

0036

12
20



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

"ESTUDIO CARTOGRAFICO Y MORFOLOGICO DE
LOS SUELOS DE LA PORCION SUR DEL
VALLE DEL MEZQUITAL"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

(B I O L O G I A)

P R E S E N T A

DANIEL JESUS MUÑOZ INIESTRA

DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSE LOPEZ GARCIA



MEXICO, D. F.

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

271234



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A la memoria del Maestro Nicolás Aguilera Herrera.

Por haberme mostrado el camino de la Edafología y por creer en Mí.

Gracias.

A mi familia: Rosy, Edith, Ana María, Ivonne y Daniel,

Por que son la razón y el sentido de mi existencia.

A mi otra familia: Panchito, Mayra, Poncho y todos los edafoamigos,

Porque a través de Ustedes he conocido la amistad y sobre todo porque gracias a Uds. he vivido intensamente cada horizonte de mi vida.

A mi madre y hermanas,

Porque me sembraron en tierra fértil.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José López García, por haber aceptado la dirección de la tesis: gracias por su tolerancia y comprensión.

Al Dr. Norma E. García Calderón, porque siempre me ha escuchado y por las excelentes observaciones realizadas en la revisión de mi trabajo.

A la M. En C. María de Lourdes Flores Delgadillo, por su minuciosa revisión, lo que contribuyó con mucho a mejorar el escrito.

Al DR. Gilberto Hernández Silva, por el apoyo que me a otorgado y por las magníficas sugerencias que hizo en la revisión de la tesis.

Al Dr. David Flores Roman, por sus acertados comentarios y recomendaciones, mismos que fueron determinantes para mejorar el trabajo.

Al Dr. Jorge Enrique Gama Castro, por la revisión, los buenos comentarios vertidos, y más que nada, por su gran calidad humana.

Al M. en C. Miguel Ortiz Olguín, por sus muy acertadas sugerencias en la presentación de la tesis.

A la Dra. Patricia Dávila Aranda, por haberme depositado su confianza y sobre todo por motivarme para concluir la maestría: gracias: Paty.

A los Biólogos Francisco López G., Mayra Hernández M., Alfonso Soler A. y José Luis Armenta, por su invaluable ayuda en la edición y elaboración de la tesis.

A todos los Estudiantes de la carrera de Biología de la querida ENEP IZTACALA, que de alguna manera u otra contribuyó con el presente trabajo: disculpen las mal pasadas.

A la ENEP IZTACALA, en particular a la Carrera de Biología, por darme la oportunidad de tener un empleo digno, útil que me ha permitido crecer.

CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Marco Teórico	4
3.2 Antecedentes	7
IV. METODOLOGÍA	10
V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	13
5.1 Aspectos Físicos	13
5.1.1 Localización geográfica y política	13
5.1.2 Superficie, límites y acceso	13
5.1.3 Fisiografía	13
5.1.4 Geología	16
5.1.5 Hidrología	17
5.1.6 Climatología	18
5.1.7 Vegetación	21
5.1.8 Suelos	22
VI. RESULTADOS	23
6.1 Resultados del Uso Actual del Suelo e inventario de los Recursos de la zona de estudio	23
6.1.1 Generalidades	23
6.1.2 Flora y Fauna	25
6.1.3 Sistemas Agropecuarios	31
6.1.4 Asentamientos Humanos	42
6.1.5 Recursos Humanos	43
6.2 Resultados de los suelos identificados	49
6.2.1 Generalidades	49
6.2.2 Resultados de la descripción morfológica y caracterización física, química y ambiental de las unidades de suelo	51
VII. DISCUSION	88
7.1 Uso del suelo	88
7.2 Los suelos identificados	95
VIII. CONCLUSIONES	100
IX. BIBLIOGRAFIA	101
ANEXOS	106

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No.	PÁGINA
1. Localización del área de estudio.	14
2. Regionalización Fisiográfica del Valle del Mezquital	15
3. Climograma de la Estación Actopan	19
4. Climograma de la Estación Santiago	20
5. El Matorral Crasicaule	29
6. Paisaje de áreas de bosques	30
7. Paisaje típico de agricultura de riego	33
8. Panorámica de los sistemas de agricultura de temporal	39
9. Panorámica donde se muestran las condiciones de la vivienda.	47
10. Vista de un paradero donde se puede apreciar el tipo de transporte	48
11. Perfil representativo de la unidad Leptosol rendzínico.	60
12. Perfil representativo de la unidad Leptosol mólico.	61
13. Panorámica del paisaje asociado a los Leptosoles mólicos.	61
14. Perfil representativo de la unidad Feozem háplico.	70
15. Perfil representativo de la unidad Feozem calcárico.	71
16. Perfil representativo de la unidad Regosol calcárico	76
17. Panorámica representativa de la unidad Fluvisol éutrico	82
18. Perfil representativo de la unidad Vertisol éutrico	87
19. Uno de los principales problemas: La Erosión.	98
20. La erosión inducida por el cambio de uso del suelo	98
21. Acumulación excesiva de sales en el suelo	99

