.6 Hidrología	12
4.7 Vegetación	12
V METODOLOGÍA	
5.1 Primera fase	14
5.2 Segunda fase	14
5.3 Tercera fase	14
5.4 Cuarta fase	16
VI RESULTADOS	17
6.1 Descripción de las Unidades de suelo	19
6.1.1 Grupo mayor Fluvisol	19
6.1.2 Grupo mayor Leptosol	24
6.1.3 Grupo mayor Feozem	35
6.1.4 Grupo mayor Regosol	45
VII DISCUSIÓN	50
VIII CONCLUSIONES	57
IX SUGERENCIAS	58
X BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	62
Anexo de datos físicos y químicos	63
Anexo cartográfico	80

ÍNDICE DE FIGURAS

No de Figura		
1	Porcentaje ocupado por cada una de las cinco Unidades de suelos identificadas de acuerdo con la Clasificación FAO/UNESCO 1968. Los porcentajes corresponden a fracciones del total de la superficie territorial de la entidad (20 502 Km ²)	7
2	Ubicación geográfica del área de estudio	10
3	Imagen de satélite. Regionalización fisiográfica del Valle del Mezquital dentro del cual se localiza el área de estudio, particularmente ocupa el sistema Ecogeográfico Cardonal – Dexthi “S – 23” cuya topoforma principal corresponde a lomeríos	11
4	Climograma. Estación Ixmiquilpan.....	13
5	Ubicación de los puntos de muestreo	15
6	Perfil que representa la Unidad Fluvisol calcárico, se trata de un suelo profundo con horizontes poco diferenciados, obsérvese la presencia de una discontinuidad litológica constituida por cantos rodados	23
7	Panorámica del paisaje asociado al Fluvisol calcárico, este suelo se desarrolla sobre zonas con topografía plana, sin embargo por acción del agua se ha formado un cauce que se ha ampliado por efectos erosivos. La vegetación corresponde a matorral de mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>)	23
8	Tallado de <i>Agave lechuguilla</i> realizado por medio de máquina	26
9	Perfil representativo de la Unidad Leptosol rendzínico. Es un suelo delgado con un horizonte mólico de color oscuro, abundantes raíces y baja pedregosidad, el cual descansa directamente sobre un horizonte semicementado de estructura laminar que sobreyace a un horizonte petrocálcico	32
10	Foto panorámica de la vegetación asociada a Leptosol rendzínico la que, en este caso, se encuentra altamente perturbada por la introducción de <i>Agave lechuguilla</i> como semicultivo	32
11	Perfil representativo de la Unidad Leptosol mólico, en el que se observa la escasa profundidad del suelo, un horizonte A mólico de color oscuro con pocas raíces e intrusiones y sin material calcáreo	33
12	Perfil representativo de la asociación LPk + RGc el cual corresponde a una rendzina, en el se aprecia un horizonte mólico con bajo grado de estructuración y abundante pedregosidad	34

13	Foto panorámica de la asociación LPk + RGc, la distribución de cada tipo de suelo está en función de la pendiente de manera que los leptosles se ubican en las áreas menos inclinadas, mientras que los regosoles se encuentran en las laderas. El tipo de vegetación pertenece a matorral de <i>Fouquieria</i>	34
14	Perfil representativo y panorámica del Feozem calcárico en donde se observa un horizonte A de color oscuro con pedregosidad abundante que descansa sobre un horizonte calcáreo en proceso de cementación. Estos suelos se desarrollan sobre terrenos con poca pendiente lo cual favorece su mayor desarrollo y diferenciación. La vegetación corresponde a matorral espinoso	42
15	Perfil representativo de la unidad Feozem háplico en el que se observan horizontes bien diferenciados, el horizonte superficial es oscuro, con raíces poco abundantes al igual que la pedregosidad	43
16	Foto panorámica de la unidad Feozem háplico cuya vegetación asociada corresponde a Matorral crasicauale, tanto el tipo de suelo como el de vegetación se les encuentra ocupando los cerros de la zona	43
17	Perfil que representa la asociación PHh + Lpm, el suelo es muy somero con abundantes raíces y fragmentos de rocas ígneas de diversos tamaños. Se ha desarrollado un horizonte mólico con buen contenido de materia orgánica	44
18	Foto del matorral crasirosulifolio que se encuentra solo sobre estos suelos, la vegetación se encuentra poco perturbada lo que ha contribuido al aporte de materia orgánica que se observa en el perfil. Estos suelos se desarrollan sobre topofomas accidentadas	44
19	Perfil que representa la unidad Regosol calcárico, es un suelo poco desarrollado en el que se puede observar un horizonte superficial de color pálido que sobreyace horizontes poco diferenciados también de colores muy claros, estructura poliédrica subangular y laminar de consistencia firme	49
20	Panorámica del Regosol calcárico cuya vegetación asociada corresponde a matorral espinoso. Este tipo de suelo se desarrolla sobre pendientes muy variables y a partir de él se esta dando el desarrollo de otras unidades como son el Leptosol rendzínico y Feozem calcárico	49

ÍNDICE DE CUADROS

No de Cuadro		
1	Unidades de suelos localizadas en el área de estudio, clave según el sistema de clasificación FAO/UNESCO 1988, superficie y porcentaje ocupado.....	18
2	Asociaciones de suelos identificadas en la zona	18
3	Rangos máximos y mínimos de los análisis físicos y químicos correspondientes al horizonte A de la Unidad Fluvisol calcárico	20
4	Rangos máximos y mínimos de los análisis físicos y químicos correspondientes al horizonte C de la Unidad Fluvisol calcárico	21
5	Esquema morfológico de la Unidad Fluvisol calcárico	22
6	Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte A de las Unidades Leptosol rendzínico y Leptosol mólico	27
7	Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte C de las Unidades Leptosol rendzínico y Leptosol mólico	28
8	Esquema morfológico de la Unidad Leptosol rendzínico	30
9	Esquema morfológico de la Unidad Leptosol mólico	31
10	Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte A de las Unidades Feozem calcárico y Feozem háplico	37
11	Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte C de las Unidades Feozem calcárico y Feozem háplico	38
12	Esquema morfológico de la Unidad Feozem calcárico	40
13	Esquema morfológico de la Unidad Feozem háplico	41
14	Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte A de la Unidad Regosol calcárico	46
15	Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte C de la Unidad Regosol calcárico	46

16	Esquema morfológico de la Unidad Regosol calcárico	48
17	Equivalencias en el sistema de clasificación FAO/UNESCO versión 1968, modificada para México (1970), empleada en la elaboración de las cartas por INEGI y la versión 1988 empleada en el presente trabajo y su comparación con el sistema Soil Taxonomy de los Estados Unidos	56

RESUMEN

Los suelos son considerados como cuerpos naturales independientes resultantes de la interacción de la materia viva, el material parental, el relieve, el clima y la vegetación. El efecto que cada uno de estos factores ejerce en la formación de los suelos les proporciona características morfológicas, físicas y químicas distintas y específicas para cada tipo. En función de tales propiedades soportan diversas comunidades vegetales y deberían ser objeto de diferentes usos dados de acuerdo al conjunto de propiedades que posee cada suelo, no obstante, el rápido incremento de la población, la deforestación, la ignorancia y el implemento de técnicas, que lejos de beneficiar, lo deterioran aun más han ocasionado su creciente pérdida, situación que se ha generalizado a todo tipo de climas y que requiere ser atendida rápidamente.

Las zonas áridas no escapan a tal problemática pues aunque sean consideradas de escasa importancia agrícola, la realidad es que de ellas se obtiene una gran cantidad de beneficios para el hombre. En el caso de nuestro país, estas regiones ocupan poco más del 50% de la superficie del territorio nacional y la fragilidad de sus suelos dada por la escasa cubierta vegetal que sustentan, así como la falta de información acerca de los distintos tipos de suelos y sus propiedades han contribuido a su continuo deterioro por procesos erosivos, de salinización y sodificación.

La herramienta más útil para obtener la información básica que permita orientar el uso y manejo que se deba dar a los suelos, así como para definir e implementar técnicas que favorezcan su recuperación, conservación y a disminuir procesos de deterioro, son los estudios conocidos como levantamientos edafológicos, por lo que la finalidad del presente trabajo, fue definir y caracterizar la diversidad de los suelos en la comunidad del Dexthi-San Juanico, como parte del programa de Conservación y restauración de suelos (Centro Piloto Dexthi-Alto Mezquital) con el objetivo de promover estrategias basadas en la aplicación de técnicas dirigidas a realizar una explotación racional de los recursos edáficos.

Para llevar a cabo el estudio se describieron 17 perfiles, seleccionados mediante técnicas de fotointerpretación, colectándose muestras de cada horizonte, que fueron analizadas en el laboratorio para determinar sus propiedades físicas y químicas. Con los resultados obtenidos y aplicando el sistema de clasificación FAO/UNESCO, 1988 se obtuvieron 4 Grupos mayores y 6 Unidades que correspondieron a: Fluvisol calcárico, Leptosol rendzínico y mólico, Regosol calcárico y Feozem calcárico y háplico. Del análisis e interpretación de los resultados, se concluye que los suelos son jóvenes, poco desarrollados; siendo el clima, el material parental, el relieve y la vegetación los factores que influyen en mayor proporción tienen en su génesis e evolución. Las asociaciones cartográficas de estos suelos, indican las relaciones morfogenéticas y una elevada diversidad por unidad de paisaje. Por otra parte, la agricultura de temporal es la actividad de mayor importancia y la que mayor influencia ha tenido en el empobrecimiento y erosión de las unidades identificadas, particularmente del Fluvisol calcárico y Feozem calcárico.

Como medidas de recuperación, se sugiere la reforestación de las zonas más dañadas con especies nativas como *Agave lecheguilla* y *Prosopis laevigata*, la construcción de microcuencas de captación de agua de escurrimiento, la introducción de sistemas agroforestales y el uso de abonos orgánicos derivados de los desechos vegetales generados en la zona.

I INTRODUCCIÓN

El suelo es la parte de la corteza terrestre donde se desarrollan todas las manifestaciones de vida en nuestro planeta, constituye una delgada capa cuyo espesor varía entre unos pocos centímetros y dos o tres metros. Es en esos pocos centímetros donde los reinos vegetal y animal se encuentran con el mundo mineral y establecen con él una relación dinámica. Así, además de ser el suelo un medio de fijación para las plantas, estas obtienen de él agua y nutrimentos necesarios para su desarrollo, constituyendo, al mismo tiempo, la base de la cadena alimenticia. Finalmente, los residuos vegetales y animales retornan y son reincorporados al suelo al ser descompuestos por la numerosa población microbiana que allí vive (Thompson y Troeh, 1982).

Los suelos son considerados como cuerpos naturales independientes, cada uno de los cuales presenta una morfología única que resulta de la interacción de la materia viva, la roca de origen, el relieve, el tiempo, el clima y la cubierta vegetal, por lo que, debido a sus diversas características el tipo de vegetación que soportan y el uso al que se destinan varía ampliamente (Porta, 1994).

No obstante, la utilidad que se da al suelo no siempre está en función del conjunto de características específicas que posee y con base a las cuales debería ser explotado, aunado a esto, el constante incremento de la población, la ignorancia, la deforestación, el cambio de uso de suelo y el implemento de técnicas que lejos de beneficiar deterioran más las propiedades edáficas naturales, han contribuido enormemente a su creciente pérdida por fenómenos tales como erosión, salinización y sodificación. (Sandoval, 1992).

En regiones como las zonas áridas, cuya extensión es aproximadamente del 52.5% del territorio nacional (CONAZA, 1994), los suelos son generalmente muy frágiles debido, entre otras cosas, a la escasa vegetación que sustentan, por lo que han sido considerados como de escasa importancia agrícola y económica sobre todo por la falta de agua. Sin embargo, una gran parte de la población depende de los recursos que les proveen estas tierras (SEDUE, 1984). De este modo, dada su gran extensión e importancia generalmente desconocida, es importante lograr el mejor aprovechamiento de sus recursos naturales y particularmente del suelo. Para tal efecto, es necesario contar con el conocimiento de los distintos tipos de suelo, sus propiedades y su distribución geográfica. Por lo que en este caso, la herramienta más útil para adquirir dichos datos son los estudios conocidos como levantamientos edafológicos, los cuales se realizan a diferentes niveles de precisión y detalle según la necesidad de información, las características de la región y la disposición de recursos técnicos, económicos y humanos. La utilidad de este tipo de estudios radica en la información que ofrecen para orientar el tipo de uso que se deba dar a los suelos, así como para seleccionar un sistema de manejo (Moreno, 1989).

Así, dada la gran problemática que se presenta en toda la República Mexicana y particularmente, en las zonas áridas en cuanto a la escasez de información, el presente trabajo pretende generar los conocimientos básicos necesarios para contribuir a la búsqueda de nuevos métodos para el mejor aprovechamiento del suelo, mismos que deben permitir frenar problemas como la erosión, la sobre-explotación y la degradación del ambiente, en el poblado del Dexthi municipio de Ixmiquilpan, que pertenece a la región conocida como Alto Mezquital, la cual se caracteriza por poseer una gran importancia económica, ecológica, social y cultural, ya que su población desempeña diversas actividades productivas de gran importancia. Asimismo, El Dexthi ha sido establecido como un centro piloto en el que se pretende generar un modelo de desarrollo sustentable en el que se integren los métodos y técnicas para conciliar una adecuada explotación de los recursos con un incremento en el nivel de vida de los habitantes y con el mantenimiento de los procesos ecológicos.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente, el 97% del territorio nacional presenta degradación de ligera a extrema, que se manifiesta en deterioro de los suelos, de la flora y fauna, desequilibrio del ciclo hidrológico y en la disminución de la biodiversidad. El impacto es más visible en las zonas áridas y semiáridas debido a su vulnerabilidad a ser deterioradas dado el frágil equilibrio de sus ecosistemas, a la estrecha relación de los pobladores con el medio y sobre todo, al desconocimiento de las consecuencias de las prácticas inadecuadas en el uso de los recursos. Toda esta situación afecta la capacidad alimentaria de estas regiones. Para reducir estos procesos instituciones como la SEMARNAP han creado los llamados Centros pilotos de Conservación y restauración de suelos, en los que se pretende buscar estrategias que permitan un aprovechamiento de los recursos, a través de la aplicación de prácticas alternativas de uso del suelo, por ser este componente sobre el que recae toda la presión de los procesos degradativos naturales. Para llevar a cabo todo esto se requiere, en primera instancia, generar la información acerca del estado actual de los recursos de las áreas poco afectadas. Por todo esto y debido a la selección del área estudiada como Centro Piloto de la SEMARNAP, cuyo objetivo principal es reducir y controlar la degradación del suelo, se hizo necesario contar con información sobre los tipos de suelos existentes en la zona, así como su distribución, características, propiedades y grado de deterioro. La información generada permite la búsqueda de estrategias metodológicas y aplicación de técnicas que garanticen el aprovechamiento racional de los recursos, que contribuyan a la restauración de áreas degradadas, a la conservación de las que presentan menor grado de alteración y a elevar la productividad.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.

- Realizar el levantamiento edafológico semidetallado en el territorio del poblado del Dexthí, Ixmiquilpan, Hidalgo.

2.2 Objetivos particulares.

- Describir la morfología de los diferentes tipos de suelo existentes en el Dexthí.
- Caracterizar los suelos en cuanto a sus propiedades físicas y químicas.
- Identificar los perfiles edáficos de acuerdo con el sistema de clasificación FAO/UNESCO, 1988.
- Elaborar la carta edafológica a escala 1: 25,000.
- Contribuir al conocimiento de los suelos en el Estado de Hidalgo

JUSTIFICACIÓN

Actualmente, el 97% del territorio nacional presenta degradación de ligera a extrema, que se manifiesta en deterioro de los suelos, de la flora y fauna, desequilibrio del ciclo hidrológico y en la disminución de la biodiversidad. El impacto es más visible en las zonas áridas y semiáridas debido a su vulnerabilidad a ser deterioradas dado el *frágil equilibrio de sus ecosistemas, a la estrecha relación de los pobladores con el medio* y sobre todo, al desconocimiento de las consecuencias de las prácticas inadecuadas en el uso de los recursos. Toda esta situación afecta la capacidad alimentaria de estas regiones. Para reducir estos procesos instituciones como la SEMARNAP han creado los llamados Centros pilotos de Conservación y restauración de suelos, en los que se pretende buscar estrategias que permitan un aprovechamiento de los recursos, a través de la aplicación de prácticas alternativas de uso del suelo, por ser este componente sobre el que recae toda la presión de los procesos degradativos naturales. Para llevar a cabo todo esto se requiere, en primera instancia, generar la información acerca del estado actual de los recursos de las áreas poco afectadas. Por todo esto y debido a la selección del área estudiada como Centro Piloto de la SEMARNAP, cuyo objetivo principal es reducir y controlar la degradación del suelo, se hizo necesario contar con información sobre los tipos de suelos existentes en la zona, así como su distribución, características, propiedades y grado de deterioro. La información generada permite la búsqueda de estrategias metodológicas y aplicación de técnicas que garanticen el aprovechamiento racional de los recursos, que contribuyan a la restauración de áreas degradadas, a la conservación de las que presentan menor grado de alteración y a elevar la productividad.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.

- Realizar el levantamiento edafológico semidetallado en el territorio del poblado del Dexthi, Ixmiquilpan, Hidalgo.

2.2 Objetivos particulares.

- Describir la morfología de los diferentes tipos de suelo existentes en el Dexthi.
- Caracterizar los suelos en cuanto a sus propiedades físicas y químicas.
- Identificar los perfiles edáficos de acuerdo con el sistema de clasificación FAO/UNESCO, 1988.
- Elaborar la carta edafológica a escala 1: 25,000.
- Contribuir al conocimiento de los suelos en el Estado de Hidalgo.

III REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Marco de referencia.

3.1.1 El suelo y su organización

El suelo es un cuerpo natural tridimensional que constituye la capa superior de la corteza terrestre, que da sustento a las plantas y que tiene propiedades definidas debido al efecto integrado del clima, la materia viva y el relieve sobre el material originario, durante largos períodos de tiempo, (Moreno, 1989).

El suelo está limitado en la parte superior por la atmósfera o por cuerpos de agua en caso de que halla plantas enraizadas en el fondo, hacia los lados lo limitan otros suelos, aguas profundas, hielos perpetuos o rocas. La profundidad, a partir de la cual las características son constantes o presentan ritmicidad de carácter estratigráfico, define el límite inferior del suelo, aunque este también puede estar determinado por la profundidad de las raíces de las plantas perennes nativas.

Los suelos por naturaleza se desarrollan como entidades definidas. Un suelo no es solamente la acumulación de residuos de un proceso destructivo, sino un cuerpo naturalmente desarrollado en donde han intervenido varios procesos que ocurren con tasas diferentes y en formas distintas para producir suelos con características diversas. Los factores, cuya interacción, determina el tipo, tasa y grado de desarrollo del suelo son: clima, organismos, material materno, topografía y tiempo (Foth, 1985)

Para estudiar, describir y muestrear un suelo se delimita de forma arbitraria un volumen mínimo. El Soil Survey Staff del Departamento de Agricultura de E.U. (USDA) utiliza como unidad mínima de descripción y muestreo, el edafón, que representa el volumen más pequeño de suelo que puede reconocerse en el campo como un individuo tridimensional que se puede observar, describir y muestrear en cada uno de sus horizontes. Su superficie puede ser de 1 a 10 m, según la variabilidad del suelo. Su extensión vertical comprende desde la superficie (límite superior) hasta la aparición del material originario. Un conjunto de edafones constituyen una sola serie de suelos que forman un poliedafón (Porta, 1994).

En la práctica muy pocas veces se puede estudiar un edafón completo, por lo que se hace uso del perfil de suelo, el cual se define como una exposición vertical de una porción de la corteza terrestre, que incluye todas las capas que han tenido alteración pedogenética durante el período de formación del suelo (S.S.S 1951). Por él conocemos la variación vertical de las características de los suelos, pero no la variación horizontal, a pesar de lo cual es la unidad práctica de observación y estudio.

Cada una de las capas que constituyen el perfil del suelo se denominan horizontes, y se definen como capas aproximadamente paralelas a la superficie que se diferencian porque poseen un conjunto de propiedades con características cualitativas y cuantitativas diferentes. Dichas propiedades son producto de los procesos formadores del suelo y son semejantes en todo el volumen que ocupa el horizonte. Los horizontes se designan por medio de letras mayúsculas y minúsculas, que deben servir para traducir de que es portador el horizonte, es decir, la posición que ocupa, el proceso genético preponderante en su formación y alguna característica o propiedad destacable. Cada uno de los horizontes será descrito por medio de sus rasgos morfológicos, cuyo estudio permite reconstruir los procesos edafogenéticos, las condiciones del medio y, en muchos casos, interpretar o predecir el comportamiento de las plantas y la respuesta del suelo frente a actuaciones tecnológicas o cambio de uso. Entre dichos caracteres o rasgos se encuentran: humedad, color, textura, estructura, consistencia, porosidad, materia orgánica y pH (Nery, 1976).

3 1 2 Los levantamientos de suelos.

Los levantamientos de suelos son metodologías para estudiar y describir sistemáticamente el recurso suelo. Tienen por objeto el mostrar las características de los diferentes suelos de una área específica, zona o región, su relación con otros factores físicos y culturales del paisaje y su distribución geográfica.

Kellog (1977, citado por Ortiz y Cuanalo,1981) indica que los levantamientos proveen un apoyo suficientemente exacto para realizar propósitos específicos, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: 1) La aplicación expedita de la experimentación y los nuevos descubrimientos en el manejo de suelos y cultivos; 2) La planeación de la investigación agrícola y la aplicación o divulgación de sus resultados; 3) La determinación de la distribución potencial y adaptabilidad de cultivos individuales; 4) El desarrollo de clasificaciones rurales, la zonificación rural y el manejo público de la propiedad; 5) La evaluación de trabajos de ingeniería, tales como carreteras, aeropuertos o control de inundaciones, drenaje o irrigación.

Aunque los suelos son entidades dinámicas, el levantamiento es, en sí, la obtención de datos acerca de sus peculiaridades, particularmente, las características más estables. La mayoría de los objetivos prácticos que se persiguen con el levantamiento se realizan por medio de la interpretación de los datos obtenidos.

3 1.3 Tipos de levantamientos.

Originalmente, los levantamientos fueron categorizados de acuerdo con el procedimiento empleado en la elaboración de sus mapas, considerándose en un principio dos tipos: mapas obtenidos de levantamientos de campo, los cuales se basaban en observaciones directas de los suelos en campo y mapas compilados, realizados a partir de datos de suelos publicados o no y de información relacionada con la geología, topografía, geomorfología, vegetación y clima.

Actualmente, en la Rama de Suelos del Colegio de Posgraduados se ha propuesto considerar como elementos imprescindibles en todo tipo de levantamiento de suelos, a la escala del mapa que se va producir, las unidades cartográficas de representación, las unidades de clasificación y el método de elaboración, elementos que sirven a su vez, para caracterizar a un levantamiento de suelos.

Young (1976, citado por Ortiz y Cuanalo,1981) menciona que existe una jerarquía de levantamientos a diferentes escalas, en los que se emplean distintos métodos e intensidades de muestreo, la elección de cada uno está en función del propósito por el cual se realiza el levantamiento y del detalle requerido, para lo cual propone la siguiente clasificación:

1. *Compilaciones (de síntesis):* son mapas de suelos basados en abstracciones de otros levantamientos, las escalas usualmente son de 1:1 000 000 o más pequeñas.
2. *Levantamientos exploratorios (de síntesis):* son recorridos rápidos a través de los cuales se obtiene alguna información de regiones desconocidas. Las escalas varían de 1:2 000 000 a 1: 500 000.
3. *Levantamientos de reconocimiento (de intensidad baja):* las escalas varían de 1: 500 000 a 1:100 000, siendo la más usual 1: 250 000. En su realización se emplea en gran medida la interpretación de fotografías aéreas.
4. *Levantamientos semidetallados (de intensidad media):* cubren un amplio intervalo de escalas donde la de 1: 50 000 es la más común. El levantamiento se realiza por interpretación de fotografías aéreas combinada con una cantidad substancial de trabajo de campo.

- 5 Levantamientos detallados (de intensidad alta): las escalas varían de 1: 25 000 a 1: 10 000, son producidos por trabajo de campo, principalmente.
6. Levantamientos intensivos (de intensidad muy alta): sus escalas son mayores a 1: 10 000, con gran número de observaciones de campo distribuidas en forma sistemática.

Por su parte, la unidad de suelos del Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF) y el programa de reconocimiento de suelos de la Subdirección Agrícola del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC), ambos organismos con residencia en Colombia, junto con la colaboración del Centro Internacional de Levantamientos Aéreos de Holanda (ITC), la UNESCO y otras dependencias internacionales, han desarrollado una metodología para estudios agrológicos, la nomenclatura y las especificaciones de los distintos tipos de estudios de suelo que se pueden adaptar a las diversas condiciones ecológicas y de trabajo existentes en países en vías de desarrollo.

De lo anterior se derivan un total de 7 ordenes o tipos de levantamientos designados de acuerdo a criterios como la intensidad de observaciones en campo, el tamaño de la zona, uso potencial y finalidad del estudio (Moreno, 1989).

Así, por ejemplo, los levantamientos semidetallados corresponden al 3er. orden; se realizan con una intensidad media de observaciones de campo; generalmente, se ejecutan en zonas con alto potencial agropecuario y con algún grado de desarrollo. En el trabajo diario de campo se practica el mapeo libre con fotointerpretación ajustada. Los fines principales de estos levantamientos son determinar las unidades fisiográficas y su contenido pedológico para correlación a nivel nacional, servir como precursor de levantamientos de primero y segundo ordenes, especificar anteproyectos para fines catastrales y para la *planeación del uso agropecuario de las tierras*, también como base para recomendaciones generales de uso y manejo.

3.1.4 El sistema cartográfico de suelos y el sistema de clasificación.

En el estudio de los suelos se hace una diferenciación entre su clasificación y su cartografía. Las unidades cartográficas de suelos se muestran por medio de divisiones en áreas geográficas sobre una carta formado el mapa de suelos. La cartografía tiene por objeto la representación gráfica de la variación, distribución y límites de los suelos de un área dada.

Las unidades de mapeo se clasifican tomando en cuenta la composición pedológica y pueden agruparse en tres categorías:

1) Simples, cuando están constituidas de un taxón único más sus inclusiones, en este caso, domina una sola clase de suelo de modo que tres cuartas partes de los pedones encajan dentro de los rangos del taxón que describe e identifica a la unidad, (Vennenbos, 1974, citado por López, 1991) un ejemplo es la Serie.

2) Compuestas, cuando se cartografían suelos asociados cartográficamente (Complejos y Asociación de suelos). Las asociaciones son las más utilizadas en levantamientos de reconocimiento general, semidetallado y mapas cuyas escalas fluctúan entre 1: 50 000 y 1: 100 000, estas incluyen dos o más suelos donde el primero que se menciona es el dominante. El complejo es una asociación muy intrincada cuyos miembros no pueden ser separados cartográficamente en los levantamientos detallados.

3) Indeterminadas, cuando en un levantamiento se cartografían áreas que no han sido estudiadas porque tienen poco o casi nada de suelo o son casi inaccesibles para su examen ordenado (Tierras misceláneas) o bien, se trata de dos o más unidades similares que no presentan una asociación geográfica regular (Suelos indiferenciados) (Ortiz y Cuanalo, 1981).

En cuanto a la clasificación, y a diferencia de la cartografía, ésta constituye la formación de grupos de suelos separados de una población, tomando como base sus diferencias y semejanzas en sus propiedades morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas (Rivera, 1999).

Los primeros sistemas de clasificación de suelos eran muy simples y prácticos, en nuestro país su conocimiento puede remontarse a épocas prehispánicas con las civilizaciones Maya y Azteca de las que existen reportes sobre la existencia de una nomenclatura y caracterización de tierras representadas en códices por medio de glifos. Actualmente, diferentes grupos étnicos conservan aún los nombres originales de sus tierras (Pájaro y Ortiz, 1989).

Sin embargo, el aumento en el refinamiento de la agricultura, en los conocimientos sobre los suelos y el incremento de la diversidad y complejidad de los usos a que son sometidos, ha ocasionado que su clasificación sea más científica y organizada. De modo que se han desarrollado numerosos sistemas de clasificación que se basan en aspectos como la geología, características físicas, químicas y de fertilidad, la adopción de uno o más de estos aspectos en la elaboración de un sistema de clasificación estará en función de los criterios del autor, las características del país y los objetivos a cubrir. Varios países han establecido su propio sistema de clasificación, otros han adoptado el sistema de E.U. (Soil Taxonomy) o la leyenda FAO/UNESCO desarrollada específicamente para inventariar y describir el recurso suelo del mundo sobre bases comparables.

En México, la tendencia durante los últimos 30 o 40 años ha sido adoptar con ligeras modificaciones, clasificaciones de suelos de otros países. Hasta 1960 no existió ningún problema al respecto, porque todo el conocimiento fue copiado de los Estados Unidos. En los últimos años dos han sido los sistemas de clasificación más usados: el Sistema FAO/UNESCO, 1968 modificado por CETENAL (1970) y el sistema americano denominado Soil Taxonomy (1975), los cuales han provocado un gran número de discusiones sobre la adopción de uno de ellos a nuestro medio (Ordaz, 1986).

El sistema de clasificación FAO/UNESCO fue diseñado con el propósito de realizar el inventario de suelos del mundo. La nomenclatura introducida ha procurado conservar los principales términos tradicionales, ya sea de origen popular o bien de clasificaciones anteriores, actualmente en desuso. En otros casos introduce denominaciones nuevas que tienden a ser autoexplicativas (Porta, 1994) Este sistema está constituido por dos categorías, la Unidad y la Subunidad consideradas en la versión original de la leyenda hasta que fueron modificadas a Grupo mayor y Unidad, respectivamente, a partir de la versión FAO 1988 y para definir las fue necesario considerar horizontes de diagnóstico, algunos de los cuales son los mismos que los del sistema americano.

La Leyenda Original del Mapa Mundial de Suelos FAO/UNESCO estuvo compuesta por 26 unidades y 106 subunidades. La versión 1988 comprende 28 Grupos mayores y 153 unidades. Estas unidades de suelos no corresponden a categorías equivalentes en distintos sistemas de clasificación, aunque generalmente son comparables al nivel de Grandes grupos de la Soil Taxonomy (Ortiz et al, 1994).

Soil Taxonomy es un sistema de clasificación de suelos propuesto por el Soil Survey Staff de Estados Unidos que sirve como un sistema de referencia a nivel mundial. Establece seis niveles jerárquicos de

homogeneidad creciente entre los suelos incluidos en cada una de ellos: Orden, Suborden, Gran grupo, Subgrupo, Familia y Serie de suelos.

El sistema FAO/UNESCO difiere de la Taxonomía de Suelos en que es una lista de unidades de suelo que no están agrupadas en diversos niveles de generalización, además toma en cuenta los procesos pedogenéticos primarios y secundarios que producen los rasgos característicos del suelo, la Soil Taxonomy considera características como la humedad y temperatura, la génesis no se utiliza (Boul, 1981)

3.1.5 La cartografía de suelos de México

Considerando la complejidad ecológica del país y su extensión territorial, este se sitúa como uno de los países con mayor diversidad en tipos de suelos, pues hasta la fecha se han identificado 22 unidades de las 26 que comprende la Clasificación FAO/UNESCO 1968, según Orozco (1994) las tres unidades dominantes, por la extensión que ocupan, son Regosol, Litosol y Xerosol.

La presentación cartográfica corresponde a tres escalas y el avance en el cubrimiento en cada una de ellas, hasta 1994, se registra como sigue: 1 : 50 000 - 32.4%, 1 : 250 000 - 82% y 1 : 1 000 000 - 100%, (Orozco, 1994).

Particularmente para el Estado de Hidalgo se han identificado 5 unidades de suelos, de las cuales el Feozem es el que destaca por su extensión pues ocupa el 74.37% (Fig. 1). (Subsecretaría de Recursos Naturales, 1996).

Actualmente el INEGI busca agilizar y actualizar la producción de la cartografía edafológica para integrar el Sistema Nacional de Suelos que formará parte del Sistema Nacional de Información Geográfica, el cual debe coadyuvar e incrementar la productividad del sector agrícola.

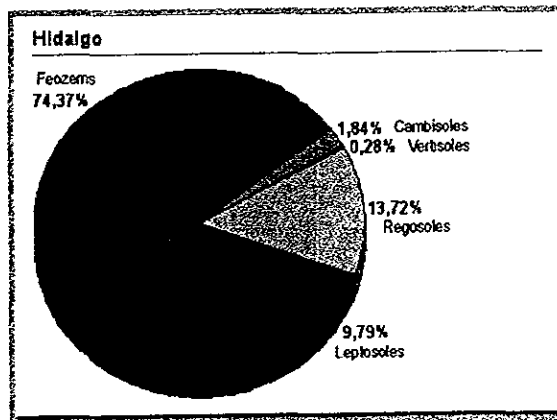


Fig. 1. Porcentaje ocupado por cada una de las cinco Unidades de suelos identificadas de acuerdo con la Clasificación FAO/UNESCO 1968. Los porcentajes corresponden a fracciones del total de la superficie territorial de la entidad (20 502 Km²).

3.2 Antecedentes

Entre los estudios de suelos que se han desarrollado en el Valle del Mezquital se encuentran los realizados por la Comisión Geológica del Valle del Mezquital en los que se abordan aspectos geológicos, agrológicos y florísticos (Blásquez, 1938) y el efectuado por Garmendia (1948) referente al álcali de los suelos de Ixmiquilpan.

INEGI, en 1981, publica la carta edafológica escala 1: 1 000 000 y en 1982 las cartas edafológica, geológica, topográfica y de uso de suelo y vegetación escala 1: 250 000.

López y Muñoz estudian la importancia y ecología de la relación Suelo-Planta en los Valles de Ixmiquilpan y Actopan (1987) y en los municipios de Chilcuautla y Progreso (1989); hacen los levantamientos edafológicos de los Valles de Actopan y del Mezquital (1986, 1987, 1988), así como una propuesta para el ordenamiento ecológico del uso del suelo en este último (1990).

Mientras que Velázquez y Hernández, (1988) y Hernández, et al, (1990) evalúan el contenido de metales pesados en el Distrito de Desarrollo Rural de Mixquiahuala y en el Distrito de Riego 03.

Sandoval (1992) realiza un levantamiento edafológico semidetallado en el municipio de Meztitlán, Hgo., Hernández (1994) define el uso potencial agrícola, pecuario y forestal del Valle del Mezquital y Javier (1995) realiza un estudio de micromorfología de los suelos del Valle de Tasquillo.

De manera particular a la zona de estudio, Muñoz (1997) presenta un diagnóstico del uso del suelo en el Alto Mezquital y en la misma zona Muñoz y López (1997) presentan un programa de manejo integral de recursos e investigación participativa en el que se pone en marcha el Centro Piloto Dexthí-Alto Mezquital, como un modelo de transición hacia el desarrollo sustentable.

Recientemente se han concluido otros trabajos no realizados específicamente en la zona, Aguilar (1999), por ejemplo, realizó una propuesta de ordenamiento ecológico en el municipio de Santiago de Anaya, y Muñoz (1999) hizo un estudio cartográfico y morfológico de los suelos de la porción sur del Valle del Mezquital.

IV ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Localización geográfica y política.

El poblado del Dexthi está ubicado entre los paralelos 20° 32' 51" y 20° 35' 34" de Latitud Norte y los meridianos 99° 14' 56" y 99° 12' 39" de Longitud Oeste, con una altura promedio de 1800 msnm (INEGI, 1982). (Fig. 2)

Politicamente forma parte del municipio de Ixmiquilpan, el cual se localiza en la porción Centro-Oeste del Estado de Hidalgo, en la región conocida como Alto Mezquital. Limita al Norte con el poblado Naxtey, al Noreste con Orizabita y El Espíritu; al Sur con el poblado de San Juanico y al Oeste con el municipio de Tasquillo. El acceso al área es únicamente por camino de terracería, el cual se toma después de abandonar la carretera que se dirige hacia Orizabita (INEGI, 1982).

4.2 Fisiografía

El área se encuentra en las estribaciones de la Sierra de Juárez, limitando al Sur con la Planicie de Ixmiquilpan, con una variación altitudinal que va de 1700 a 1850 msnm. Forma parte del Sistema Eco geográfico Cardonal-Dexthi cuya topografía característica corresponde a lomeríos, y a la Subprovincia Ecológica Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo en cuyas estribaciones se originan varios sistemas de lomeríos interrumpidos por microcuencas formadas por efecto de la erosión pluvial y fluvial. En la zona de estudio, al igual que en la mayor parte del Valle, las partes bajas de dichas cuencas que conforman terrazas alargadas, planas o ligeramente onduladas se utilizan como áreas de agricultura de temporal por ser sitios que reciben el agua de escorrentía (UNAM-SEMARNAP, 1997). (Fig. 3)

4.3 Geología

Presenta rocas volcano-sedimentarias del Terciario Superior, areniscas, conglomerados y algunas capas de lutitas arenosas que datan del mismo período. La mayor parte de la región tiene materiales geológicos de la Formación Tarango que data del Plioceno y que comprende diversos sedimentos clásicos que incluyen arcillas, arenas, sedimentos calizos y materiales aluviales, cuyos depósitos se distribuyen irregularmente en la zona asociándose a ríos y escurrimientos, así como a zonas de laderas. Otra formación importante por su presencia en la zona es la Pachuca, la cual conforma las Sierras de Juárez, Pachuca y Xinthé. Esta se originó a principios del Mioceno en el Terciario y está formada por rocas ígneas como andesitas, riolitas y basaltos (López, 1982., UNAM-SEMARNAP, 1997).

4.4 Edafología

Con base en las cartas publicadas por el INEGI (1981 y 1982) en esta zona se encuentran Rendzinas asociadas a Litosoles constituyendo suelos de textura media con fase física petrocálcica (carta escala 1: 1 000 000) y Rendzina asociada a Feozem calcárico de textura media y fase física lítica (carta escala 1: 250 000). De acuerdo a los informes técnicos de Muñoz y López (1986, 87 y 88) se tiene que los suelos son jóvenes poco desarrollados, siendo los principales factores que han influido en su génesis: el clima, el substrato geológico y el relieve.

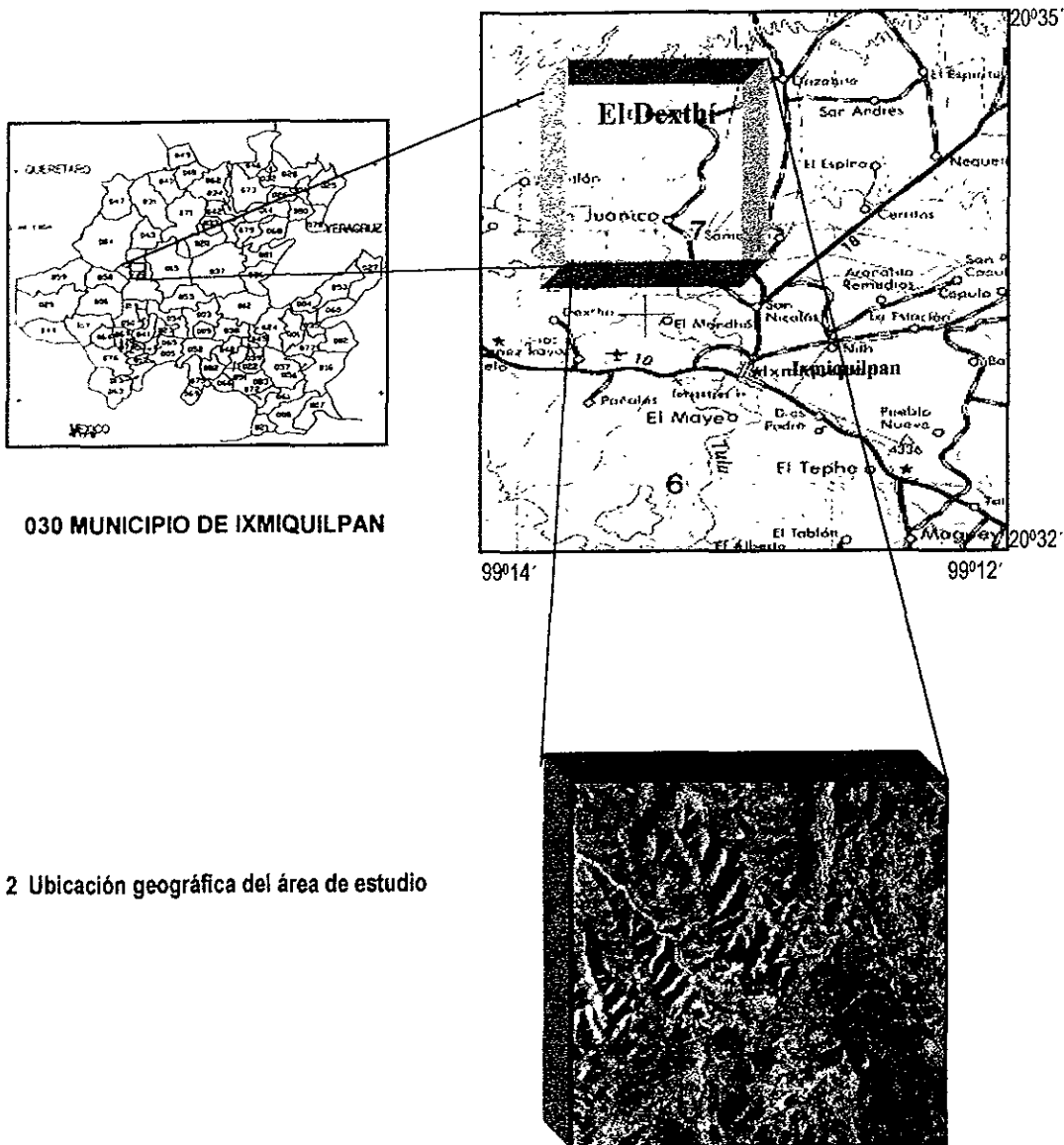


Fig. 2 Ubicación geográfica del área de estudio

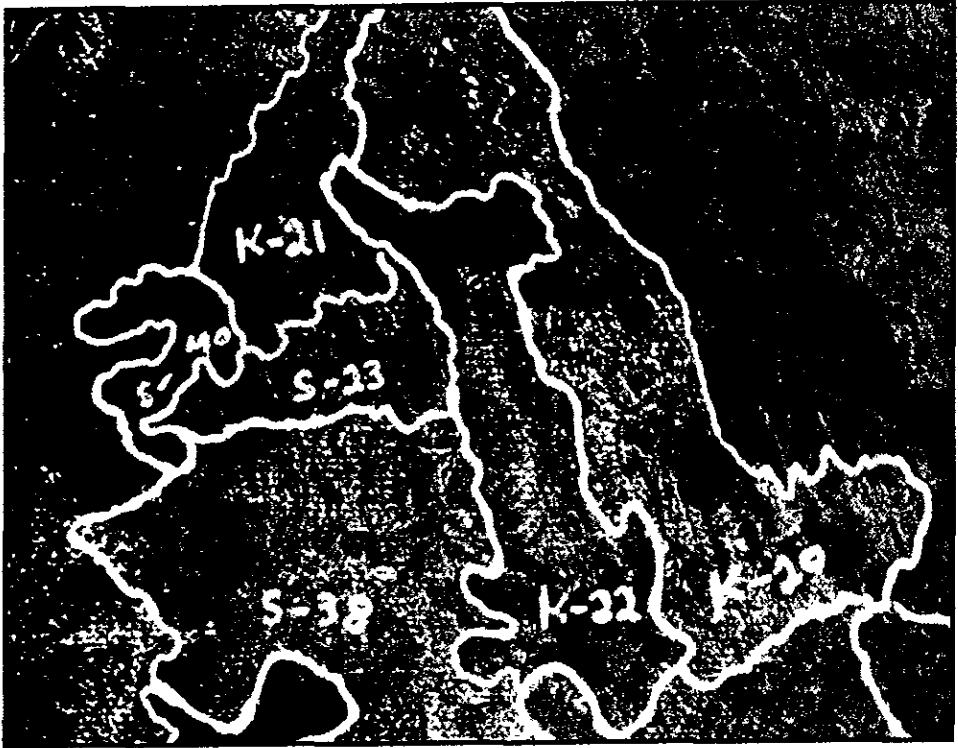


Fig. 3 Imagen de satélite. Regionalización fisiográfica del Valle del Mezquital dentro del cual se localiza el área de estudio, particularmente ocupa el sistema Ecogeográfico Cardonal - Dexthi "S - 23" cuya topoforma principal corresponde a lomeríos.

4.5 Clima

La región tiene un clima del tipo BS1k, que se describe como semiseco templado. La temperatura media anual es de 17.6 °C; la temperatura media mínima del mes más frío es de 13.7 °C y la media máxima del mes más caliente es de 20.8 °C. Se registra una precipitación media anual de 431.4 mm, con una precipitación media mínima del mes más seco de 1.8 mm y una máxima del mes más lluvioso de 85.1 mm (INEGI, 1994). (Fig. 4)

4.6 Hidrología

Desde el punto de vista hidrográfico, la zona pertenece a la cuenca del Río Tula, mismo que nace en los flancos orientales del Cerro de la Bufa perteneciente a la Sierra de Monte Alto, Edo. de México. La hidrografía de la zona se conforma por un sistema de escurrimientos de tercer y segundo orden que penetran y descargan en la planicie del río Tula. Desemboca también en dicho río, la corriente temporal El Hejhei, la cual atraviesa el poblado (INEGI, 1994).

4.7 Vegetación

Según estudios realizados por González-Quintero (1968), en el área se encuentra matorral Crasicaule, que se establece sobre laderas riolíticas con suelos delgados y muy obstruidos, donde las especies dominantes son: *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia streptacantha* y *Prosopis laevigata*. También existe el matorral Crasi-Rosulifolio, que presenta dos variantes, la primera caracterizada por predominancia de *Agave techuquilla* y la segunda con dominancia de *Stenocereus* sp., solo localizada en manchones aislados.

De acuerdo con Rzendowski en la zona de estudio se encuentra matorral xerófilo en dos variantes: matorral micrófito de *Prosopis laevigata* característico de zonas de suelo aluvial profundo y matorral crasicaule desarrollado sobre laderas de roca volcánica (Rzendowski, 1988).

Por otra parte, en estudios más recientes UNAM-SEMARNAP (1997) reporta que en la zona de estudio, además de los tipos de vegetación ya mencionados anteriormente, se presentan:

Matorral subinermes, vegetación caracterizada por un porcentaje del 30 al 70% de plantas con espinas que se desarrolla en sitios cuyo substrato geológico está constituido por material calcáreo. Los suelos donde crece este tipo de vegetación son Leptosoles rendzínicos y Feozem calcárico.

Matorral espinoso decíduo. Caracterizado por la presencia del Ocotillo (*Fouquieria fasciculata*) cuya distribución es limitada y solo se encuentra en pequeños manchones, se desarrolla sobre suelos someros y pedregosos.

Matorral espinoso al que también se conoce como matorral de mezquite por ser esta especie (*Prosopis laevigata*) la que predomina. El Mezquitil se establece sobre suelos de origen transportado y en general sobre materiales inconsolidados.

CLIMOGRAMA DE LA ESTACION IXMIQUILPAN

Datos obtenidos de la Estación Metereológica hasta 1991

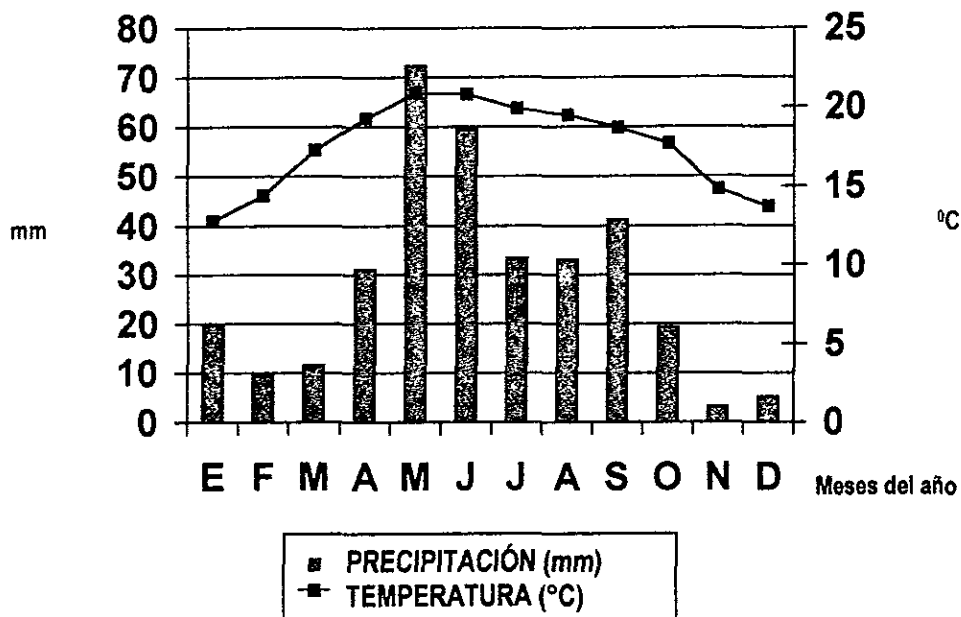


Fig. 4. Climograma. Estación Ixmiquilpan.

V METODOLOGÍA

Para la realización del presente trabajo, la metodología fue dividida en cuatro fases, las cuales se describen a continuación:

5.1 Primera fase.

Durante esta etapa se recopiló la información bibliográfica y cartográfica necesaria para establecer el marco de referencia teórico-metodológico y al mismo tiempo hacer la descripción del área de estudio. Se realizó una fotointerpretación preliminar sobre fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro de escala 1: 50,000, en la que se establecieron los límites del área de estudio y se diseñó el método de muestreo que se basó en el reconocimiento de unidades relativamente homogéneas del paisaje (sistemas terrestres), es decir, que tuvieran mismo clima, geoforma, litología y patrón hidrológico. Así cada unidad de paisaje reconocida fue representada con dos o tres puntos de muestreo según su extensión (Fig. 5). Los criterios en los que se basa la fotointerpretación son el análisis de tonalidades y texturas fotográficas, fisiografía, uso del suelo, tipo de vegetación, relieve, litología e hidrología superficial.

5.2 Segunda fase.

Se realizó una visita prospectiva al campo, para reconocer e identificar las distintas unidades de muestreo. En una segunda salida se inició el levantamiento edafológico abriendo los perfiles edáficos previamente seleccionados en la fotointerpretación, los cuales se hicieron con las siguientes dimensiones: 1.5 m de ancho por 2 m de largo y la profundidad estuvo en función de la presencia del material parental. Cada perfil fue descrito en cuanto a su morfología siguiendo los criterios establecidos por Cuanalo (1989), en donde se incluyen características como: color, compactación, cementación, estructura, consistencia, adhesividad, plasticidad, textura, contenidos de raíces y presencia de intrusiones y concreciones. Por último se tomaron las muestras, una por cada horizonte. Las muestras obtenidas se colocaron en bolsas de polietileno, debidamente etiquetadas para ser trasladadas al laboratorio de Edafología de la UBIPRO en donde se analizaron.

5.3 Tercera fase.

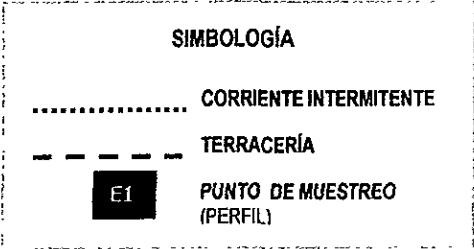
Una vez en el laboratorio, las muestras fueron secadas y tamizadas con una malla de 2 mm de apertura, posteriormente, se revisaron algunos de los parámetros medidos en campo (estructura, consistencia, adhesividad y plasticidad) y se inició la determinación de las restantes propiedades físicas y químicas del suelo, con base a las siguientes técnicas:

Análisis físicos:

- Color, por la técnica de comparación con tablas de color (Munsell, 1975).
- Textura. Por el método del hidrómetro (Bouyocos, 1962).
- Densidad aparente, con el método volumétrico (Baver, 1963).
- Densidad real, por el método del Picnómetro (Aguilera, 1980).
- Estructura, porosidad y consistencia por métodos cualitativos desarrollados por Cuanalo (1981).



FIG.5 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO 



Análisis químicos:

- pH, empleando el método del potenciómetro, utilizando una relación suelo-agua 1: 2.5
- Materia orgánica por oxidación con ácido crómico y ácido sulfúrico (Walkley y Black, 1947).
- Intercambio catiónico total a partir del Método volumétrico del Versenato (Schollenberger y Simon, 1945).
- Fósforo por el método de Olsen (Olsen et al, 1954. Tomado de Jackson, 1976).
- Calcio y magnesio intercambiables por el método volumétrico del Versenato (Cheng y Bray, 1951; Cheng y Kurtz, 1960).
- Sodio y Potasio por el método del Espectrofotómetro de Flama (Desarrollado por el U.S. Salinity Laboratory Staff).
- Cloruros por Titulación con nitrato de plata (Mohr, 1945).
- Carbonatos por el método Gasométrico (Desarrollado por Morton y Newson, 1953).

Todas las técnicas analíticas empleadas, fueron tomadas del Manual de prácticas de Edafología de Mendoza, et al, 1995.

5.4 Cuarta fase.

Concluidos los análisis descritos se procedió a ordenar y sistematizar los resultados obtenidos para facilitar la caracterización física y química. Se identificaron los suelos de acuerdo al sistema de clasificación FAO/UNESCO 1988 y se elaboró la descripción morfológica de cada una de las unidades. Se realizó una fotointerpretación definitiva para definir y plasmar los límites de las unidades de suelos identificadas y se hizo la transferencia de la información de las fotografías aéreas a un mapa base escala 1:25 000. El levantamiento de suelos se hizo a un nivel de semidetalle, esto de acuerdo a las unidades de mapeo, unidades taxonómicas y densidad del muestreo.

VI RESULTADOS

De acuerdo con el Sistema de Clasificación FAO/UNESCO 1988 en la zona de estudio se identificaron 4 Grupos mayores de suelos y 6 unidades, mismos que se enlistan en el Cuadro 1. Tres grupos son de tipo residual, es decir, se forman de la alteración *in situ* del material parental y un Grupo es de tipo aluvial proveniente de material de arrastre.

Los Fluvisoles se localizan en las zonas bajas de relieve casi plano que permite la acumulación de sedimentos, los suelos son profundos, de colores claros con bajos contenidos de materia orgánica.

Los Leptosoles, Feozem y Regosoles se encuentran en zonas con topografía variable que incluye valles, lomeríos, terrazas y cerros, su profundidad está determinada por la pendiente y los contenidos de materia orgánica van desde pobres a ricos de acuerdo al tipo de vegetación asociada y al grado de alteración de esta, así como a la inclinación del terreno.

Para la representación gráfica de las unidades de clasificación se considero la Unidad simple y la Asociación como unidades cartográficas, esto en base a la escala del mapa generado, a la complejidad del paisaje y a las unidades de clasificación empleadas, localizándose un total de cuatro asociaciones (Cuadro 2).

De acuerdo con los datos obtenidos de superficie por unidad de clasificación se determinó que las unidades dominantes son Feozem calcárico y Leptosol rendzínico, sin embargo, este último se presenta principalmente a modo de asociación.

También con respecto a las unidades cartográficas, cabe mencionar que la unidad Regosol calcárico solo se describió como parte de una asociación con Leptosol rendzínico y/o Feozem calcárico, lo que se debe, en primera instancia a la complejidad en la ocurrencia de los procesos edafogenéticos condicionada por las diversas características de los factores de formación del suelo, así como al tipo de levantamiento de semidetalle que se realizó el que determina una intensidad media de observaciones en campo. No obstante, esta metodología resulta útil y suficientemente confiable dada la amplitud de la zona y los objetivos del estudio.

A continuación se realiza la descripción de cada una de las Unidades de suelo en la que se incluyen aspectos como superficie y distribución, uso actual y vegetación que soportan, características morfológicas distintivas así como sus propiedades físicas y químicas, condiciones de formación, limitantes productivas y problemática de uso. También se anexa un cuadro que las describe morfológicamente y fotografías representativas del perfil y vegetación asociada.

UNIDAD FAO 1988	CLAVE	SUPERFICIE (Has)	%
FLUVISOL CALCÁRICO	FLc	150.65	8.49
LEPTOSOL RENDZÍNICO	LPk	15.13	0.85
LEPTOSOL MÓLICO	LPm	102.63	5.78
FEOZEM CALCÁRICO	PHc	223.7	12.61
FEOZEM HÁPLICO	PHh	5.26	0.29
SUBTOTAL		497.37	28.02

Cuadro 1. Unidades de suelos localizadas en el área de estudio, clave según el sistema de clasificación FAO/UNESCO 1988, superficie y porcentaje ocupado.

ASOCIACIONES FAO 1988	CLAVE	SUPERFICIE (Has)	%
LEPTOSOL RENDZÍNICO+FEOZEM CALCÁRICO	LPk+PHc	228.28	12.87
LEPTOSOL RENDZÍNICO+REGOSOL CALCÁRICO	LPk+RGc	528.94	29.82
FEOZEM CALCÁRICO+REGOSOL CALCÁRICO	PHc+RGC	362.5	20.43
FEOZEM HÁPLICO+LEPTOSOL MÓLICO	PHh+LPm	31.57	1.78
SUBTOTAL		1151.29	64.9

Cuadro 2. Asociaciones de suelos identificadas en la zona.

6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE SUELO

6.1.1 GRUPO MAYOR: Fluvisol (FL)

UNIDAD DE SUELO: Fluvisol calcárico (FLc)

DEFINICIÓN: Suelos que muestran propiedades flúvicas y no tienen otros horizontes de diagnóstico que un A ócrico, un A mólico, un A úmbrico o un hístico o un horizonte sulfúrico o material sulfídico dentro de los 125 cm de profundidad. El fluvisol se desarrolla de depósitos aluviales recientes los cuales pueden ser sedimentos fluviales, marinos, lacustres o coluviales. Se consideran como suelos jóvenes, es decir, poco desarrollados (FAO 1988).

SUPERFICIE Y DISTRIBUCIÓN: Los suelos correspondientes a esta unidad se encuentran asociados a escurrimientos y a las zonas de menor altitud. Una franja se extiende desde la parte norte a lo largo de la corriente temporal El Hejhei hasta la porción centro y sur donde se expande moderadamente. Al oeste del poblado del Dexthi se localiza otra franja angosta que corresponde a la trayectoria y depósito de otro escurrimiento de segundo orden. La unidad ocupa una superficie de 150.65 has. lo que corresponde al 8.49% del área total (ver mapa edafológico).

USO ACTUAL Y VEGETACIÓN: El uso principal que se da a los fluvisoles es la agricultura de temporal, la cual es básicamente de autoconsumo, por lo que esta actividad es la que más superficie ocupa en estos suelos. Los fluvisoles presentan condiciones propicias para la agricultura ya que por lo regular son profundos, planos y fértiles. El cultivo predominante es el maíz (*Zea mays*) el cual puede estar en asociación con otras especies cultivables como el frijol (*Phaseolus vulgaris*) o especies silvestres que tienen diversos usos para los pobladores. Lo anterior resulta benéfico para el suelo ya que se da un aprovechamiento diferencial de nutrientes y al mismo tiempo se aumenta la cobertura vegetal, por lo menos durante el período de cultivo, contribuyendo así a disminuir los efectos de la erosión eólica y fluvial. Además la mayoría de las parcelas se encuentran circundadas por barreras de agaves (*Agave lechuguilla*) cuyo papel biológico y económico es importante. La vegetación natural de la zona corresponde a Matorral subinerme y sobre los escurrimientos se presenta Matorral de mezquite acompañado por otras especies como *Karwinskia* sp. y *Opuntia leptocaulis*. Ambos tipos de vegetación se encuentran altamente perturbados.

DESCRIPCIÓN GENERAL: Los suelos se encuentran sobre valles y fondos de barrancas, con relieves planos o ligeramente ondulados y pendientes que van de 4 a 5 %. Se desarrollan a partir de depósitos aluviales recientes transportados por los escurrimientos. Geológicamente corresponden a la formación de depósitos aluviales del cuaternario.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DISTINTIVAS: Son suelos profundos de 1.6 a 1.9 m, presentan un horizonte A de color café en seco y café grisáceo oscuro en húmedo, con estructura poliédrica subangular y granular, consistencia ligera o moderadamente dura en seco y friable en húmedo, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo o adhesivo, con compactación media y cementación nula. La textura fluctúa de migajón arcilloso a arenoso, la cantidad de intrusiones varía a lo largo del perfil siendo escasas en la superficie, el suelo presenta una reacción violenta al HCl lo que indica un alto contenido de carbonatos. La presencia de raíces finas es abundante y proceden de la vegetación nativa constituida

básicamente por plantas anuales. La permeabilidad es moderada y el contenido de materia orgánica va de pobre a medio, el pH es ligeramente alcalino.

El horizonte **C** posee colores más claros, gris parduzco o rosáceo en seco y café en húmedo, no está cementado y la compactación es media o ligera. La estructura es poliédrica subangular pobremente desarrollada, de consistencia moderadamente dura en seco y friable en húmedo, plástico y ligeramente adhesivo. La textura es franco o franco arenosa, no hay intrusiones ni concreciones y la reacción al HCl es violenta. Las raíces son escasas y las que existen son de tamaño fino ya que proceden de la vegetación anual. La permeabilidad es moderada, el pH moderadamente alcalino y es pobre en contenido de materia orgánica.

Este suelo presenta discontinuidades litológicas que se reconocen por cambios bruscos en los contenidos de arenas y limos, así como por una fluctuación irregular en los contenidos de materia orgánica, producto del continuo efecto de acumulación de sedimentos frescos. Se identificó también un suelo enterrado de color gris rosáceo en seco y café grisáceo oscuro en húmedo, compacto y no cementado, estructura granular media, consistencia dura en seco y friable en húmedo, plástico y adhesivo. La textura es migajón arcilloso, no presenta intrusiones ni concreciones, la reacción al HCl es violenta y existen muy escasas raíces finas. Es extremadamente pobre en términos de materia orgánica y con pH ligeramente alcalino.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS: Para el horizonte superficial, la densidad real oscila entre 2.2 y 2.4 gr/cm³, la densidad aparente entre 1.0 y 1.5 gr/cm³ y la porosidad de 48.4 a 61.1 %. En cuanto a sus propiedades químicas, la capacidad de intercambio catiónico total varía entre 12.6 y 27 meq/100g y la concentración de iones de Ca y Mg es variable entre 11.7 y 15.9, y entre 2.8 y 5.8 meq/100g respectivamente, en cuanto a Na este oscila entre 5.2 y 9.6 meq/100g, el K varía entre 1.4 y 9.5 meq/100g, el pH es 7.8, el porcentaje de cloruros es 1.2 y el de carbonatos varía de 11.3 a 18.3.

UNIDAD DE SUELO	DENSIDAD REAL (gr/cm ³)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)	pH	MAT. ORG. (%)	C.I.C.T. meq/100g
FLc	2.2 - 2.4	1.0 - 1.5	48.4 - 61.1	7.8	1.1 - 2.2	12.6 - 27

UNIDAD DE SUELO	FÓSFORO (ppm)	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	Cl (%)	CaCO ₃ (%)
FLc	10.4-19.4	11.7-15.9	2.8-5.8	5.2-9.6	1.4-9.5	1.2	11.3-18.3

Cuadro 3. Rangos máximos y mínimos de los análisis físicos y químicos correspondientes al horizonte A de la Unidad Fluvisol calcárico.

Para el horizonte **C** la densidad real es de 2.3 gr/cm³ y la aparente varía de 1.23 a 1.5 gr/cm³ con porosidad promedio de 57.3%. La C.I.C.T. se encuentra entre 15.3 y 22 meq/100g, los valores de Ca y Mg entre 9.0 y 20.8 meq/100g y entre 2.8 y 6.6 meq/100g respectivamente, en cambio el Na varía de 4.7 a

11.3 y K de 2.5 a 5.5 meq/100g, con 1.1% de cloruros y de 11.3 a 21.6 % de carbonatos. El pH va desde neutro a fuertemente alcalino ya que sus valores oscilan entre 7.4 y 8.6.

UNIDAD DE SUELO	DENSIDAD REAL (gr/cm ³)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)	pH	MAT. ORG. (%)	C.I.C.T. meq/100g
FLc	2.3-2.4	1.2-1.5	50.6-64.1	7.4-8.6	0.8-1.2	15.3-22.0

UNIDAD DE SUELO	FÓSFORO (ppm)	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	Cl (%)	CaCO ₃ (%)
FLc	11.5-17	9.0-20.8	2.8-6.6	4.7-11.3	2.5-5.5	1.0-1.2	11.3-21.6

Cuadro 4. Rangos máximos y mínimos de los análisis físicos y químicos correspondientes al horizonte C de la unidad Fluvisol calcárico.

GÉNESIS: Son suelos formados por la constante acumulación de material proveniente de las partes altas, por lo que son profundos y con frecuentes discontinuidades litológicas. Su procedencia de materiales aluviales se observa por las constantes fluctuaciones granulométricas y de contenido de materia orgánica a lo largo del perfil. Son suelos jóvenes limitados en su maduración por la continua llegada de materiales nuevos que van sepultando los materiales anteriormente expuestos, cuyo desarrollo se detiene.

LIMITANTES PRODUCTIVAS: Los fluvisoles calcáricos son suelos jóvenes, profundos, bien drenados los cuales son aptos para sostener agricultura, sin embargo, se encuentran limitados por falta de precipitación, variación de relieve y por la erosión que afecta algunas zonas de manera moderada y severa en otras. Por otra parte, de los resultados del trabajo de campo y laboratorio, se puede apreciar que la mayoría de estos suelos, tiene bajos contenidos de materia orgánica, lo que afecta negativamente al desarrollo de estructuras convenientes, favoreciendo el proceso de erosión.

PROBLEMÁTICA DE USO: La profundidad de los suelos y el relieve relativamente plano sobre el que se desarrollan permite su uso agrícola, sin embargo, es preciso considerar el implemento de barreras naturales para evitar procesos erosivos, así como para contribuir al aporte de materia orgánica ya que la sustitución de la vegetación natural y la periodicidad con la que el suelo queda desprovisto de una cubierta vegetal ha ocasionado que el agua (en tiempo de lluvias) y el aire la erosionen. En lo que se refiere a las comunidades vegetales están altamente perturbadas, como ya se mencionó anteriormente, aproximadamente el 90% de la superficie ha sido destinada a la agricultura de temporal, lo cual ha ocasionado el desplazamiento de la vegetación natural, sin embargo, la necesidad de los pobladores por obtener los productos que les puede proporcionar el cultivo justifica en gran parte la situación.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD FLUVISOL CALCÁRICO (FLc)

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 – 13/68 cm	De color gris pardo claro, con textura de migajón arcilloso a arenoso, estructura poliédrica subangular y granular de tamaño fino y medio, débil o moderadamente desarrollada, de consistencia friable, con raíces finas que van de escasas a abundantes, con pedregosidad escasa o nula, reacción violenta al HCl y permeabilidad de moderada a lenta.
C	13/68 – 27/190 cm	Color de gris pardo a gris rosáceo, textura de migajón arenoso a migajón arcillo arenoso, estructura de poliédrica subangular media y fina moderadamente desarrollada a columnar grande de moderada a débilmente desarrollada, de consistencia friable, raíces finas poco abundantes, sin pedregosidad, con reacción violenta al HCl y con permeabilidad de lenta a rápida. Se suelen presentar discontinuidades litológicas caracterizadas por la presencia de abundantes cantos rodados.

Cuadro 5. Esquema morfológico de la Unidad Fluvisol calcárico.



Fig. 6. Perfil que representa la Unidad Fluvisol calcárico, se trata de un suelo profundo con horizontes poco diferenciados, obsérvese la presencia de una discontinuidad litológica constituida por cantos rodados.

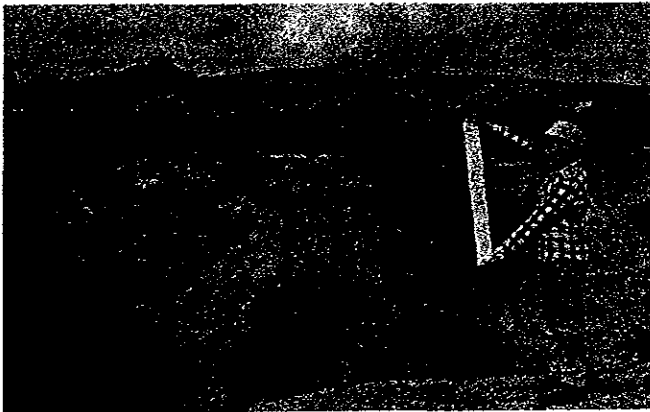


Fig. 7. Panorámica del paisaje asociado al Fluvisol calcárico, este suelo se desarrolla sobre zonas con topografía plana, sin embargo, por acción del agua se ha formado un cauce que se ha ampliado por efectos erosivos. La vegetación corresponde a matorral de mezquite (*Prosopis laevigata*).

6.1.2 GRUPO MAYOR: LEPTOSOL (LP)

UNIDADES DE SUELO: Leptosol rendzínico (LPk) y Leptosol mólico (LPm)

Asociaciones LPk + PHc
LPk + RGc

DEFINICIÓN: Son suelos limitados en profundidad por roca dura continua o material calcáreo con más de 40% de CaCO₃ equivalente, o una capa cementada continua dentro de los primeros 30 cm, o que tienen menos de 20% de tierra fina dentro de los primeros 75 cm; no tienen otros horizontes de diagnóstico que un A mólico, A úmbrico, un A ócrico con o sin B cámbico (FAO 1988).

Tienen una capa superficial rica en materia orgánica, son suelos someros y arcillosos que suelen ser pedregosos; se presentan en climas cálidos y templados, su susceptibilidad a la erosión es moderada (Aguirre, 1993).

SUPERFICIE Y DISTRIBUCIÓN: El grupo mayor Leptosol se encuentra ampliamente distribuido por toda la zona, está representado por dos unidades: Leptosol rendzínico (LPk) y Leptosol mólico (LPm). La unidad LPk se localiza en la parte oeste del poblado rumbo al pueblo Puerto del Dexthí, se encuentra conformando una pequeña franja que tiene una superficie de 15.13 has. que corresponden al 0.85%. Esta misma unidad se encuentra asociada a Feozem (LPk + PHc) y a Regosol (LPk + RGc); la primera asociación se ubica en la parte este, por el camino que conduce a Orizabita, y constituye una amplia terraza de 228.28 has. (12.87%), la segunda asociación ocupa la porción norte de la zona de estudio casi en su totalidad correspondiendo al sistema de lomeríos, su superficie es de 528.94 has. (29.82%).

La unidad Leptosol mólico, presenta una distribución mas restringida, se encuentra hacia el suroeste en los límites de la zona de estudio, sobre un cerro de baja altitud, también se distribuye en una pequeña terraza localizada al sur rumbo el camino que llega al poblado de La Palma. Su superficie es de 102.63 has, es decir, 5.78 % (ver mapa edafológico).

USO ACTUAL Y VEGETACIÓN: Su uso principal es para la actividad pecuaria de baja intensidad donde el ganado caprino es el dominante. También se les utiliza para actividades forestales no maderables o agroforestales como lo es el cultivo de *Agave lechuguilla*, que por su gran importancia económica se ha implementado, ya sea trasplantándola a parcelas donde además cumple otras funciones ecológicas o bien reforestando las áreas donde antiguamente existía, en este caso su papel ecológico es también de suma importancia debido a la degradación que ha sufrido el suelo por la disminución o pérdida de la cubierta vegetal. La reforestación se realiza principalmente con el trasplante de hijuelos (propagación vegetativa). Cada agave adulto da en promedio de 4 a 6 hijuelos y cuando estos tienen de 6 meses a 1 año de edad y una altura aproximada de 25 cm están listos para el trasplante. La extracción (deshijar) se inicia la última semana de febrero y se extiende hasta marzo o principios de abril; dicho proceso se realiza antes del verano con la finalidad de que los vástagos se planten antes de que inicie la temporada de lluvia, aprovechando esta para que los agaves jóvenes se adapten al nuevo terreno. La plantación se realiza sobre terrenos planos o laderas, la alineación se lleva a cabo a "ojo" con una separación aproximada de 1.50 a 2 m entre cada planta y 1.50 a 2 m entre hileras. El primer corte de la hoja para extraer la fibra se realiza al año o 2 después de la plantación de acuerdo con la cantidad de lluvia y se prolonga por espacio de 2 años o más hasta que brota el pedúnculo floral (aproximadamente 6 años). Las hojas de las que se extrae la fibra tienen un promedio de 57 cm de longitud; en el primer corte se obtienen de 15 a 20 pencas de cada planta, posteriormente se realizan con un intervalo de 3 meses obteniéndose

menor número de pencas (Rangel, 1987). Cuando la colecta se hace sobre poblaciones silvestres, los sitios se van rotando, sin embargo, cada vez deben recorrerse mayores distancias.

De la lechuguilla se obtiene materia prima para producir shampoo y fibra de ixtle la cual se comercializa o es manufacturada en forma de canastas, ayates, escobetillas, morrales, costales, entre otros. En el caso del tallado, el rendimiento por tallador da como resultado 10 kg. de fibra seca por semana para lo cual se colectan aproximadamente 450 pencas. El desecho obtenido del tallado se denomina "xithé" y se destina al uso doméstico básicamente. El tallado puede realizarse a mano o con máquina (Fig. 8), sin embargo, el rendimiento de número de pencas por kilogramo de fibra es mayor cuando se hace manualmente. La comercialización de la fibra sin transformar o transformada se realiza en Ixmiquilpan, desafortunadamente el pago por ella no refleja la cantidad de trabajo requerido para su obtención.

Por otra parte, los tipos de vegetación asociados con este suelo son los siguientes: matorral subinermé, el cual se encuentra sobre la asociación LPk + PHc en la terraza ubicada al este del poblado por el camino que va a Orizabita, esta misma vegetación se distribuye sobre la asociación LPk + RGc al noreste del poblado en los lomeríos. Algunas de las especies características de esta comunidad vegetal son *Karwinskia mollis*, *Stenocereus marginatus*, *Myrtillocactus geometrizans* y *Prosopis laevigata*. Asociados a este matorral se presentan algunas áreas pequeñas de cultivo de lechuguilla. El matorral de *Fouquieria* también se desarrolla sobre los suelos de este grupo, particularmente sobre la asociación LPk + RGc ocupando la zona de lomeríos al norte del Dexthí. Entre las especies principales se encuentran *Fouquieria fasciculata*, *Agave lechuguilla*, *Karwinskia humboldtiana*, *Hechtia*, *Mammillaria* sp., *Opuntia* sp, *Euphorbia* sp, *P. laevigata*, *Salvia rea*, algunas gramíneas, etc. El matorral crasicaulé se localiza el suroeste del área de estudio sobre los suelos correspondientes a la unidad Leptosol mólico (LPm) de origen ígneo, entre las especies dominantes están: *Opuntia* sp, *P. laevigata*, *M. geometrizans*, *A. lechuguilla*, *Opuntia microdasys*, *Jatropha dioica* y *Opuntia tunicata*. También sobre LPm pero de origen sedimentario (calcáreo), se encuentra el matorral espinoso de *Prosopis* (mezquite), el cual ocupa la pequeña terraza ubicada al sur del poblado sobre el camino que va a La Palma. En este caso, el mezquite está acompañado por especies como *A. lechuguilla*, *K. humboldtiana*, *Agave* sp, *O. microdasys*, *Yucca filifera*, así como especies de la familia Compositae

DESCRIPCIÓN GENERAL: Las rendzinas (LPk) se encuentran sobre declives, terrazas y lomeríos donde la topografía del terreno varía de casi plano a inclinado, cuyas pendientes van de 3 al 30%. En estos lugares el material parental se constituye por sedimentos calcáreos o conglomerados ricos en carbonato de calcio. Los suelos correspondientes a la unidad Leptosol mólico ocupan los cerros de la zona suroeste, que están conformados por rocas ígneas extrusivas tales como andesitas y riolitas. El relieve que tienen es inclinado con pendientes del 20%; existe además, una pequeña terraza cuya pendiente no excede el 3 % por lo que el terreno es casi totalmente plano y se deriva de conglomerados y sedimentos calcáreos.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DISTINTIVAS: La principal característica de los Leptosoles es su escasa profundidad ya que miden menos de 20 cm, presentan un horizonte A que generalmente descansa sobre roca dura o sobre material cementado o en proceso de cementación. Las características que se observan en cada horizonte varían según la unidad de la que se trate. El color del horizonte A puede variar de café a café grisáceo muy oscuro en seco y café grisáceo muy oscuro a negro en húmedo, siendo el LPm el que tiene las tonalidades más oscuras. Dicho horizonte es ligeramente compacto en las rendzinas y moderado en el LPm. La estructura en ambos casos varía desde poliédrica subangular a granular muy fina. La consistencia en seco de los rendzínicos va de ligeramente dura a blanda y para los mólicos es ligeramente dura, la consistencia en húmedo para los dos es friable, son de plasticidad moderada y ligeramente adhesivos. La textura en las rendzinas va de franco arcillo arenosa a



Fig. 8. Tallado de *Agave lechuguilla* realizado por medio de máquina.

franco arenosa o arcillosa, en el caso del mólico es franca a franco arenosa. Las intrusiones son abundantes predominando las medianas y finas en las dos unidades, no se presentan concreciones. La reacción al HCl es violenta en las rendzinas y nula en los mólicos. La presencia de raíces es abundante en ambos casos; sin embargo, las que predominan son las de tamaño medio y fino procedentes de herbáceas y algunos arbustos pequeños, las raíces gruesas son escasas y solo se observó una mayor incidencia en el LPm. La permeabilidad es variable ya que puede ser rápida o lenta, esto de acuerdo con la textura y estructura del suelo. El contenido de materia orgánica fluctúa de moderado a rico.

En cuanto a las características morfológicas del horizonte C, se tiene que para el caso de las rendzinas presenta colores en seco que van de blanco a café pálido y café grisáceo muy oscuro en húmedo. Para el mólico, los colores en seco van de café muy pálido a café oscuro. Este horizonte puede o no estar compactado y en el caso de los rendzínicos presenta algún grado de cementación por carbonatos de calcio. La estructura de los mólicos es de partícula elemental y laminar o masiva para los rendzínicos constituyendo un horizonte petrocálcico. La consistencia va de suelta a dura en seco y friable en húmedo. Son ligeramente plásticos, no adhesivos. La textura es variable, para LPk puede ser franco arenosa o franco arcillo arenosa y en caso de LPm es franco arenosa. La cantidad de intrusiones es muy variable ya que pueden no existir hasta ser muy abundantes principalmente las de tamaño grande. En ambos casos se presentan concreciones sobre todo en los rendzínicos. La reacción al HCl es violenta en las rendzinas y nula o ligera para los mólicos. La presencia de raíces es escasa y las pocas que existen son generalmente finas y algunas gruesas. La permeabilidad varía de acuerdo a las características del suelo y esta puede no existir o ser moderada. El contenido de materia orgánica varía desde extremadamente pobre a moderadamente rico en LPk y es rico en el LPm. De acuerdo con el origen del suelo, el horizonte C puede no presentarse y existir en su lugar la roca o una capa cementada sobre la que descansa el suelo.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS: A continuación se presenta a manera de cuadro la variación de los datos obtenidos para los parámetros físicos y químicos de cada unidad de suelo registrados en el horizonte A.

UNIDAD DE SUELO	DENSIDAD REAL (gr/cm ³)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)	pH	MAT. ORG. (%)	C.I.C.T. meq/100g
LPk	2.1 – 2.5	1.0 – 1.3	44.0 – 57.7	7.4 7.9	1.8 – 8.3	28.4 – 35.6
LPm	2.1	1.0	48.7 – 52.5	6.9 7.9	4.6 – 8.4	28.8 – 41.0

UNIDAD DE SUELO	FÓSFORO (ppm)	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	Cl (%)	CaCO ₃ (%)
LPk	8.2 – 18.4	11.9- 27.3	2.6 – 8.1	3.5 – 6.1	0.5 – 9.2	0.5 – 1.2	4.3 22.6
LPm	11.4 – 17.6	11.8–29.3	3.5 – 5.2	2.9 – 7.0	1.0 – 1.9	0.7 – 1.3	0 - 4.0

Cuadro 6. Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte A de las Unidades Leptosol rendzínico y Leptosol mólico.

Como se puede observar, los rangos de variación son relativamente amplios en algunos parámetros; sin embargo, de manera general los valores de densidad real son bajos y medios, la densidad aparente es media, el pH varía de neutro a ligeramente alcalino. En cuanto a la cantidad de materia orgánica va de moderadamente pobre a rica, observándose los suelos más pobres en la unidad rendzínica. La C.I.C.T. va de media a alta, los valores de calcio son medios, el magnesio varía de bajo a medio en ambas unidades. El porcentaje de cloruros, en general, es bajo no así el porcentaje de carbonatos cuyo contenido es muy alto sobre todo en la unidad LPk.

Para el horizonte C se obtuvo lo siguiente:

UNIDAD DE SUELO	DENSIDAD REAL (gr/cm ³)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)	pH	MAT. ORG. (%)	C.I.C.T. meq/100g
LPk	2.2 - 2.6	0.8 - 1.4	38.5 - 57.2	7.3 8.6	0.2 - 5.5	18.9 - 39.1
LPm	2.1	1.13	52.80	8.2	9.6	44.1

UNIDAD DE SUELO	FÓSFORO (ppm)	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	Cl (%)	CaCO ₃ (%)
LPk	10.2 - 20.2	10.2-29.5	3.2 - 9.8	2.9 - 24.7	0 - 11.5	0.5 - 3.4	7.6 55.6
LPm	10.2	34.3	5.8	4.06	1.15	0.5	7.6

Cuadro 7. Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte C de las Unidades Leptosol rendzínico y Leptosol mólico.

En este horizonte se registran mayores fluctuaciones, se tiene que la densidad real va de baja a media en LPk y es muy baja en LPm, la densidad aparente varía de baja a alta en las rendzinas y media en LPm, en consecuencia los rangos de porosidad van de medios a altos. En cuanto a las propiedades químicas, el pH fluctúa de neutro a fuertemente alcalino en rendzinas y es moderadamente alcalino en LPm, la C.I.C.T. varía de media a alta. El contenido de calcio va de bajo a alto, el de magnesio es medio.

GÉNESIS: Los suelos correspondientes a la unidad LPk provienen de rocas de origen sedimentario como son conglomerados ígneos ricos en carbonato de calcio y areniscas, los cuales se localizan principalmente en el sistema de lomeríos y terrazas. Ambos tipos de material parental datan del Terciario superior. Son suelos de formación incipiente que descansan directamente sobre la roca o sobre el material sedimentario altamente endurecido en proceso de cementación. Contienen un alto contenido de rocas, aproximadamente un 60% del volumen del suelo. Se trata de suelos donde el horizonte superficial se está desarrollando a partir de los procesos de intemperización de la roca con gran cantidad de carbonatos de calcio que se mezclan con materia orgánica contribuyendo así a la formación del horizonte mólico, favorecido todo esto por la estacionalidad climática. Por lo que respecta a la presencia del horizonte petrocálcico que se presenta en el subsuelo de algunas rendzinas, puede tener diferente

origen, cuando el suelo se ha formado de conglomerados calcáreos, se tiene que este horizonte se ha formado por carbonatos primarios que han sido concentrados por el proceso de evaporación. El otro caso es cuando el suelo se ha derivado de sedimentos calcáreos, en donde los carbonatos son de origen secundario producto de la translocación por el movimiento ascendente del nivel freático. Por lo que respecta a la unidad Leptosol mólico se ha formado de la intemperización de rocas ígneas extrusivas, principalmente de riolitas y andesitas. Este material es parte de la formación Pachuca que se originó a principios del Mioceno en el Terciario.

LIMITANTES PRODUCTIVAS: Son suelos con severas limitaciones para la agricultura, por lo que su capacidad agrícola es nula, sus aptitudes para uso pecuario o forestal van de medias a bajas de acuerdo con las condiciones topográficas del terreno, por lo que su uso se restringe a sostener la vegetación natural adaptada a sus características. Sus principales limitaciones son el clima, la escasa profundidad, alta pedregosidad, alto riesgo a la erosión, la topografía accidentada y el contenido elevado de calcio que puede inducir deficiencias de microelementos al reemplazarlos en los sitios de intercambio. Sin embargo, a pesar de las deficiencias anteriores estos suelos tienen una fertilidad natural elevada.

PROBLEMÁTICA DE USO: En la mayor parte de la zona donde se encuentran estos suelos persiste aun la vegetación natural aunque un tanto perturbada por la misma necesidad de los pobladores de la extracción de algunas plantas de interés para su uso doméstico, o bien para introducir el cultivo de *Agave lechuguilla* en cuyo caso es necesario desplazar parte de la cubierta vegetal, asimismo la actividad pecuaria tiene cierta influencia sobre la vegetación. Sin embargo, donde se observan problemas de erosión relativamente severos es en los lomeríos, dada la acción del agua, la cual se acentúa con la pendiente. A este respecto se han elaborado una serie de microcuencas en algunas de las pendientes más pronunciadas a diferentes niveles de la pendiente, con la finalidad de tener una eficiente captación de agua y sedimentos.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD LEPTOSOL RENDZÍNICO (LPK)

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 – 16/33 cm	Color gris a café grisáceo oscuro, con textura de migajón arcilloso o arenoso a migajón arcillo arenoso, estructura de granular fina a poliédrica subangular de tamaño medio y fino, la granular es poco desarrollada y la poliédrica de moderada a desarrollada, de consistencia friable, con raíces abundantes medias y finas, las gruesas escasas; pedregosidad abundante, principalmente de tamaño medio y fino y en ocasiones grandes; la reacción a carbonatos es violenta, permeabilidad de lenta a rápida.
C	16/33 – 35/90 cm	Color ligeramente más claro de café muy pálido a café oscuro, con texturas muy variables entre arena francosa y migajón arcilloso, estructura granular media y fina pobremente desarrollada, de consistencia friable o muy friable, con raíces escasas, pedregosidad de escasa a abundante de tamaño medio y grande, de permeabilidad de moderada a lenta, todo esto donde no se presenta un horizonte petrocálcico cementado con estructura laminar bien desarrollada y con reacción muy violenta al HCl.

Cuadro 8. Esquema morfológico de la Unidad Leptosol rendzínico.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD LEPTOSOL MÓLICO (LPm)

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 – 22/29 cm	Color de café grisáceo oscuro a café grisáceo muy oscuro, textura de migajón a migajón arenoso, estructura poliédrica subangular fina débilmente desarrollada a granular fina moderadamente desarrollada, de consistencia friable, con raíces abundantes grandes y finas y escasas las de tamaño medio, pedregosidad abundante de tamaño grande y fino y constantes afloramientos andesíticos, reacción a carbonatos de nula a ligera y con permeabilidad de moderada a muy lenta.
C	29 – 48 cm	Color café grisáceo muy oscuro con altos contenidos de materiales orgánicos, textura de migajón arenoso, sin ningún grado de estructuración, sin raíces pero con pedregosidad abundante desde fina a grande, reacción violenta al HCl y permeabilidad moderada.
R	<22/48	Andesitas y riolitas y materiales volcano-sedimentarios.

Cuadro 9. Esquema morfológico de la Unidad Leptosol mólico.

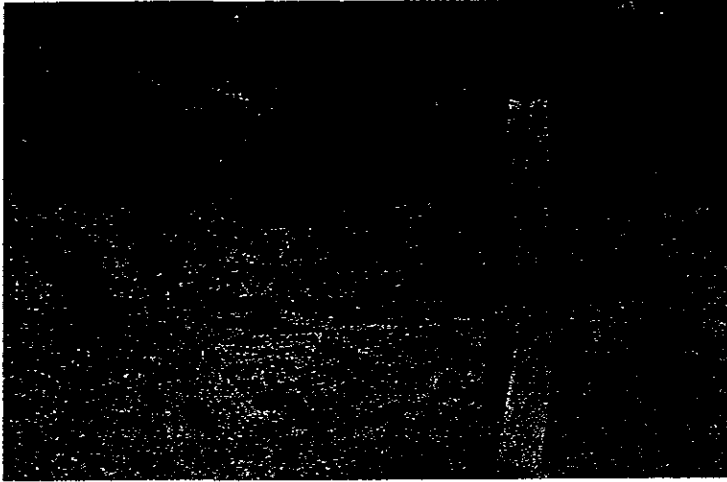


Fig. 9. Perfil representativo de la Unidad Leptosol rendzínico. Es un suelo delgado con un horizonte mólico de color oscuro, abundantes raíces y baja pedregosidad, el cual descansa directamente sobre un horizonte semicementado de estructura laminar que sobreyace a un horizonte petrocálcico.



Fig. 10. Foto panorámica de la vegetación asociada a Leptosol rendzínico la que, en este caso, se encuentra altamente perturbada por la introducción de *Agave lechuguilla* como semicultivo.

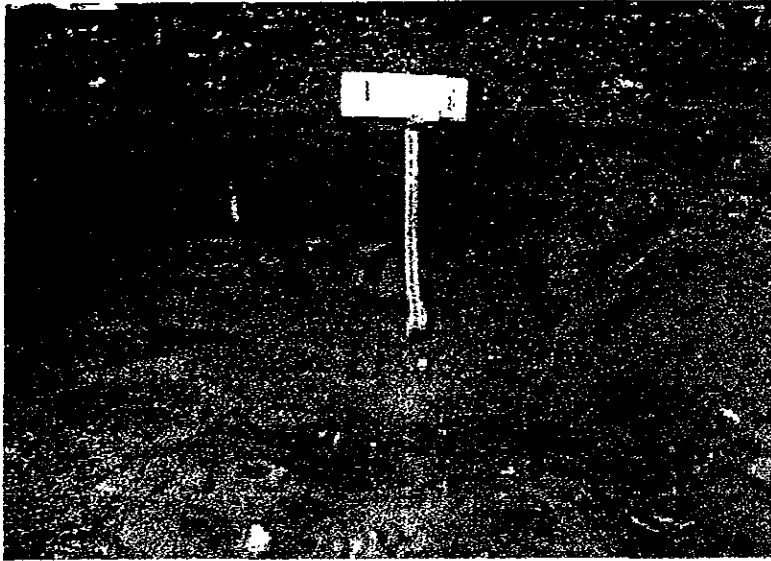


Fig. 11. Perfil representativo de la Unidad Leptosol mólico, en el que se observa la escasa profundidad del suelo, un horizonte A mólico de color oscuro con pocas raíces e intrusiones y sin material calcáreo.

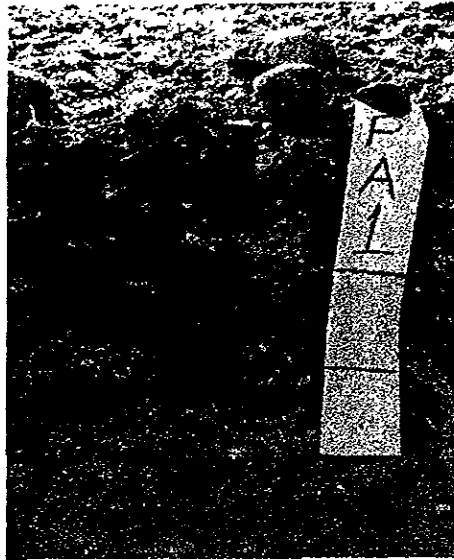


Fig. 12. Perfil representativo de la asociación LPk + RGc el cual corresponde a una rendzina, en el se aprecia un horizonte mólico con bajo grado de estructuración y abundante pedregosidad.



Fig. 13. Foto panorámica de la asociación LPk + RGc, la distribución de cada tipo de suelo está en función de la pendiente de manera que los leptosoles se ubican en las áreas menos inclinadas, mientras que los regosoles se encuentran en las laderas. El tipo de vegetación pertenece a matorral de *Fouquieria*.

6.1.3 GRUPO MAYOR: FEOZEM (PH)

UNIDAD DE SUELO: Feozem calcárico (PHc) y Feozem háplico (PHh)

**Asociaciones PHc + RGc
PHh + LPm**

DEFINICIÓN: Suelos que tienen un horizonte A mólico y no presentan un horizonte cálcico, gypsico o concentraciones de caliza suave pulverulenta; tienen una saturación de base del 50% o más hasta los 125 cm de profundidad; carecen de un horizonte B ferrálico, de un horizonte B nátrico, de las características de diagnóstico de Vertisoles, Nitisoles, Planosoles o Andosoles, de propiedades sálicas y de propiedades gléyicas, dentro de los 50 cm cuando no se presenta un horizonte B árgico; carecen de granos de limo y cuarzo no revestidos sobre las superficies estructurales de los peds cuando el horizonte A mólico tiene un croma en húmedo de 2 o menos a la profundidad de al menos 15 cm (FAO 1988).

El Feozem presenta una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes. Se encuentra desde las zonas semiáridas hasta las templadas y tropicales. En condiciones naturales mantiene casi cualquier tipo de vegetación; la susceptibilidad a la erosión depende del tipo de terreno donde se encuentra (Aguirre, 1993).

SUPERFICIE Y DISTRIBUCIÓN: El grupo Feozem se encuentra ampliamente distribuido y está representado por dos unidades: PHc (calcárico) y PHh (háplico). La unidad PHh se localiza en el cerro ubicado en la porción central al norte del poblado, su extensión es de 5.26 has. (0.29%), se asocia con la unidad LPm ocupando un área de 31.57 has. (1.78%) la cual se ubica al noroeste del Dexthí rumbo al poblado Puerto del Dexthí. La unidad PHc aparece al noreste de la zona, al otro lado de la barranca que ha formado la corriente temporal el Hejhei ocupando las zonas más altas, así como las regiones bajas que circundan el poblado con una superficie de 223.7 has. (12.61%). A su vez, dicha unidad se asocia con la unidad RGc ocupando la mayor parte de la zona sur incluyendo en su distribución el poblado La Palma, con una extensión de 362.5 has. equivalente al 20.43%. (Ver mapa edafológico).

USO ACTUAL Y VEGETACIÓN: El uso que se da a los suelos de este grupo es muy variable ya que depende principalmente del relieve, de tal modo que los que están sobre formas planas o hasta onduladas, se les utiliza para la agricultura de temporal, esto es en las regiones bajas con poca pendiente como las ubicadas al norte de La Palma y en los alrededores del poblado (Dexthí). El pastoreo de caprinos se observa principalmente en las cercanías del poblado, su distribución y extensión obedece a la cantidad de alimento disponible para los animales. La actividad forestal no maderable se enfoca principalmente a la explotación de *Agave lechuguilla* ya sea por cultivo o colecta de las plantas silvestres, así como de otras especies cuyo uso puede ser medicinal o alimenticio. Las áreas de cultivo de lechuguilla aunque no muy extensas se localizan al noreste sobre PHc, al sur sobre la asociación PHc + RGc y al oeste sobre PHh + LPm. Cabe mencionar que el cultivo de lechuguilla se presenta como un sistema productivo agroforestal. Sobre estos suelos se ubica el poblado por lo que también se considera su uso urbano.

También existen zonas de vegetación natural con distintos grados de perturbación, las comunidades vegetales que se encuentran son: matorral subinerme, que se desarrolla sobre PHc y se localiza hacia el NE del Dexthí, las especies dominantes son *Myrtillocactus geometrizans* y *Karwinskia humboldtiana*;

matorral espinoso, donde la especie dominante es *Prosopis laevigata* acompañado de *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia leucocephala*, *Opuntia streptacantha*, *Agave* sp. (pulquero), *Yuca filifera*, *Karwinskia humboldtiana* y *Jatropha dioica*, entre otras, se desarrolla sobre PHc en las zonas bajas alrededor del poblado y sobre PHc + RGc al sur; matorral crasicaula cuyas especies principales son *Opuntia microdasys*, *Stenocereus marginatus*, *Opuntia tuncata*, *M. geometrizans*, *P. laevigata*, *Agave lechuguilla* y *Agave* sp., se encuentra sobre PHh al norte. matorral crasirosulifolio con *M. geometrizans*, *A. lechuguilla*, *Hectia glomerata*, *Ferocactus* sp., *K. humboldtiana*, *P. laevigata* y *Opuntia imbricata*. Este tipo de vegetación se encuentra al noroeste del Dexthí sobre la asociación PHh + LPm, constituyendo una zona poco perturbada.

DESCRIPCIÓN GENERAL: Las geoformas donde están los PHc son valles y lomeríos, donde la topografía varía de plana a ondulada, con pendientes van de 5 a 13 %. Estos suelos se derivan de material sedimentario de depositación como son conglomerados y areniscas, las cuales forman parte de la Formación Tarango. Los PHh se desarrollan sobre cerros con pendientes de 5 a 28%, son producto de la intemperización de material ígneo principalmente riolitas. Se pueden observar frecuentes afloramientos de este tipo de roca, por lo que los suelos son delgados, de color oscuro, sin embargo, se ha desarrollado más de un horizonte.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DISTINTIVAS: Son suelos poco profundos cuya profundidad fluctúa entre 38 y 90 cm de espesor. Presentan un horizonte **A** de color oscuro, café grisáceo a café oscuro en seco y gris muy oscuro a café rojizo muy oscuro en húmedo, siendo la unidad PHc la que presenta los tonos más claros. Dicho horizonte no está cementado y el rango de compactación va de nula a media. La estructura varía desde granular a poliédrica subangular para ambas unidades; la consistencia en seco también es variable y va de suelta a muy dura en seco para el calcárico y suave o dura para los háplicos, en húmedo la consistencia del suelo es friable para los dos casos; la plasticidad va de nula a moderada al igual que la adhesividad. La textura es franco arenosa a arcillo arenosa en los calcáricos y franco o franco arenoso en los háplicos. Las intrusiones son abundantes, predominando las de tamaño medio y fino, las concreciones son escasas en los calcáricos, no presentándose en los háplicos. La reacción al HCl como indicadora de la presencia de carbonatos es violenta en PHc y nula o moderada en PHh. La cantidad de raíces en este horizonte es alta siendo las más frecuentes las de tamaño medio y fino, las gruesas aunque se presentan son escasas. La permeabilidad varía de muy lenta a rápida en PHc y es rápida en PHh.

El horizonte **C** presenta colores en seco más claros, en los calcáricos va del gris rosáceo al blanco, para los háplicos los colores pueden ser café o café pálido en seco. La coloración en húmedo para ambas unidades va de café grisáceo muy oscuro a amarillo pálido. Este horizonte está compactado en diversos grados y puede o no estar cementado. La estructura es granular o masiva para los calcáricos y poliédrica subangular o masiva en los háplicos; la consistencia en seco va de suelta a muy dura en los calcáricos y de suave a dura en los háplicos, en húmedo varía de suelta a extremadamente firme para PHc y de friable a muy firme en PHh. La textura es franco arenosa en PHc y varía de franco a franco arcillo limoso en PHh. Las intrusiones en los calcáricos son escasas de tamaño medio y fino, para los háplicos pueden variar de abundantes a escasas de tamaño medio o fino. Las concreciones de CaCO_3 son raras en la unidad PHc y no se presentan en el PHh. La reacción al HCl es variable en intensidad ya que va de ligera a muy violenta en los calcáricos y no se presenta o es ligera en los háplicos. Las raíces son escasas y las que se encuentran son principalmente de tamaño fino provenientes de plantas anuales en PHc, son frecuentes las de tamaño grande, medio y fino en PHh, correspondientes a plantas anuales y arbustos. La permeabilidad varía de muy lenta a rápida en las dos unidades.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS: La variación de las propiedades físicas y químicas para el horizonte **A**, son las siguientes:

UNIDAD DE SUELO	DENSIDAD REAL (gr/cm ³)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)	pH	MAT. ORG. (%)	C.I.C.T. meq/100g
PHc	2.1 – 2.4	1.0 – 1.1	42.7 – 54.5	7.3-8.3	1.9 – 3.8	23.9 – 31.6
PHh	2.2 – 2.5	1.0 – 1.2	45.9 – 48	6.9 - 8.1	3.2 – 6.9	23.7 – 37.5

UNIDAD DE SUELO	FÓSFORO (ppm)	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	Cl (%)	CaCO ₃ (%)
PHc	12 – 18.2	10.7-16.5	2.8 – 6.5	4.7 – 7.0	5.5 – 18.4	1.1-2.4	3.6-12.6
PHh	15.2-17.6	10.2-23.7	6.2 – 9.4	4.5 – 4.6	0.1 – 5.1	0.6-1.1	0 – 7.9

Cuadro 10. Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte **A** de las Unidades Feozem calcárico y Feozem háplico.

De estos resultados se observa que la densidad real es baja para el PHc y de baja a media para el PHh; la densidad aparente es media para ambas unidades. El pH va de neutro a moderadamente alcalino y el contenido de materia orgánica es medio o moderadamente rico en PHc, siendo los suelos más ricos los que corresponden a la unidad PHh. La C.I.C.T. varía de media a alta. La cantidad de cloruros es baja para las dos unidades; los carbonatos son altos en el calcárico y bajos en el háplico.

Para el horizonte **C** se obtuvieron los siguientes resultados:

UNIDAD DE SUELO	DENSIDAD REAL (gr/cm ³)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)	pH	MAT. ORG. (%)	C.I.C.T. meq/100g
PHc	2.2 - 2.4	0.9 - 1.3	40.3 - 57.7	7.2 8.6	0.7 - 2.4	20.9 - 51.5
PHh	2.2 - 2.5	1.0 - 1.2	42.9 - 52.6	7.2 9.9	1.3 - 2.5	23.5 - 33.8

UNIDAD DE SUELO	FÓSFORO (ppm)	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	Cl (%)	CaCO ₃ (%)
PHc	12.4 - 21.8	11.7 - 25.4	4.2 - 10.1	6.8 - 23.9	3.6 - 21.3	0.7 - 5.1	13.6 - 23.6
PHh	7.3 - 19.0	5.4 - 19.7	6.5 - 9.2	5.4 - 23.4	0.1 - 5.6	0.8 - 1.1	0 - 27.3

Cuadro 11. Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte C de las Unidades Feozem calcárico y Feozem háplico.

Para este horizonte se observa que en los calcáricos la densidad real es baja, para los háplicos varía de baja a media. La densidad aparente en los PHc varía de baja a alta, para los PHh es media. La porosidad va de media a alta para ambas unidades. El potencial de hidrógeno en los calcáricos varía de neutro a fuertemente alcalino y de neutro a muy fuertemente alcalino para los háplicos. La cantidad de materia orgánica es muy baja en este horizonte. La C.I.C.T. al igual que las bases varía de media a alta en ambas unidades. En general, la cantidad de cloruros es baja, no así la de carbonatos la cual es muy alta en los PHc y variable en los PHh.

GÉNESIS: Son suelos jóvenes muy pedregosos, con profundidades variables, los calcáricos se derivan de depósitos no consolidados de material sedimentario constituido básicamente por conglomerados y areniscas cuya intemperización ha originado el desprendimiento de carbonatos. En algunos lugares este material es estratificado y estable donde el suelo empieza a diferenciarse desarrollando un horizonte superior mólico que subyace a un material arenoso compacto en proceso de cementación. El Feozem háplico se deriva de rocas ígneas extrusivas, principalmente riolitas. Son suelos delgados, no continuos, interrumpidos por los constantes afloramientos de este tipo de roca. Los horizontes que se han desarrollado son irregulares en cuanto a forma en algunas zonas, ya que en otras se encuentran relativamente definidos siendo el suelo más profundo. Se ha presentado la acumulación por traslocación de carbonatos a lo largo del perfil, los cuales provienen de la intemperización de la roca de origen.

LIMITANTES PRODUCTIVAS: Estos suelos tienen una amplia variedad de usos a pesar de las limitantes que presentan y entre las que se encuentran el clima, la pedregosidad abundante, su baja profundidad, afloramientos rocosos y la erosión de moderada a severa que se observa en algunas partes. Sin embargo, se puede decir que son aptos para soportar actividad pecuaria o agrícola, urbanismo, así como ser buenos sitios para la conservación de la vegetación nativa ya que en algunos lugares esta se encuentra relativamente poco perturbada.

PROBLEMÁTICA DE USO: Sobre este grupo, particularmente sobre la unidad PHc, es donde se ha registrado la mayor incidencia de la actividad humana ya que por ser regiones bajas con escasas elevaciones se prefieren para la práctica de la agricultura así como para el establecimiento de los pobladores con todo lo que esto implica. Estas actividades han asociado el desplazamiento de la vegetación natural y su consecuente sustitución por cultivos para el caso de agricultura de temporal lo que origina el empobrecimiento del suelo y no en pocas regiones erosión severa y la formación de cárcavas.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD FEZEM CALCÁRICO (PHc)

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 – 14/45	De color café a café grisáceo, textura de migajón arenoso a arcillo arenoso, estructura de poliédrica subangular a granular media débilmente desarrolladas o de partícula elemental sin estructuración, consistencia friable a muy friable, raíces abundantes predominando las medias y finas, pedregosidad abundante de tamaño medio y fino, reacción al HCl de moderada a muy violenta, con permeabilidad de rápida a lenta.
C	14/45 – 58/90 cm	Colores claros de gris pardo a blanco, con textura de arena francosa a migajón arenoso, estructura granular media, moderada o débilmente desarrollada y, más frecuentemente estructura masiva o laminar fuertemente desarrollada constituyendo un horizonte petrocálcico semicementado con carbonato de calcio; consistencia de friable a extremadamente firme, raíces escasas, pedregosidad abundante de tamaño medio y fino donde no existe un horizonte semicementado, reacción a los carbonatos de moderada a muy violenta, con permeabilidad de rápida a muy lenta.

Cuadro 12. Esquema morfológico de la Unidad Feozem calcárico.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD FEOZEM HÁPLICO (PHh)

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 – 38/45 cm	De color café a café oscuro, con textura de migajón a migajón arenoso, estructura poliédrica subangular pobremente desarrollada o granular media y fina moderadamente desarrollada, de consistencia friable, raíces abundantes de tamaño medio y fino, pedregosidad de ligera a abundante principalmente fragmentos de andesitas o riolitas, reacción a los carbonatos de ligera a nula y con permeabilidad rápida.
C	45 – 88 cm	Color de café grisáceo a blanco rosáceo, textura de migajón a migajón arcillo limoso, estructura de granular fina a poliédrica subangular media, desarrollada o ligeramente; consistencia de firme a muy firme, raíces de abundantes a escasas, pedregosidad escasa o nula, la reacción al HCl es ligera y la permeabilidad va de moderada a lenta.
R	<38 cm	Andesitas o riolitas.

Cuadro 13. Esquema morfológico de la Unidad Feozem háplico.



Fig. 14. Perfil representativo y panorámica del Feozem calcárico en donde se observa un horizonte A de color oscuro con pedregosidad abundante que descansa sobre un horizonte calcáreo en proceso de cementación. Estos suelos se desarrollan sobre terrenos con poca pendiente lo cual favorece su mayor desarrollo y diferenciación. La vegetación corresponde a matorral espinoso.

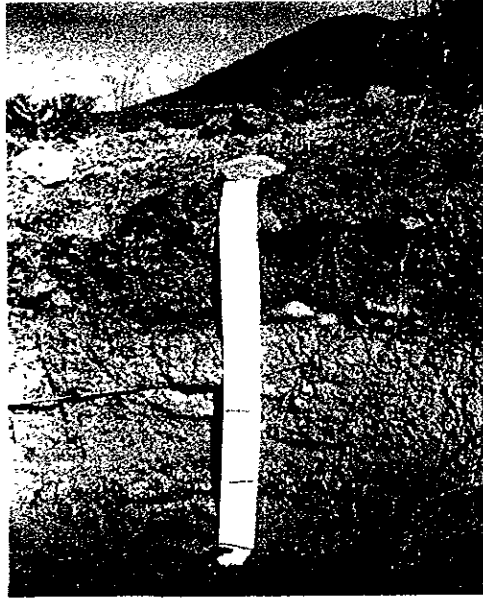


Fig. 15. Perfil representativo de la Unidad Feozem háplico en el que se observan horizontes bien diferenciados, el horizonte superficial es oscuro, con raíces poco abundantes al igual que la pedregosidad.



Fig. 16. Foto panorámica de la Unidad Feozem háplico cuya vegetación asociada corresponde a Matorral crasicaule, tanto el tipo de suelo como el de vegetación se les encuentra ocupando los cerros de la zona.

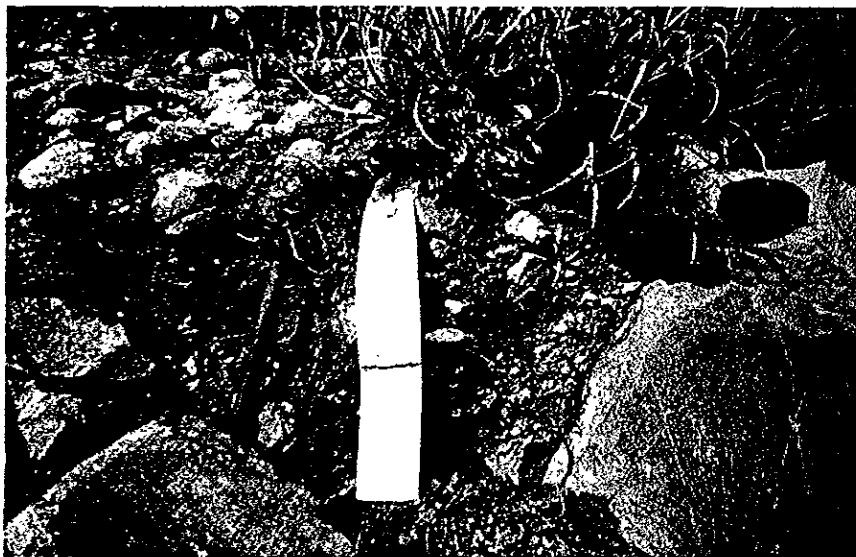


Fig. 17. Perfil que representa la asociación PHh + LPm, el suelo es muy somero con abundantes raíces y fragmentos de rocas ígneas de diversos tamaños. Se ha desarrollado un horizonte mólico con buen contenido de materia orgánica.



Fig. 18. Foto del matorral crasirosulifolio que se encuentra solo sobre estos suelos, la vegetación se encuentra poco perturbada lo que ha contribuido al aporte de materia orgánica que se observa en el perfil. Estos suelos se desarrollan sobre topografías accidentadas.

6.1.4 GRUPO MAYOR: REGOSOL (RG)

UNIDAD DE SUELO: Regosol calcárico (RGc)

DEFINICIÓN: Suelos que provienen de materiales no consolidados, excluyendo a materiales de texturas gruesas que muestran propiedades flúvicas; no tienen otros horizontes de diagnóstico que un A ócrico o A úmbrico; carecen de propiedades gléyicas dentro de los primeros 50 cm, de las características de diagnóstico de los Vertisoles o Andosoles y de propiedades sálicas (FAO 1988).

SUPERFICIE Y DISTRIBUCIÓN. Esta unidad se encuentra irregularmente distribuida, ocupa las laderas de los lomeríos ubicados al norte del poblado estableciendo asociación con LPk (LPk + RGc), se localiza también en las zonas bajas, al sur del Dexthi en asociación con PHc (PHc + RGc). Su superficie y ubicación exactas no están definidas dada la densidad del muestreo realizado de acuerdo con el tipo de levantamiento establecido para el estudio, por lo que el área que ocupan se incluye dentro del porcentaje que corresponde a las unidades con las que estableció asociación y que por el área de distribución se consideran como dominantes (ver mapa edafológico).

USO ACTUAL Y VEGETACIÓN. Las actividades a que se destinan estos suelos dependen de su topografía. En las laderas se desarrolla matorral de *Fouquieria* y por el relieve y la poca profundidad del suelo solo se destina al pastoreo de caprinos, así como a la extracción de algunas plantas de utilidad para los pobladores. En las áreas donde las pendientes son mucho más someras se ha dado un uso intensivo al suelo para la agricultura de temporal y cultivo de *Agave lechuguilla*, desplazando en gran parte al matorral espinoso que anteriormente se desarrollaba sobre estos suelos.

DESCRIPCIÓN GENERAL. Se encuentran sobre laderas y valles con pendientes que van desde 3 hasta 30% constituyendo asociaciones con Leptosol rendzínico y Feozem calcárico. Se originan de la intemperización de conglomerados ígneos con altos contenidos de carbonato de calcio y de materiales sedimentarios como conglomerados y areniscas.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DISTINTIVAS. Son suelos poco profundos cuyo espesor va de 0 a 70 cm, se caracterizan por presentar colores claros en todo el perfil. El color del horizonte A varía de gris pardo a café muy pálido en seco y de café oscuro a café pálido en húmedo, presenta una compactación de ligera a nula, sin cementación, con estructura variable entre partícula elemental y granular fina. La consistencia varía de dura a suelta en seco y es friable en húmedo, es plástico o solo ligeramente y puede ser o no adhesivo. La textura va de franca a franca arenosa, las intrusiones que se observan son abundantes de tamaño fino, no existen concreciones y la reacción al HCl como indicadora de carbonatos es violenta. Las raíces finas son abundantes, provienen de plantas anuales y en menor proporción se presentan las de tamaño medio y grueso provenientes de arbustos. La permeabilidad para este horizonte es moderada. La cantidad de materia orgánica varía desde extremadamente pobre a rica.

Se localiza un horizonte C de color mucho más claro que va de blanco a blanco rosáceo en seco y de café pálido a amarillo pálido en húmedo, con compactación que va de media a fuerte y cementado o semicementado. La estructura varía desde poliédrica subangular a masiva, con consistencia de moderadamente dura a muy dura en seco y de friable a muy firme en húmedo, plástico o solo ligeramente y puede o no ser adhesivo. La textura varía de Franca limosa a arenosa, no se presentan intrusiones y las concreciones varían desde abundantes a raras. La reacción al HCl va de ligera a muy violenta, las

raíces son muy escasas o definitivamente no se presentan. La permeabilidad va de moderada a lenta. La materia orgánica va de extremadamente pobre a moderadamente pobre.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS. En el horizonte **A** la densidad real es de 2.1 gr/cm³ y la aparente tiene un promedio de 1 gr/cm³, la porosidad oscila entre 46 y 50%. Con respecto a las propiedades químicas se presenta un pH de 7.4 a 7.6, la C.I.C.T. varía de 24.1 a 40.7 meq/100g, la concentración de los iones intercambiables ocupa los siguientes rangos: para Calcio 13.7 a 23.2 meq/100g; Magnesio 2.8 a 5.6 meq/100g; Sodio 6.1 a 7.5 meq/100g y Potasio 2.0 a 5.2 meq/100g. La cantidad de fósforo va de 10.6 a 13 ppm, el porcentaje de cloruros de 1.1 a 1.3 y el de carbonatos de 9.9 a 22.3.

UNIDAD DE SUELO	DENSIDAD REAL (gr/cm ³)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)	pH	MAT. ORG. (%)	C.I.C.T. meq/100g
RGc	2.1 - 2.2	0.9 - 1.1	46.2 - 50	7.4 - 7.6	0.2 - 6.6	24.1-40.7

UNIDAD DE SUELO	FÓSFORO (ppm)	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	Cl (%)	CaCO ₃ (%)
RGc	10.6-13	13.7-23.2	2.8-5.6	6.1-7.5	2.0-5.2	1.1-1.3	9.9-22.3

Cuadro 14. Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte **A** de la Unidad Regosol calcárico.

Para el horizonte **C** se tiene una densidad real promedio de 2.3 gr/cm³, la aparente varía de 1.0 a 1.2 gr/cm³ y la porosidad de 43.5 a 55.4%. En las propiedades químicas se registró un pH de 7.3 a 8.1, con C.I.C.T. de 17.1 a 74.2 meq/100g. Los rangos de variación para los cationes Ca, Mg, Na y K son de 15.7 a 71 meq/100g, 2.7 a 11.1 meq/100g, 7.0 a 38.4 meq/100g y 1.0 a 13.7 meq/100g, respectivamente. El fósforo varía de 7.2 a 12.1 ppm, los cloruros de 0.9 a 1.8% y los carbonatos de 2.6 a 23.8%.

UNIDAD DE SUELO	DENSIDAD REAL (gr/cm ³)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)	pH	MAT. ORG. (%)	C.I.C.T. meq/100g
RGc	2.2 - 2.4	1.0 - 1.2	43.5 - 55.4	7.3 - 8.1	0.1 - 1.7	17.1-74.2

UNIDAD DE SUELO	FÓSFORO (ppm)	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	Cl (%)	CaCO ₃ (%)
RGc	7.2 - 12.1	15.7-71.7	2.7-11.1	7.0-38.4	1.0-13.7	0.9-1.8	2.6-23.8

Cuadro 15. Rangos máximos y mínimos de las propiedades físicas y químicas correspondientes al horizonte **C** de la Unidad Regosol calcárico.

GÉNESIS. Son suelos considerados como la etapa inicial en el desarrollo del suelo; los que están situados en las laderas provienen de la intemperización de conglomerados ígneos del Terciario superior que contienen altas cantidades de carbonato de calcio, su desarrollo se ha limitado debido a las características del relieve el cual evita la acumulación de materia orgánica y otros materiales retrasando la formación del horizonte mólico característico de las rendzinas con las cuales se asocia en esta área y que constituyen la siguiente etapa del suelo.

En los valles el material parental corresponde a conglomerados y areniscas, su alteración y el relieve han permitido el desarrollo de suelos relativamente profundos en los que se presentan horizontes con acumulación de carbonatos y en algunos casos ya cementados.

LIMITANTES PRODUCTIVAS. En los lomeríos están limitados por la pendiente, por la escasa profundidad y cantidad de materia orgánica que presentan. En los valles no son muy pedregosos ni someros, sin embargo la acumulación de carbonatos en los horizontes inferiores ha ocasionado el inicio de su cementación evitando la penetración de las raíces. Son adecuados para el pastoreo controlado y para el establecimiento de sistemas agroforestales que busquen su recuperación.

PROBLEMÁTICA DE USO. La agricultura de temporal ha desplazado a la vegetación nativa y ha ocasionado el empobrecimiento y erosión del suelo, la que se puede estimar como severa en varias zonas. El pastoreo también ha influido para la alteración de la vegetación, al igual que el establecimiento de *Agave lechuguilla* como cultivo.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD REGOSOL CALCÁRICO (RGc)

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 – 10 cm	Suelos de colores claros que van de gris pardo claro a café muy pálido, textura de migajón a migajón arenoso, estructura de partícula elemental a granular fina bien desarrollada, de consistencia friable, raíces abundantes de tamaño fino principalmente; pedregosidad abundante constituida por grava fina, reacción al HCl de violenta a muy violenta, con permeabilidad moderada.
C	10 – 67/70 cm	Colores muy claros que van de blanco rosáceo a blanco, textura variable entre migajón limoso y arenoso, estructura poliédrica subangular fina y a mayores profundidades laminar o masiva desarrollada, raíces escasas o nulas, consistencia de friable a muy firme, pedregosidad frecuente de grava fina o nula en los horizontes que están cementados, la reacción a carbonatos varía de ligera a muy violenta, y la permeabilidad de moderada a lenta.

Cuadro 16. Esquema morfológico de la Unidad Regosol Calcárico.

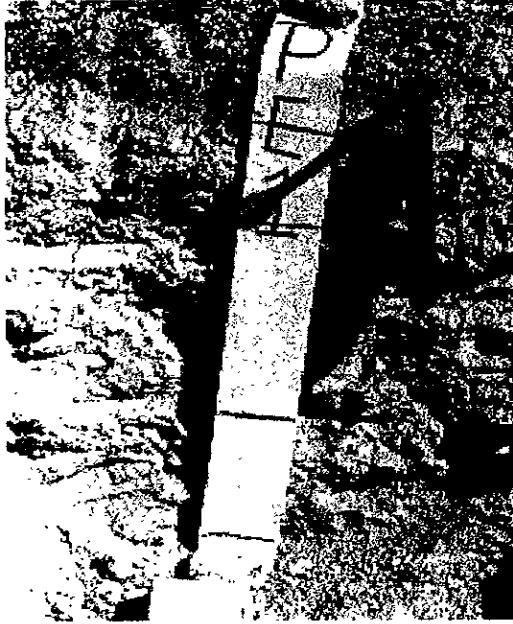


Fig. 19. Perfil que representa la Unidad Regosol calcárico, es un suelo poco desarrollado en el que se puede observar un horizonte superficial de color pálido que sobreyace horizontes poco diferenciados también de colores muy claros, estructura poliédrica subangular y laminar de consistencia firme.

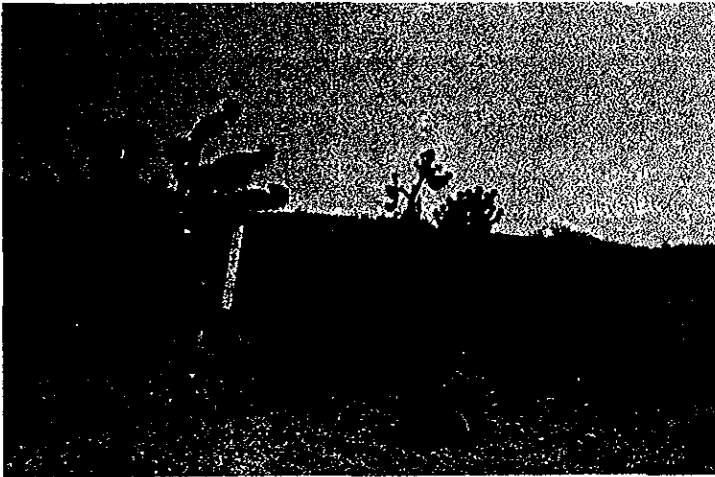


Fig. 20. Panorámica del Regosol calcárico cuya vegetación asociada corresponde a matorral espinoso. Este tipo de suelo se desarrolla sobre pendientes muy variables y a partir de él se esta dando el desarrollo de otras unidades como son el Leptosol rendzínico y Feozem calcárico.

VII DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, se identificaron 6 unidades de suelo en la zona de estudio, algunas de las cuales a nivel cartográfico se encuentran tanto en asociación como de manera independiente. Lo anterior indica que el área estudiada se puede considerar como diversa en suelos, esto considerando la extensión cubierta y el número de unidades identificadas, a esto hay que añadir el tipo de levantamiento utilizado (semidetallado) que permitió tener mayor aproximación.

Dokuchaev (citado por FitzPatrick, 1984) estableció que los suelos se desarrollan como resultado de la interacción de cinco factores: material parental, clima, organismos, topografía y tiempo, el resultado de dicha interacción es la creación de procesos específicos que conducen a la diferenciación de horizontes y a la formación del suelo. Cada uno de estos factores es esencial y ninguno de ellos puede considerarse más importante que otro, sin embargo, localmente alguno puede ejercer una influencia más fuerte. En este caso, los factores de formación que tienen mayor influencia sobre el desarrollo del suelo en orden de importancia son: el clima, la topografía, el material parental y la vegetación. Siendo una zona árida el papel de los organismos se ve limitado dado que la cubierta vegetal no es continua ni uniforme, sin embargo, su papel ha sido importante para la formación de horizontes mólicos presentes en la mayoría de las unidades encontradas. Por otro lado, la velocidad de los procesos de formación del suelo están en función del clima y del tipo de roca y son más rápidos en zonas húmedas y considerablemente más lentos en zonas áridas. Asimismo, en la zona se presenta una estacionalidad climática marcada que contribuye a que los procesos de formación se vean acelerados solo unos pocos meses al año estando la mayor parte de este en ocurrencia muy baja o nula. Los procesos que ocurren en el suelo son de tres tipos: químicos, físicos y biológicos, la mayoría de los cuales dependen directamente de la cantidad de agua que este recibe.

En los organismos que influyen en el desarrollo de los suelos se incluyen plantas superiores, microflora, vertebrados, microorganismos, mesofauna y el hombre. Sus funciones son diversas y en ocasiones específicas de cada tipo de organismo, de manera general, participan en el aporte de materia orgánica, en la descomposición, humificación y mineralización de esta, en la intemperización física y en el transporte de materiales a través del suelo. Su existencia depende de las condiciones de humedad, temperatura, pH, disponibilidad de alimento y demás características físicas y químicas del sistema. La materia orgánica favorece la capacidad de intercambio catiónico, el desarrollo de la estructura y el aporte de nutrientes, (FitzPatrick, 1984).

Son las actividades del hombre las que más han impactado al suelo, a tal grado que actualmente es difícil encontrar suelos que no hayan recibido de una u otra forma su influencia. Son las prácticas para la producción de especies alimenticias, arbóreas y el pastoreo, las que al ser mal empleadas han ocasionado empobrecimiento y erosión, problemática que sufre, en diversos grados, el 90% de los suelos de la zona estudiada.

El material parental está constituido básicamente por rocas ígneas, particularmente, andesitas y riolitas del Terciario, así como por rocas sedimentarias, principalmente, areniscas, conglomerados y sedimentos calcáreos. La intemperización de cada tipo de roca proporciona al suelo características particulares y la velocidad con que este proceso se lleva a cabo varía de acuerdo con la roca de que se trata. La intemperización de las rocas ígneas es más lenta ya que por lo regular son más resistentes y duras debido a características determinadas por la composición, estructura mineralógica, las condiciones de formación y sobre todo porque no presentan planos de estratificación. Entre las propiedades del material materno que tienen una profunda influencia en el desarrollo del suelo se encuentran la textura, la

composición mineralógica y el grado de estratificación, esta última característica se considera cuando se trata de materiales de depósito, (Foth, 1985).

La topografía modifica el desarrollo del perfil influyendo en la cantidad de precipitación absorbida y retenida en el suelo, afectando con ello las relaciones de humedad, influyendo en la tasa de erosión y dirigiendo el movimiento de materiales en suspensión o solución de un sitio a otro (Foth, 1985). Las tres formas se ven afectadas por la pendiente y las condiciones de drenaje y afectan, a su vez, otras características del suelo tales como profundidad, espesor del horizonte A, contenido de materia orgánica, grado de diferenciación de horizontes, color, contenido de sales solubles y reacción del suelo.

El clima se considera como un factor activo en la edafogénesis ya que controla el tipo de procesos posibles y su intensidad, además de determinar la distribución de la vegetación, la cual tiene también un papel importante en el desarrollo edáfico. El clima se encuentra constituido por dos componentes principales: la temperatura y la humedad. El efecto principal de la temperatura en el suelo es influir en la tasa de reacciones ya que por cada ascenso de 10°C la velocidad de una reacción química aumenta por un factor de 2 o 3. También con el aumento de la temperatura se acelera la tasa de descomposición biológica de la materia orgánica y aumenta la cantidad de humedad que se evapora del suelo (FitzPatrick, 1984). Debido a la estacionalidad del clima, las tasas de actividad biológica y química varían, ya que como se indicó se incrementan en la estación más caliente siempre y cuando exista un adecuado aporte de humedad, por tanto se reducen en la estación más fría y seca.

La humedad comprende todas las formas de agua que entran al sistema de suelo y se deriva principalmente de la precipitación. Su presencia determina el desarrollo de la vegetación, de un gran número de reacciones, la existencia de organismos y microorganismos y la disolución y traslocación de materiales dentro del perfil.

De manera general, estos son los efectos que ejerce cada uno de los factores de formación siempre con estrecha relación unos con otros. A grandes rasgos, en la zona de estudio se encuentran rocas de origen tanto sedimentario como ígneo cuya edad varía desde el Terciario Superior al Cuaternario, el clima es semiseco templado con lluvias en verano y la topografía es muy variable, se localizan cerros, lomeríos, terrazas y valles con pendientes desde 4% hasta 30%, se observan 5 tipos de vegetación con distintos grados de perturbación. Sobre estas características han actuado los diversos factores para dar origen a las unidades de suelo que a continuación se describen.

El Fluvisol calcárico es un suelo joven que no se ha desarrollado debido a que constantemente está recibiendo materiales nuevos producto de la erosión eólica y pluvial de las regiones altas que son depositados en los valles. Se caracteriza por presentar altos contenidos de CaCO_3 como resultado de la disolución de esta sal presente en el material aluvial del que se origina, son suelos profundos, estratificados con frecuentes discontinuidades litológicas que se manifiestan como cambios en la granulometría a través del perfil. Presentan colores claros como consecuencia de la baja cantidad de materia orgánica que reciben así como de la baja tasa de descomposición de esta en la época de secas y que únicamente se incrementa cuando llueve. Algunos de los procesos edafogénicos que se dan aunque de forma incipiente obedeciendo a factores climáticos y de transporte de sedimentos son la melanización y posiblemente la humificación. El tipo de textura que generalmente corresponde a suelos de origen aluvial son francas o arcillo limosas.

La formación de estos suelos está notablemente determinada por el relieve plano que favorece la depositación y acumulación de sedimentos transportados por las corrientes efímeras provenientes de las

partes altas. Por otra parte el clima influye retrasando la intemperización de los materiales (Bohn, 1993). Como ya se ha indicado, la profundidad y la posición física que tienen ha contribuido para que estos suelos sean principalmente destinados a la agricultura de temporal, no obstante, las demás limitantes que presentan. El tipo de vegetación natural que le corresponde a los fluvisoles y que ha sido en su mayor parte remplazada por el uso agrícola que tienen es el matorral subinermé y matorral de mezquite, que aunque no son exclusivos de este tipo de suelos presentan una clara tendencia a desarrollarse sobre suelos de origen sedimentario.

Se localizó un suelo enterrado asociado al Fluvisol, el cual proviene de una etapa de estabilidad superficial que permitió su desarrollo y madurez pero que posteriormente fue enterrado durante un periodo de erosión y depósito que actualmente se está llevando a cabo.

Los suelos del Grupo Leptosol se caracterizan por ser suelos jóvenes, someros con una profundidad que no excede los 20 cm. El Leptosol rendzínico además de esta característica presenta un horizonte **A** mólico que descansa sobre material altamente calcáreo cementado y/o en proceso de cementación o sobre rocas de origen sedimentario ricas en carbonatos de calcio. Es muy pedregoso y sus texturas varían de arenosas a finas.

Esta unidad se encuentra formando asociaciones con Regosol calcárico (LPk + RGc) y con Feozem calcárico (LPk + PHc). La primera ocupa la zona alta de lomeríos y barrancas hacia el norte del área, de tal modo que la unidad LPk se localiza en las cimas donde el terreno es más o menos plano y el RGc en las laderas, dicha distribución obedece a que las pendientes limitan el desarrollo del suelo por eliminación continua de materiales edáficos y materia orgánica por efecto de la erosión, evitando la acumulación de estos, e impidiendo la formación del horizonte mólico y en general, la diferenciación total del perfil. Lo anterior es importante dada la consideración que se tiene de los Regosoles como la etapa inicial en el desarrollo de varios tipos de suelo, siendo en este caso, la fase siguiente la formación de un LPk.

La asociación LPk + PHc ocupa la terraza ubicada al sureste del poblado donde la aparición de cada una de las unidades es irregular por lo cual y por la densidad del muestreo según el tipo de levantamiento realizado no fue posible delimitar zonas específicas para dichas unidades. En el curso de la evolución del suelo de la zona y dadas las características físicas, químicas y de formación de este se considera que la coincidencia de las unidades mencionadas en esta área se debe a que el LPk está constituyendo la fase de desarrollo inicial a partir de la cual se está desarrollando el Feozem calcárico, suelo que se diferencia del Leptosol por un mayor espesor del horizonte **A**, mayor desarrollo del perfil y por la profundidad a la que se localiza el material calcáreo. Esta evolución se ve favorecida por la estacionalidad climática y por el relieve casi plano que se presenta y que disminuye las pérdidas por erosión.

El Leptosol rendzínico se ha formado por la acumulación superficial de materia orgánica y su descomposición gradual, favorecida por la formación de humatos de calcio (Duchaufour, 1984) así como por la intemperización de la roca de origen cuyo alto contenido de CaCO_3 origina que dada su alta solubilidad este sea removido por disolución y precipite posteriormente cuando el agua se evapora del suelo causando la cementación del material con el que se asocia. Este proceso es muy común en las zonas áridas y semiáridas por el régimen de humedad que domina. El color oscuro característico es debido al complejo de calcio-humus. Este es un ejemplo de una clase de suelos cuyas características están determinadas casi por completo por sus materiales maternos, que siempre están compuestos de material que contiene una elevada proporción de calcio y/o carbonato de magnesio. De ordinario provienen de rocas consolidadas pero pueden provenir de sedimentos no consolidados o depósitos de acarreo. (FitzPatrick, 1984).

Por otra parte, la presencia de horizontes petrocálcicos en las zonas bajas está asociada a la geohidrología de la zona, ya que en el período Terciario se registró gran actividad ígnea ocasionando la formación de vasos lacustres que ocuparon en su mayoría los valles, posteriormente en el mismo período y parte del Cuaternario se llevó a cabo el aluvionamiento y relleno de dichos lagos ocasionando la precipitación de las sales que habían sido acumuladas en los cuerpos de agua constituyendo, de este modo, los horizontes ya mencionados por influencia del movimiento del agua subterránea (Blasquez, 1938).

El Leptosol mólico se diferencia del rendzínico en el contenido de carbonatos de calcio que se encuentran en concentraciones bajas o medias. En este caso, se identificaron dos áreas con este suelo, la primera de ellas corresponde a los cerros que se encuentran al suroeste. Son de origen ígneo y se caracterizan por presentar uno de los valores más bajos de pH. Como todos los Leptosoles son delgados, con constantes afloramientos andesíticos. Las pendientes son poco pronunciadas y la lentitud de los procesos de intemperización se deben al tipo de roca y a las condiciones de escasa humedad y temperatura del suelo. (Bohn, 1993). La vegetación poco perturbada contribuye al aporte de materia orgánica, cuyo contenido es moderadamente rico dando valores medios de C.I.C.T. y favoreciendo el desarrollo de la estructura.

La segunda área con este suelo se encuentra en una pequeña terraza ubicada al sur del poblado, es de carácter residual formado por la alteración de material volcánico-sedimentario estabilizado. El horizonte superficial es de textura arenosa, con buen contenido de materia orgánica dado por la baja perturbación de la cubierta vegetal que ha contribuido al desarrollo de una estructura de tipo granular. Se caracteriza por presentar una alta pedregosidad, constituida por cantos rodados y gravas.

En general sobre los suelos del Grupo Mayor Leptosol, se desarrollan cuatro tipos de vegetación cuya distribución está en función de la topografía y del tipo de sustrato. El matorral de *Fouquieria* ocupa los lomeríos cuyas pendientes son muy pronunciadas y se pueden considerar como las partes más altas de la zona de estudio, donde se localiza la asociación LPk + RGc; el matorral subinermé prefiere las zonas bajas con pendientes menores sobre la asociación LPk + PHc, el matorral crasicáule se ubica en los cerros con Leptosol mólico como sustrato y material ígneo como roca de origen, finalmente, el matorral espinoso se localiza también en zonas bajas sobre LPm de origen sedimentario. Estas dos últimas comunidades son las que aparentemente tienen menor grado de perturbación debido a que se presentan sobre suelos pedregosos y delgados lo que limita el uso que se les puede dar. No ocurre lo mismo con las dos primeras comunidades mencionadas, sobre las cuales se ha causado una fuerte alteración por la constante extracción de materiales vegetales y el sobrepastoreo a que son destinadas. Preferentemente estas áreas deberían mantenerse para la conservación de la flora, fauna y para actividades agroforestales controladas.

El Feozem calcárico se encuentra de manera independiente y en asociación con Regosol calcárico, se localiza en zonas de pendientes muy variables que incluyen topoformas de lomeríos y valles, sin embargo, las pendientes son menos pronunciadas que las que tienen los Leptosoles rendzínicos, lo que ha permitido un mayor desarrollo del suelo originando perfiles más profundos o mayor espesor del horizonte A. Como característica distintiva de la unidad se observa la presencia de un horizonte A mólico, material calcáreo cerca de la superficie entre los 20 y 50 cm de profundidad y texturas medias (Foth, 1985).

La asociación PHc + RGc ocupa la porción sur casi en su totalidad, el relieve es relativamente plano lo que ha favorecido su uso intensivo para la agricultura de temporal con el consecuente desplazamiento del

matorral espinoso en su mayor parte, todo esto ha ocasionado una fuerte degradación del suelo localizándose numerosas zonas fuertemente erosionadas. Por lo anterior, se atribuye que la asociación se debe a que mientras en algunas zonas el suelo está evolucionando a PHc a partir de RGc, en otras áreas en las que se presenta el mayor grado de alteración esta ha ocasionado la degradación del Feozem calcárico a Regosol calcárico constituyendo una regresión en el desarrollo del suelo.

Los Feozem calcáricos provienen de conglomerados y de materiales volcano-sedimentarios, sin embargo, de acuerdo con la topografía, sostienen tipos distintos de vegetación, por ejemplo, los suelos de lomeríos presentan matorral subinermes, el cual se caracteriza por preferir zonas con pendientes poco pronunciadas y suelos de origen sedimentario. El matorral espinoso se ubica en los valles sobre suelos del mismo origen.

El Regosol calcárico, con el que cartográficamente se estableció asociación, se caracteriza por ser un suelo de colores claros sin gran diferenciación entre horizontes, con cierto parecido a la roca que le dio origen, pueden presentarse en muy diferentes climas por lo que sostienen distintos tipos de vegetación. Presentan un horizonte superficial de tipo ócrico de colores claros, pobre en materia orgánica y bajo nivel de estructuración (Aguirre, 1993).

El Feozem háplico es producto del intemperismo de andesitas y riolitas, se localiza como unidad independiente ocupando el cerro que se encuentra al norte, detrás del poblado, donde a pesar de la topografía que ocupa y de los numerosos afloramientos rocosos en la parte alta, se ha desarrollado un perfil relativamente profundo, con carbonatos presentes a través de él provenientes del desgaste del material ígneo. Sostiene un matorral crasicale muy perturbado por el pastoreo, dicho tipo de vegetación presenta un claro patrón de distribución dependiente del material ígneo y de los suelos que de este se originan, en este caso, Feozem háplico y Leptosol mólico.

La asociación constituida por PHh + LPm ocupa una pequeña elevación constituida de riolitas al suroeste de la zona, en los límites de la misma. Es un suelo poco profundo, con constantes afloramientos rocosos, sin presencia de carbonatos cuyo pH es uno de los más bajos solo comparable con el que se presenta en el LPm de idéntico origen. El aporte de materia orgánica es considerable ya que la vegetación que sostiene clasificada como matorral crasirosulifolio, está poco alterada pues el suelo no se encuentra sometido a uso alguno, dadas sus características. El Feozem háplico es la siguiente etapa en el desarrollo del suelo, siendo la inicial el Leptosol mólico.

El uso agrícola del suelo es el más importante cuando menos por la superficie que ocupa. Los sistemas productivos están representados en primera instancia, por un sistema tradicional y minifundista, dependiente de los factores climatológicos, en donde el propósito de la producción es la subsistencia familiar. Es un sistema que guarda una gran riqueza cultural y tecnológica que ha permitido la subsistencia de la población que en su mayor parte son indígenas de la etnia Otomí.

Los sistemas de agricultura de temporal se distinguen, por su dependencia total de los factores climáticos, también por su alto grado de parcelación, su tecnología tradicional y por que los cultivos que manejan son para el autoconsumo y sólo en muy pocas ocasiones se comercializan.

La agricultura de temporal a nivel parcela presenta una estructura diversa, esto le confiere mayor estabilidad y mejor eficiencia energética. Sin embargo, la falta de lluvia, la baja asistencia técnica y la deficiente organización económica limitan su eficacia productiva (Muñoz, 1999).

La diversidad biótica de la parcela permite que en una misma área se alternen plantas que producen a diferentes tiempos. El elemento estructural fundamental de la parcela es el maíz que se alterna con plantaciones de maguey, nopal, frijol y haba, e inclusive, con algunas malezas de importancia alimenticia como: quelites, verdolagas, malvas, etc. Esta diversidad permite una extracción diferencial de los nutrimentos del suelo, lo que retarda un agotamiento, además de que algunos cultivos perennes actúan como barreras contra la erosión (Muñoz *op. Cit.*).

No obstante, la agricultura de temporal cada vez se vuelve más ineficiente y menos productiva y no alcanza a satisfacer las necesidades alimentarias de la población, ocasionando con esto una tasa alta de expulsión de gente que migra principalmente a los Estados Unidos, Distrito Federal y la capital del Estado. Las causas que determinan esta situación son muy diversas y complejas; sin embargo, entre las principales están: precipitación aleatoria, agotamiento y erosión del suelo, falta de asesoría técnica y falta de estímulos e incentivos productivos, entre otros.

Debido a la incertidumbre que hay en la producción agrícola, la gente tiene que recurrir a la recolección de especies vegetales silvestres de importancia, con el propósito de satisfacer parte sus necesidades prioritarias; lo que conlleva indirectamente a generar un impacto sobre la flora natural, alterando las poblaciones silvestres.

Un problema adicional, es la invasión y desmonte de áreas naturales con el propósito de introducir cultivos de temporal; por lo general, muchos de estos sitios no son aptos para la agricultura ya que se localizan sobre formas con pendientes inclinadas donde el suelo es delgado y pedregoso, lo que determina que en poco tiempo se erosione y se pierda. De todo lo anterior se puede concluir que, como lo cita Muñoz 1999, las áreas de temporal requieren de gran apoyo económico, bien encausado, sin caer en el sobreproteccionismo al que se ha llegado en otros sitios. Este apoyo tiene que estar dirigido hacia la implementación de programas de carácter productivo pero con trasfondo social.

Finalmente, en lo que al sistema de clasificación se refiere, cabe mencionar, que la Ciencia del suelo como todas las demás ciencias, está sujeta a cambios, es decir, a su actualización en función del avance del conocimiento que le da sustento, por lo que de la versión FAO/UNESCO 1968, modificada para México (1970), empleada para la elaboración de las cartas edafológicas por INEGI a la versión 1988 empleada en el presente trabajo, se han registrado variaciones en cuanto a la denominación de algunos grupos de suelos. En primera instancia, se modificó el nombre de las categorías que constituyen la clasificación, pasando de Unidad a Grupo mayor y de Subunidad a Unidad, así, los Litosoles, Rendzinas y Rankers fueron eliminados a nivel de Grupo mayor y ahora constituyen a los Leptosoles, diferenciados a nivel de unidad (Leptosol lítico, Leptosol rendzínico), los Regosoles de texturas gruesas se incorporaron a los Arenosoles, se introdujeron nuevos Grupos como los Lixisoles, Calcisoles, Gypsisoles y Antrosoles y se eliminaron otros como Yermosoles y Xerosoles. En el cuadro 17 se presenta la equivalencia de las unidades y/o subunidades clasificadas en este trabajo con respecto a las denominaciones empleadas en las cartas de INEGI.

En la misma tabla se observan las equivalencias con el sistema Soil Taxonomy (FitzPatrick, 1984), en este caso al correspondencia se da a nivel de Suborden y Grandes grupos, sin embargo, la correlación mejor definida corresponde a Feozem calcárico y Feozem háplico pues para el resto de las unidades la equivalencia establecida es la misma para ambas categorías del sistema FAO/UNESCO (Grupo mayor y Unidad) con lo cual se demuestra la escasa relación que existe entre ambos sistemas de clasificación. Lo

anterior tiene fines únicamente comparativos entre los dos sistemas que actualmente se encuentran más difundidos.

FAO/UNESCO 1970 (Subunidad)	FAO/UNESCO 1988 (Unidad)	SOIL TAXONOMY 1975
Fluvisol calcárico	Fluvisol calcárico	Fluvents (Suborden)
Rendzina	Leptosol rendzínico	Rendolls (Suborden)
Rendzina	Leptosol mólico	Rendolls (Suborden)
Feozem calcárico	Feozem calcárico	Vermudolls (Gran grupo)
Feozem háplico	Feozem háplico	Hapludolls (Gran grupo)
Regosol calcárico	Regosol calcárico	Orthents (Suborden)

Cuadro 17. Equivalencias en el sistema de clasificación FAO/UNESCO versión 1968, modificada para México (1970), empleada en la elaboración de las cartas por INEGI y la versión 1988 empleada en el presente trabajo y su comparación con el sistema Soil Taxonomy de los Estados Unidos.

VIII CONCLUSIONES

- Se identificaron cuatro Grupos Mayores de suelo y seis unidades, una de origen transportado (Fluvisol calcárico) y cinco de tipo residual (Leptosol rendzínico, Leptosol mólico, Feozem calcárico, Feozem háplico y Regosol calcárico).
- Se localizaron tres asociaciones que indican las relaciones morfogenéticas de los suelos y una elevada diversidad por unidad de paisaje. Lo cual se explica en términos de la gran heterogeneidad del relieve así como del material geológico.
- Los factores de mayor influencia sobre la génesis y evolución del suelo en orden de importancia: clima, material parental, relieve y vegetación, todos ellos involucrados en relaciones espaciales y de tiempo.
- Las comunidades vegetales se distribuyen de acuerdo al tipo de suelo, clase de roca y a la variación topográfica.
- Solo el matorral crasicaule mostró un patrón de distribución directo relacionado con rocas de origen ígneo y los suelos de tipo Leptosol mólico y Feozem háplico.
- Los tipos de suelo con mayor grado de alteración por las actividades humanas son el Fluvisol calcárico y el Feozem calcárico.
- La agricultura de temporal es la actividad de mayor importancia y la que mayor influencia ha tenido en el empobrecimiento y erosión del suelo.
- Los suelos que se encuentran menos perturbados son aquellos que son delgados, con alta pedregosidad y que se ubican en zonas con pendientes fuertes.

IX SUGERENCIAS

- Con la finalidad de frenar los procesos de deterioro del suelo se sugiere la reforestación de las zonas más afectadas con especies nativas capaces de formar suelo o de conservar lo que quede de este, dichas especies pueden ser *Agave lechuguilla* y *Prosopis laevigata* (mezquite) las que además poseen gran importancia para los pobladores pues de ellas obtienen diversos productos.
- La continuación de la captación de aguas de escurrimiento a través de microcuencas situadas a diversos niveles de las pendientes, lo que además permite la reducción de la erosión por arrastre continuo de sedimentos.
- El uso de abonos orgánicos a partir de la degradación de desechos vegetales propios de la zona para incrementar la fertilidad de los suelos con uso agrícola.
- El implemento de sistemas agroforestales que permitan el mejor aprovechamiento de los recursos vegetales, del suelo y proporcionen alternativas al impacto causado por el pastoreo.
- El desarrollo de huertos familiares cuya finalidad sea el rescate y propagación de diversas plantas con un potencial económico o bien que juegan un papel importante en la economía y vida cotidiana familiar.
- El cultivo del maíz en asociación con especies "estratégicas" con la finalidad de un aprovechamiento diversificado de nutrientes, mayor cubierta vegetal a los suelos agrícolas y el aporte de materia orgánica.
- La búsqueda de nuevas prácticas agrícolas que se adapten a las condiciones climáticas, que permitan llevar a cabo lo que se ha mencionado y sobre todo que se encuentren al alcance de los pobladores y que de alguna manera garanticen un mayor beneficio social.
- Todo lo anterior requiere de la participación de la comunidad para lo cual ya se han realizado labores de educación ambiental y capacitación comunitaria y como algo muy importante, se ha iniciado el establecimiento de un vivero comunitario en el que se pretende propagar especies de importancia alimenticia, forrajera y forestal.
- De manera general se sugiere continuar con las acciones que ya se han implementado en la zona y de ser posible idear nuevas alternativas de manejo de recursos que permitan, en la medida de lo posible, frenar los procesos de degradación que están ocurriendo en diferentes grados con los beneficios sociales a que esto pueda llevar, para lo cual se espera que la información generada por el presente trabajo sea de utilidad.

X BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, O.M.C. 1999. Propuesta de ordenamiento ecológico del municipio de Santiago de Anaya, Hgo. Tesis Licenciatura. Biología. Los Reyes Iztacala. UNAM.
- Aguirre, G.A. 1993. Química de los suelos salinos y sódicos. UNAM. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. México. 130 p.
- Blasquez, L. 1938. Memorias de la Comisión Geológica del Valle del Mezquital. Hgo. Instituto de Geología UNAM. México. 239p.
- Boul, S.W., F.D. Hole, R.J. McCracken. 1981. Génesis y clasificación de suelos. Trillas. México. 417p.
- Bohn, H.L. 1993. Química del suelo. Limusa. México.
- Buckman, H.O. 1966. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simon S.A. Barcelona.
- CONAZA. 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México. México. 160 p.
- Cuanalo de la Cerda, H. 1989. Manual de descripción de perfiles de suelo en campo. UACH. México.
- Duchaufour, P. 1984. Edafogénesis y clasificación. Edit. Masson. España. 493 p.
- FAO-UNESCO. 1988. Soil map of the world. Rome. 119 p.
- FitzPatrick, E.A. 1984. Suelos. Su formación, clasificación y distribución. CECSA. México. 430 p.
- Flores, M.G. 1972. Descripción y mapa de las unidades de suelos de la República Mexicana según el sistema de clasificación FAO/UNESCO. Direc. de Agrología. Secretaría de Recursos Hidráulicos.
- Foth, H.D. 1985. Fundamentos de la Ciencia del Suelo. CECSA. México.
- Garmendia, F.G. 1948. El álcali de los suelos de Ixmiquilpan, Hgo. Tesis Licenciatura. Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia. UACH.
- González-Quintero, L. 1968. Tipos de vegetación del Valle del Mezquital, Hgo. I.N.A.H. México.
- Hernández G.L.A. 1994. Uso potencial agrícola, pecuario y forestal en el Valle del Mezquital, Hgo. Tesis Licenciatura. Biología. UNAM. Campus Iztacala.
- Hernández, G., L. Flores, S. Sánchez, M. Maples, R. Alcalá y G. Villarreal. 1990. Presencia de metales pesados en un área del Distrito de Riego 03 Tula, Hgo. Taller Internacional de Reuso de agua en la Agricultura: Experiencia México-Israel. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos- Comisión Nacional del Agua. México.
- INEGI. 1981. Carta Edafológica México. Escala 1: 1,000,000.
- INEGI. 1982 Carta Topográfica. Ixmiquilpan, Hgo. F-14-C-79 Escala 1: 50,000.
- INEGI. 1982 Carta Topográfica. Pachuca. F-14-11 Escala 1: 250,000.
- INEGI. 1982 Carta Edafológica. Pachuca. F-14-11 Escala 1: 250,000.
- INEGI. 1982 Carta Geológica. Pachuca. F-14-11 Escala 1: 250,000.
- INEGI. 1982 Carta de uso de suelo y vegetación. Pachuca. F-14-11. Escala 1: 250,000.
- INEGI. 1994. Cuaderno Estadístico Municipal. Ixmiquilpan, Hgo.
- Jackson, M.L. 1976. Análisis químico de suelos. Ediciones Omega. 3a. ed. Barcelona. 662 p.
- Javier, G.J.L. 1995. Estudio macro y micromorfológico de los suelos del Valle de Tasquillo, Hgo. Tesis Licenciatura. Biología. Los Reyes Iztacala, Edo. de México.
- López, G.J. 1991. Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca baja del río Pílan-Casillas, Nvo. León, México. Tesis Doctorado en Ciencias. Biología. Facultad de Ciencias. México, D.F.
- López, R.E. 1982. Geología de México. Instituto de Geología. 3a. ed. México. 454 p.

- López,G.F y D.Muñoz,D.1987.Importancia de la relación Suelo - Planta y el aprovechamiento de recursos en los Valles de Ixmiquilpan y Actopan, Edo. de Hidalgo. 20 Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Zacatecas.
- López,G.F y D.Muñoz,I.1989. Ecología de la relación suelo-vegetación, en los municipios de Chilcuautla y Progreso, Edo. de Hgo. Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México.
- Mendoza,C.A ,D Muñoz,I. y F.López,G.1995.Manual de prácticas de Edafología. ENEP Iztacala. UNAM.
- Moreno, O.C. 1989. Levantamientos agrológicos. Edit. Trillas. México.
- Muñoz,I.D.1999. Estudio cartográfico y morfológico de los suelos de la porción sur del Valle del Mezquital. Tesis Maestría. Biología. Facultad de Ciencias UNAM.
- Muñoz, I.D y F.López,G. 1997. Programa de manejo integral de recursos e investigación participativa en el Alto Mezquital, Hgo.(Centro Piloto Dexthí-Valle del Mezquital). 1er Congreso Nacional para el aprovechamiento integral de recursos de zonas áridas. Unidad regional Universitaria de Zonas Áridas. UACH. Bermejillo, Dgo.
- Muñoz, I.D y F.López,G. 1990.Propuesta para el ordenamiento ecológico del uso del suelo en el Valle del Mezquital, Hgo. Memorias del XXIII Congreso Nacional de Ciencias del Suelo. Comarca Lagunera. México.
- Muñoz, I.D y F.López,G. 1987. Levantamiento edafológico del Valle de Actopan, Hgo. Memorias del XX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Zacatecas. México.
- Muñoz, I.D y F.López,G. 1986-1988. Levantamiento edafológico ecológico del Valle del Mezquital, Hgo. Trabajos de Biologías de Campo. ENEP-Iztacala. Inédito.
- Muñoz, I.D. 1997. Diagnóstico del uso del suelo en el Alto Mezquital, Hgo. Memorias del XVII Coloquio de Investigación. UNAM. ENEP Iztacala. 14-17 Octubre.
- Nery,G.H. 1976. Los levantamientos de suelos. Tesis Licenciatura. Ingeniero Agrónomo especialista en Suelos. Chapingo, Méx.
- Ordaz,Ch. V.M.1986. Estimación de las determinaciones análíticas requeridas para el sistema de clasificación FAO/UNESCO a partir de métodos específicos. Tesis Maestría. Especialista. en Edafología. Colegio de Posgraduados.
- Orozco,Ch F.1995.La cartografía nacional de los suelos de México. Simposio Universitario de Edafología. 25-27 Octubre. Facultad de Ciencias.
- Ortiz,S.C.A. y H.E.Cuanalo de la C. 1981. Introducción a los levantamientos de suelos. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Ortiz, S.C.A., D.Pájaro,H. y M. Del C.Gutiérrez,C. 1994. Introducción a la leyenda del Mapa Mundial de Suelos FAO/UNESCO, versión 1988. Colegio de Posgraduados. México.
- Pájaro,H D. y C.A. Ortiz, S.1989. Procedimiento para la cartografía de clases de tierras campesinas. Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. 20-25 Nov. Montecillo, Edo. De México.
- Porta, J. 1994. Edafología. Para la agricultura y el medio ambiente. Mundi- Prensa. Madrid.España.
- Rangel,C.S.1987.Etnobotánica de los agaves del Valle del Mezquital. Tesis Licenciatura. Biología. ENEP Iztacala UNAM.
- Rivera,D.J.M.1999.Clasificación de Suelos. 2da. Edición. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo.
- Rzendowski,J.1988. Vegetación de México. Limusa. 432 p.

- Sandoval, B.R. 1992 Levantamiento edafológico semidetallado en el municipio de Metztlán, Hgo. Tesis Licenciatura. Biología. ENEP Iztacala. Méx.
- SEDUE. 1984. S.I.E. experiencia piloto correspondiente a las zonas áridas. Direc. Gral. de Ordenamiento Ecológico.
- Soil Survey Staff. 1951. Soil Manual Agricultural handbook. No. 18. USDA. Washington, D.C.
- Subsecretaría de Recursos Naturales. 1996. Semamap.gob.mx.
- Thompson, L.M. y Troeh, F.R. 1982. Los suelos y su fertilidad. Edt. Reverté. España.
- UNAM-SEMARNAP. 1997. Diagnóstico socioeconómico ambiental del lugar en donde se encuentra asentado el Centro Piloto Dexthí y de su área de influencia. Programa de manejo integral de recursos Alto Mezquital UNAM. México.
- Velázquez, H.A. y G. Hernández. 1988. *Evaluación del contenido de metales pesados en el suelo y planta por el uso de aguas residuales sobre el rendimiento y calidad de los productos agrícolas en el Distrito de Desarrollo Rural de Mixquiahuala*. Hgo. Laboratorio de Edafología. Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México.

ANEXOS

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL F1

LOCALIZACIÓN: Al Este del poblado, rumbo a Orizabita.

GEOLOGÍA: Aluvión.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: 5%

USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal.

LIMITANTES: Falta de precipitación.

CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Fluvisol calcárico.

DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal – Dextrhi.

FACETA: Terraza.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR/ SECO	COLOR/ HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLA	TEXTURA	D. APARENTE (gr/cm ³)	D. REAL (gr/cm ³)	POROSIDAD %
A1	0 - 13	10YR6/2	10YR4/2	76.4	12	11.6	M. arenoso	1.51	2.47	61.13
C1	13 - 27	10YR6/2	10YR4/2	64.4	18	17.6	M. arenoso	1.50	2.34	64.10
2A1	27 - 42	10YR5/2	10YR4/2	79.6	8	12.4	M. arenoso	1.43	2.45	58.36
2B1	42 - 61	10YR7/2	10YR4/2	40	30	30	M. arcilloso	1.15	2.58	44.57
2B2	61 - 79	7.5YR6/2	10YR4/2	38	30	32	M. arcilloso	1.14	2.29	49.78
2B3	79 - 106	7.5YR6/2	10YR4/2	36.4	29.6	34	M. arcilloso	1.17	1.63	71.77

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG (%)	pH	C.I.C.T. meg/100g	Ca meg/100g	Mg meg/100g	Na meg/100g	K meg/100g	P ppm	Cl (%)	CO ₂ (%)
A1	0 - 13	1.17	7.83	12.64	11.71	2.82	5.28	1.41	10.4	1.22	11.33
C1	13 - 27	0.89	7.48	15.35	9.09	2.86	4.78	2.68	11.5	1.26	11.33
2A1	27 - 42	0.93	7.42	14.34	11.51	1.51	5.43	0.74	10.4	1.28	16
2B1	42 - 61	0.55	7.38	25.16	19.79	2.22	7.28	1.43	10.4	1.18	13.66
2B2	61 - 79	0.20	7.34	25.50	21	2.82	5.92	1.05	12	1.18	16.66
2B3	79 - 106	0.005	7.34	24.24	20.80	2.02	7.56	1.38	9.3	1.22	17

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL F2

LOCALIZACIÓN: Al Oeste del poblado rumbo al Puerto del Dexthi.

GEOLOGÍA: Material aluvial.

TOPOFORMA: Sistema de Tierras Malas.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: 4%

USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal y matorral de mezquite.

LIMITANTES: El clima y la erosión.

CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Fluvisol calcárico.

DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hgo

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal - Dexthi.

FACETA: Cantil fluvial.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (gr/cm ³)	D. REAL (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 68	7.5YR5/2	10YR4/2	34	34	32	M. arcilloso	1.09	2.25	48.44
C1	68 - 112	7.5YR6/2	10YR5/3	46	30	24	Migajón	1.23	2.43	50.61
2C2	112 - 143	7.5YR6/2					DISCONTI	LITOLÓGICA		
3C3	143 - 190	7.5YR6/2	10YR5/3	56	24	20	M. arcillo aren.	1.27	2.39	53.13

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG (%)	pH	C.I.C.T. (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	P (ppm)	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 68	2.20	7.8	27.04	15.95	5.85	9.67	9.55	19.4	1.2	18.33
C1	68 - 112	1.24	7.7	22.01	20.80	6.46	8.47	5.57	17	1.06	21.66
2C2	112 - 143				DISCONTI	NIJIDAD		LITOLÓGI	CA		
3C3	143 - 180	0.54	8.69	20.31	17.97	6.66	11.30	3.97	16.8	1.16	20

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL 11

LOCALIZACIÓN: Al Oeste del poblado, rumbo al Puerto del Dexthi.

GEOLOGÍA: Sedimentos calcáreos de la Formación Tarango.

TOPOFORMA: Lomerío.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: 5%

USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Cultivo de *Agave techuquilla*.

LIMITANTES: Falta de agua, relieve, escasa profundidad y pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Leptosol rendzínico.

DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal – Dexthi.

FACETA: Ladera.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLORI SECO	COLORI HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (g/cm ³)	D. REAL (g/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 28	10YR5/2	10YR4/2	64	4.4	31.6	M. arcillo aren.	1.01	2.21	45.70
2C1	28 - 76	7.5YR7/2	10YR6/3	65.6	28	6.4	M. arenoso	0.89	2.31	38.52
3C2	76 - 110	10YR8/2	10YR7/3	44.4	37.6	18	Migajón	1.19	2.29	51.96

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG (%)	pH	C.I.C.T. (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	P (ppm)	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 28	1.86	7.56	28.40	17.17	2.62	5.43	9.23	11.9	0.98	4.33
2C1	28 - 76	0.89	7.98	18.98	11.71	3.23	19.13	3.07	10.9	1.36	26.66
3C2	76 - 110	0.41	8.64	28.40	10.23	6.93	24.7	11.53	12.3	1.32	33.33

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL D1

LOCALIZACIÓN: Al Este del poblado, rumbo a Orizabita.

GEOLOGÍA: Roca sedimentaria, arenisca.

TOPOFORMA: Lomerío.

RELIEVE: Inclinado.

PENDIENTE: 16%

USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subinermé.

LIMITANTES: Falta de agua, pedregosidad, topografía

CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Leptosol rendzínico.

DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal - Dexthi.

FACETA: Ladera.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (gr/cm ³)	D. REAL (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 16	7.5YR6/3	10YR4/2	42	30	28	M. arcilloso	1.11	2.52	44.04
C1	16 - 30	10YR6/3	10YR5/3	46	32	22	Migajón	1.13	2.59	43.62
C2	30 - 38	10YR6/3	10YR5/4	48	22	30	M. arcillo aren.	1.26	2.46	51.21
C3	38 - 49	10YR7/3	10YR5/3	48	28	24	Migajón	1.27	2.51	50.59
C4	49 - 66	10YR7/3	10YR5/4	34	40	26	M. arcilloso	1.17	2.49	46.98
Cm5	66 - 90	10YR7/3	10YR5/4	52	28	20	Migajón	1.20	2.69	44.60

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG. (%)	pH	C.J.C.T. (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Na (mg/100g)	K (mg/100g)	P (ppm)	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 16	1.52	7.59	29.17	18.70	4.32	4.34	6.21	17.6	1.28	18.33
C1	16 - 30	0.54	8.13	26.66	20.40	9.89	7.28	3.26	18.9	0.82	18
C2	30 - 38	0.54	7.38	24.59	15.35	4.44	11.84	3.65	13	2.16	12.66
C3	38 - 49	1.31	8.15	23.1	17.57	5.85	11.65	5.57	17.8	2.9	15.33
C4	49 - 66	0.28	7.58	25.22	17.57	5.05	25	7.30	18.4	3.46	15
Cm5	66 - 90	0.20	7.54	39.17	17.97	6.26	25	11.55	15.2	2.44	7.66

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL D2

LOCALIZACIÓN: Al Este del Dextthi, rumbo a Ortzabita.
 GEOLOGÍA: Conglomerados y areniscas.
 TOPOFORMA: Terraza elevada.
 RELIEVE: Plano.
 PENDIENTE: 4%
 USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agostadero y agroforestal.

LIMITANTES: Falta de agua, pedregosidad, escasa profundidad.
 CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Leptosol rendzínico.
 DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal - Dextthi.
 FACETA: Plana.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR/ SECO	COLOR/ HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (g/cm ³)	D. REAL (g/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 20	7.5YR4/2	10YR3/3	79.6	9.6	10.8	M. arenoso	1.33	2.43	54.73
Ckm	20 - 35	7.5YR7/2	10YR6/2	--	--	--	--	1.04	2.32	44.82

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG (%)	pH	C.I.C.T. (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Na (mg/100g)	K (mg/100g)	P (ppm)	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 20	2.89	7.44	34.46	11.91	8.12	6.19	3.20	18.4	1.1	8.66
Ckm	20 - 35	2.89	8.27	36.34	12.87	8.25	5.62	1.66	20.2	1.12	55.66

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL A1

LOCALIZACIÓN: Al Norte del poblado, en la zona de Lomeríos.

GEOLOGÍA: Conglomerados ígneos.

TOPOFORMA: Lomerío.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: 30%

USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral del Fouquieria.

LIMITANTES: Clima, pedregosidad, pendiente, escasa profundidad.

CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Leptosol rendzínico.

DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal – Dexthi.

FACETA: Ladera.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR/ SECO	COLOR/ HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (gr/cm ³)	D. REAL (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 33	10YR4/2	10YR2/1	64.8	26	9.2	M. arenoso	1.16	2.25	51.55
C	33 - 51	7.5YR6/2	10YR4/3	62.9	22.1	15	M. arenoso	1.15	2.55	45

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG (%)	pH	C.I.C.T. (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	P (ppm)	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 33	8.3	7.7	35.6	27.3	5.8	4.06	2.7	15.26	0.74	14
C	33 - 51	5.5	8.2	30.0	22.5	5.4	2.95	0.17	16.14	0.6	45

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL A2

LOCALIZACIÓN: Al Norte del Dexthi, en la zona de lomeríos.
 GEOLOGÍA: Conglomerados igneos.
 TOPOFORMA: Lomerío.
 RELIEVE: Inclinado.
 PENDIENTE: 23%
 USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral de Fouquieria.

LIMITANTES: Clima, escasa profundidad, pendiente, pedregosidad.
 CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Leptosol rendzínico.
 DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal – Dexthi.
 FACEITA: Ladera.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (gr/cm ³)	D. REAL (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 29	10YR6/2	10YR3/2	57	32.1	10.9	M. arenoso	1.23	2.13	57.74
C	29 - 64	7.5YR7/2	10YR5/3	69	14	17	M. arenoso	1.46	2.55	57.25
R	64 - 82	7.5YR8/2	10YR6/2	79.1	12	8.9	Arena franco	1.56	2.46	63.41

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT.ORG (%)	pH	C.L.C.T. mg/100g	Ca mg/100g	Mg mg/100g	Na mg/100g	K mg/100g	P ppm	Cl (%)	CO ₃ (%)
A	0 - 29	5.07	7.9	33.7	22.1	7.0	3.51	0.57	8.25	0.58	22.6
C	29 - 64	2.1	8.5	30.9	29.5	5.4	3.51	0	10.29	0.56	24.3
R	64 - 82	1.3	8.6	35.3	25.2	6.4	2.95	0.17	11.02	0.8	20

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL K1

LOCALIZACIÓN: Al Sur oeste del Dextthi, en los límites del área de estudio.
 GEOLOGÍA: Andesitas y nolltas.
 TOPOFORMA: Cerro.
 RELIEVE: Ondulado.
 PENDIENTE: 20%
 USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicaulle.
 LIMITANTES: Pedregosidad, escasa profundidad, relieve.
 CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Leptosol mólico.
 DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal - Dextthi.
 FACETA: Ladera.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (temp)	D. REAL (temp)	POROSIDAD (%)
A	0 - 22	10YR4/2	10YR3/2	53.6	32	14.4	Migajón	1.01	2.07	48.79
R	22 - 27									

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG (%)	pH	C.E.C.T. meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	P ppm	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 22	4.65	6.9	28.86	11.88	5.28	7	1.92	11.4	1.36	0
R	22 - 27										

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL G2

LOCALIZACIÓN: Al Sur del poblado, rumbo a la Palma.
 GEOLOGÍA: Conglomerados y sedimentos calcáreos.
 TOPOFORMA: Meseta.
 RELIEVE: Plano.
 PENDIENTE: 3%
 USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral espinoso.

LIMITANTES: Pedregosidad abundante, escasa profundidad, clima.
 CLASIFICACIÓN FAUNESCO 1988: Leptosol mólico.
 DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal - Dextthi.
 FACETA: Plana

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR/ SECO	COLOR/ HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (ton/cm ³)	D. REAL (ton/cm ³)
A	0 - 29	10YR3/2	10YR2/1	56.9	26.1	17	M. arenoso	1.15	2.19
C	29 - 48	10YR3/2	10YR2/1	64.8	28	7.2	M. arenoso	1.13	2.14

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG. (%)	pH	C.C.T. (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Na (mg/100g)	K (mg/100g)	P (ppm)	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 29	8.4	7.9	41.0	29.3	3.5	2.95	1.08	17.6	0.7	4
C	29 - 48	9.6	8.2	44.1	34.3	5.8	4.06	1.15	10.15	0.54	7.6

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL H1

LOCALIZACIÓN: En el poblado, a un costado del invernadero.

GEOLOGÍA: Conglomerados y areniscas.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: 4%

USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Urbano.

LIMITANTES: Clima, erosión.

CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Feozem calcárico.

DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal - Dexthi.

FACETA: Plana.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (gr/cm ³)	D. REAL (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)
A1	0 - 15	7.5YR5/2	5YR3/1	52	24	24	M. arcillo aren.	1.18	2.38	49.57
A2	15 - 45	7.5YR5/2	5YR3/1	44	22	34	M. arcilloso	1.09	2.55	42.74
2C	45 - 90	7.5YR7/2	10YR5/3	66	18	16	M. arenoso	1.16	2.28	50.87

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG (%)	pH	C.I.C.T. (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	Na (meq/100g)	K (meq/100g)	P (ppm)	Cl (%)	CO ₃ (%)
A1	0 - 15	3.20	7.54	28.76	10.70	6.26	6.52	14.48	13.2	1.16	8.33
A2	15 - 45	1.95	7.38	30.78	14.14	4.04	7.06	7.69	12	1.1	3.66
2C	45 - 90	0.90	7.38	26.38	16.96	6.26	7.60	9.63	13.5	0.76	13.66

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL H2

LOCALIZACIÓN: Al Noroeste del poblado, rumbo al Puerto del Dexthi
 GEOLOGÍA: Conglomerados y areniscas.

TOPOFORMA: Lomerío.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: 5%

USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal, forestal no maderable, pecuario. FACETA: Ladera.

LIMITANTES: Clima, relieve, pedregosidad, capas endurecidas del subsuelo
 CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Feozem calcárico.

DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal – Dexthi.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR/ SECO	COLOR/ HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (gr/cm ³)	D. REAL (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 19	10YR5/2	10YR4/2	66.4	15.6	18	M. arenoso	1.16	2.40	48.33
A	19 - 30	10YR5/2	10YR4/2	67.6	19.6	12.8	M. arenoso	1.13	2.46	45.93
Ck2	30 - 66	10YR8/2	10YR6/3	64.4	23.6	12	M. arenoso	1.21	2.48	48.79
Ck2	66 -	5YR8/1	10YR6/3	50.4	37.6	12	Migajón	1.01	2.26	44.69

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT.ORG (%)	pH	CLCT. mg/100g	Ca mg/100g	Mg mg/100g	Na mg/100g	K mg/100g	P ppm	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 19	3.58	8.31	23.91	13.13	2.82	7.28	11.98	18.2	1.16	9.99
A	19 - 30	3.65	7.87	26.71	16.56	3.23	6.84	6.34	14.6	2.46	8.66
Ck2	30 - 66	1.24	7.23	29.96	19.59	5.05	20.10	3.65	21.8	5.14	14.33
Ck2	66 -	0.75	7.8	51.55	22.22	10.1	23.9	8.38	15.2	4.36	16.6

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL E3

LOCALIZACIÓN: Al Sureste del Dexthi.
 GEOLOGÍA: Conglomerados y areniscas.
 TOPOFORMA: Valle.
 RELIEVE: Plano.
 PENDIENTE: 5%
 USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal.

LIMITANTES: Falta de agua, erosión
 CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Feozem calcáctico.
 DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal – Dexthi.
 FACETA: Plana.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR/ SECO	COLOR/ HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (gr/cm ³)	D. REAL (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 25	10YR5/2	10YR4/2	70.4	15.6	14	M. arenoso	1.03	2.18	47.24
C1	25 - 40	7.5YR7/2	7.5YR5/2	73.6	17.6	8.8	M. arenoso	0.92	2.28	40.35
Ckm2	40 -									

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG (%)	pH	C.I.C.T. meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	P ppm	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 25	3.85	8.37	31.68	16.56	4.44	4.78	18.48	18.1	1.12	9.66
C1	25 - 40	1.62	7.59	39.95	25.45	6.26	8.36	21.37	12.4	4.84	21
Ckm2	40 -										

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL C1

LOCALIZACIÓN: Al Noreste del poblado.
 GEOLOGÍA: Conglomerados y areniscas.
 TOPOFORMA: Lomerío.
 RELIEVE: Ligeramente ondulado.
 PENDIENTE: 13%
 USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subserme, sistema productivo agroforestal.

LIMITANTES: Clima, topografía, pedregosidad.
 CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Feozem calcárico.
 DIVISION TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal – Dexthi.
 FACETA: Ladera.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR/ SECO	COLOR/ HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (g/cm ³)	D. REAL (g/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 14	7.5YR5/2	10YR4/2	65.6	17.6	16.8	M. arenoso	1.21	2.22	54.50
AC	14 - 18	10YR6/2	10YR4/2	71.6	18	10.4	M. arenoso	1.22	2.40	50.83
Cm	18 - 58	10YR6/2	7.5YR5/2	83.6	8	8.4	Arena franco	1.34	2.32	57.75

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG. (%)	pH	C.I.C.T. meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	P Ppm	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 14	3.65	7.85	27.22	12.72	6.50	5	5.51	14.6	1.04	12.66
AC	14 - 18	2.41	8.3	27.71	13.53	6.26	6.84	6.02	14.6	0.86	23.66
Cm	18 - 58	1.51	8.67	20.96	11.71	4.24	10.54	4.33	16.3	1.22	19.66

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL J1

LOCALIZACIÓN: Al Oeste, rumbo al Puerto del Dexthi
 GEOLOGÍA: Andesitas.
 TOPOFORMA: Cerro.
 RELIEVE: Ligeramente ondulado.
 PENDIENTE: 5%
 USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasiosulfifolio.

LIMITANTES: Escasa precipitación, relieve, afloramientos rocosos.
 CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Feozem háplico
 DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal – Dexthi.
 FACETA: Ladera.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR/ SECO	COLOR/ HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (gr/cm ³)	D. REAL (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 18	10YR4/3	10YR3/2	70.4	15.6	14	M. arenoso	1.20	2.5	48
AC	18 - 38	10YR5/3	10YR3/2	73.6	17.6	8.8	M. arenoso	1.29	2.45	52.65
R	38 - 41									

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG (%)	pH	C.I.C.T. (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Na (mg/100g)	K (mg/100g)	P (ppm)	Cl (%)	CO ₃ (%)
A	0 - 18	3.21	6.99	23.76	10.23	6.27	4.56	0.12	15.2	1.14	0
AC	18 - 38	2.54	7.21	23.52	5.45	6.54	5.43	0.10	13.9	1.16	0
R	38 - 41										

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL G1

LOCALIZACIÓN: En el cerro que se encuentra al Norte del poblado.

GEOLOGÍA: Riolitas.

TOPOFORMA: Cerro.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: 28%

USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicauale, pastoreo de caprinos.

LIMITANTES: Clima, frecuentes afloramientos rocosos, pendiente.
 CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Feozem háplico
 DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.
 PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo
 SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal – Dexthi.

FACETA: Ladera.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR/ SECO	COLOR/ HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (gr/cm ³)	D. REAL (gr/cm ³)	POROSIDAD (%)
A	0 - 32	7.5YR5/2	5YR2.5/2	42.8	36	21.2	Migajón	1.02	2.22	45.94
AC	32 - 45	10YR5/2	7.5YR4/2	38.8	38	23.2	Migajón	1.09	2.23	48.87
C1	45 - 68	10YR7/3	7.5YR5/4	36.8	36	27.2	M. arcilloso	1.08	2.38	45.37
C2	68 - 88	10YR8/2	10YR7/3	19.2	48	32.8	M. arcillo lim.	1.10	2.56	42.96

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG. (%)	pH	C.I.C.T. meg/100g	Ca meg/100g	Mg meg/100g	Na meg/100g	K meg/100g	P ppm	Cl (%)	CO ₃ (%)
A	0 - 32	6.9	8.1	37.5	23.7	9.4	4.61	5.1	17.6	0.64	7.9
AC	32 - 45	5.07	8.6	33.8	18.4	7.2	10.7	1.6	19.06	0.86	21
C1	45 - 68	3.6	9.2	32.6	19.2	6.8	13.46	3.58	10	0.88	21
C2	68 - 88	1.3	9.9	29	19.7	9.2	23.42	5.6	7.37	0.92	27.3

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL E1

LOCALIZACIÓN: Al Este del poblado, rumbo a Orizabita.
GEOLOGÍA: Conglomerados y areniscas.
TOPOFORMA: Valle.
RELIEVE: Ligeramente ondulado.
PENDIENTE: 10%
USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal, Matorral espinoso.

LIMITANTES: Falta de precipitación, escasa materia orgánica.
CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Regosol calcárico.
DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neovolcánico transversal.
PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal - Dextrh.

FACETA: Plana.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR/ SECO	COLOR/ HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (g/cm ³)	D. REAL (g/cm ³)	POROSIDAD %
A	0 - 10	10YR7/3	10YR6/3	40	40	20	Migajón	1.11	2.22	50
C1	10 - 25	7.5YR8/2	10YR6/3	34	52	14	M. limoso	1.08	2.48	43.54
Ck2	25 - 52	7.5YR8/2	10YR6/3	29.6	48.4	22	M. limoso	1.14	2.34	48.71
Ck3	52 - 70	7.5YR8/2	10YR6/3	50	34	16	Migajón	1.27	2.29	55.45

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG (%)	pH	C.I.E.T. meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	P g/cm ³	Cl (%)	CO ₂ (%)
A	0 - 10	0.27	7.40	24.19	13.73	2.82	6.19	2.02	10.6	1.16	22.33
C1	10 - 25	0.27	7.71	23.06	19.59	2.82	8.26	1.02	7.2	1.22	19.33
Ck2	25 - 52	0.34	7.85	21.61	16.76	9.09	13.80	2.62	10.7	1.42	23.86
Ck3	52 - 70	0.9	7.58	17.12	15.75	3.23	12.93	5.35	12.1	1.82	16.66

DATOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PERFIL E2

LOCALIZACIÓN: Al Sur del Dextrhi, rumbo a la Palma.

GEOLOGÍA: Conglomerados y areniscas.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: 3%

USO DE SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal, Matorral espinoso.

FACETA: Plana.

LIMITANTES: Escasa precipitación, erosión.
CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1988: Regosol calcárico.

DIVISIÓN TERRESTRE: Eje neotectónico transversal.

PROVINCIA ECOLÓGICA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

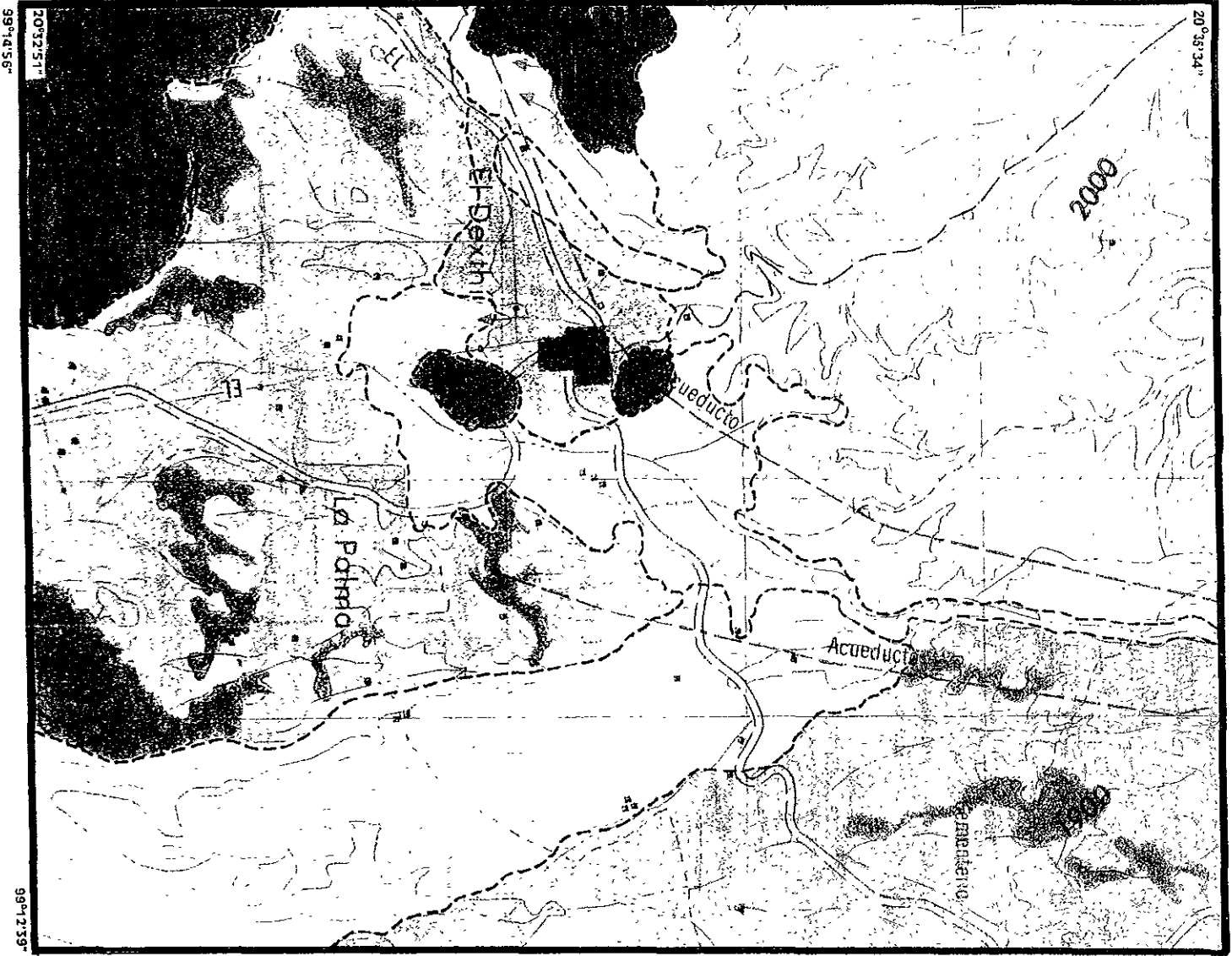
SISTEMA ECOGEOGRÁFICO: Cardonal - Dexthi.

HORIZ.	PROFUND. (cm)	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% ARENAS	% LIMOS	% ARCILLAS	TEXTURA	D. APARENTE (pH ₂ O)	D. REAL (potent)	POROSIDAD %
A	0 - 10	10YR6/2	10YR4/3	80.4	0	19.6	M. arenoso	0.98	2.12	46.22
2C1	10 - 26	7.5YR8/2	10YR6/3	68.4	21.6	10	M. arenoso	1.15	2.30	50
2Cm2	26 - 47	10YR8/1	5Y7/3	-	-	-	-	1.24	2.48	50
2Cm2	47 - 67	10YR8/1	5Y7/3	-	-	-	-	1.07	2.26	47.84

HORIZ.	PROFUND. (cm)	MAT. ORG. (%)	pH	C/CT (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Na (mg/100g)	K (mg/100g)	P (ppm)	C1 (%)	C2 (%)	C3 (%)
A	0 - 10	6.69	7.69	40.72	23.23	5.65	7.56	5.28	13	1.32	1.32	9.99
2C1	10 - 26	1.79	7.33	27.55	23.43	2.72	7.06	5.19	10.9	0.96	0.96	20.66
2Cm2	26 - 47	0.20	7.48	74.25	71.71	9.29	38.47	6.47	10.9	1.22	1.22	2.66
2Cm2	47 - 67	0.13	8.19	68.84	60.19	11.11	32.8	13.71	11.4	1.12	1.12	22.66

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

NOTA: Por motivos de impresión fue necesario hacer una pequeña reducción del 5% al mapa original cuya escala es de 1: 25 000, por lo que la escala real queda de 1: 23 750



	SIMBOLOGIA
VÍAS TERRESTRES	—————
TERRACERIA	—————
BRECHAS	-----
VEREDA	-----
RASGOS HIDROLÓGICOS	-----
ESCURRIMIENTO	-----
POBLADO	
CURVA DE NIVEL	

UNIDAD FAO 1988	CLAVE	SUPERFICIE (Ha)	%
FLUVISOL CALCÁRICO	Flc	150.65	8.49
LEPTOSOL RENDZINICO	Lpk	15.13	0.85
LEPTOSOL MOLICO	Lpm	102.63	5.78
FEOZEM HÁPLICO	Phh	5.26	0.29
FEOZEM CALCÁRICO	Phc	223.7	12.61
SUBTOTAL		497.37	28.02

ASOCIACIONES FAO 1988	CLAVE	SUPERFICIE (Ha)	%
LEPTOSOL RENDZINICO+FEOZEM CALCÁRICO	Lpk+Phc	228.28	12.87
LEPTOSOL RENDZINICO+REGOSOL CALCÁRICO	Lpk+Rgc	528.94	29.82
FEOZEM CALCÁRICO+REGOSOL CALCÁRICO	Phc+Rgc	362.5	20.43
FEOZEM HÁPLICO+LEPTOSOL MOLICO	Phh+Lpm	31.57	1.78
SUBTOTAL		1151.29	64.9

OTROS	CLAVE	SUPERFICIE (Ha)	%
EROSIÓN	EO	119	6.7
POBLADO	PO	5.9	0.33
SUBTOTAL		124.9	7.03
TOTAL		1773.56	100

**LEVANTAMIENTO EDAFOLÓGICO SEMIDETALLADO DEL TERRITORIO
DE LA COMUNIDAD DEL DEXTHI, IXMIGUILPAN, HGO.**

 ENEP IZTACALA UNAM	METROS 0 200 ESCALA 1:25,000 ELABORO María de los Ríos Dieguez ID Tercer congreso de Simposios
-------------------------------------	---

20°33'34" 99°14'56" 20°32'51" 99°12'39"