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No.	PÁGINA
1. Principales parámetros climatológicos y tipos de clima	21
2. Resultados del Uso Actual del Suelo	24
3. Producción en toneladas de los principales cultivos del DDR 063 zona de riego para el ciclo agrícola 93-94	32
4. Datos de superficie sembrada y producción de maíz y frijol de temporal para el ciclo 93-94	35
5. Población ganadera total del DDR 063,.	42
6. Datos de población total para 1990.	43
7. Población total con acceso a los servicios médicos y número de unidades médicas por localidad	45
8. Número de escuelas totales por nivel escolar para cada municipio.	45
9. Grupos mayores y unidades de suelo reconocidas en la zona de estudio	49
10. Superficies y porcentajes de las unidades de suelos identificadas en la zona de estudio	50
11. Esquemas morfológicos resumidos de los Leptosoles líticos.	56
12. Esquemas morfológicos resumidos de los Leptosoles éutricos.	57
13. Esquemas morfológicos resumidos de los Leptosoles mólicos.	58
14. Esquemas morfológicos resumidos de los Leptosoles rendzínicos	59
15. Esquemas morfológicos resumidos de los Feozems calcáricos	67
16. Esquemas morfológicos resumidos de los Feozems háplicos	68
17. Esquemas morfológicos resumidos de los Feozems háplicos con características vérticas.	69
18. Esquemas morfológicos resumidos de los Regosoles.	75
19. Esquemas morfológicos resumidos de los Fluvisoles éutricos	80
20. Esquemas morfológicos resumidos de los Fluvisoles calcáricos	81
21. Esquemas morfológicos resumidos de los Vertisoles éutricos	86

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal, el de hacer un estudio morfológico y cartográfico, que incluya una caracterización física y química, de los suelos de la porción centro-sur del Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo que sirva de base para establecer planes y programas tendientes a regular ecológica y socioeconómicamente el uso del suelo. El área estudiada se localiza en la porción centro-oeste del Estado de Hidalgo, en la región conocida como Valle del Mezquital e incluye a los municipios de: Actopan, Chilcuautla, Mixquiahuala, Progreso, San Salvador, Santiago de Anaya, y la parte sur de Ixmiquilpan. El trabajo se inició con una exhaustiva revisión de antecedentes; asimismo se hizo un análisis de la cartografía existente, posteriormente a través de la interpretación y análisis de rasgos y patrones registrados en fotografías aéreas se formuló un planteamiento hipotético con respecto a la diversidad, distribución y uso de los suelos en la zona. Como actividad complementaria, se realizó una revisión de aspectos socioeconómicos. Los sitios de muestreo se levantaron a través de perfiles edáficos a cielo abierto y por medio de barrenaciones. Los perfiles se describieron para obtener los datos de su morfología, reconociendo en ellos sus horizontes. Se continuó con la toma de muestras, mismas que se analizaron en el laboratorio donde se determinaron sus principales propiedades físicas y químicas. Por último, los suelos del área se caracterizaron, describieron e identificaron, para después elaborar la carta edafológica y de uso del suelo por métodos fotogramétricos convencionales. Los resultados obtenidos indican que la diversidad edáfica del área estudiada, es determinada en primera instancia por la acción climática y la naturaleza del material parental que, junto con las variaciones del relieve y vegetación, han sido los responsables de la morfología y propiedades de los suelos. Los tipos de suelos dominantes en el área estudiada son aquellos que desarrollan horizontes mólicos tales como: Feozem, Leptosol mólico y rendzínico; entre estos, se encuentran inclusiones de otros suelos formados por la acción de factores locales como es el caso de Fluvisoles, Regosoles y Leptosoles líticos. Los principales problemas de degradación de suelos que se detectaron en el área estudiada son: contaminación por el riego con aguas residuales, elevación del nivel freático, salinidad, erosión y empobrecimiento de nutrientes y materia orgánica. El uso del suelo está condicionado por las variaciones del relieve, la aptitud del suelo y, desde luego, por el desarrollo de las actividades socioeconómicas. El principal uso es el agrícola, tanto en la modalidad riego como de temporal, ya que ambos sistemas cubren casi la mitad de la superficie del territorio estudiado. Los ecosistemas cubren la mitad del territorio y se han conservado gracias a las características ambientales donde se encuentran (relieve inclinado, suelos delgados y pedregosos); sin embargo, no dejan de estar fuertemente perturbados sobre todo por el sobrepastoreo, la recolección y la tala desmedida. Por último, se sugiere realizar estudios de diagnóstico ambiental, ordenamientos territoriales, así como planes de desarrollo rural sustentable, con la finalidad de regular el desarrollo demográfico y económico y, sobre todo, para aprovechar adecuadamente todo el potencial de recursos naturales de la región. También se recomienda desarrollar programas abocados a la conservación de los recursos y a la restauración de todas las áreas que han sido ambientalmente degradadas y las que están en proceso de deterioro.

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es considerado como uno de los recursos patrimoniales más importantes y determinantes para la subsistencia de la humanidad. El conocimiento que se tenga de los suelos que se presenten en determinada porción geográfica es de gran significancia, ya que éstos son parte esencial del funcionamiento de los ecosistemas y agrosistemas, mismos que son base de la productividad y bienestar de la humanidad.

En los últimos 30 años el recurso edáfico se ha estado perdiendo a un ritmo muy rápido. Según datos proporcionados por especialistas de la FAO/UNESCO, cada año se pierden aproximadamente 6 millones de hectáreas de suelo en todo el mundo. Las causas que determinan esta situación son muy variadas y complejas; sin embargo, entre las más importantes están: la sobre explotación, el manejo erróneo, la escasa prevención y el uso impropio que soslaya la propiedad y naturaleza de los suelos.

Para atenuar todos estos problemas, lo primero que se tiene que hacer es conocer a fondo la diversidad y distribución de los suelos que hay en un sitio dado; esto implica estudiar el origen, morfología y composición física y química de los mismos. El cartografiado edafológico es el camino más viable para cubrir todo lo anterior, ya que constituye una investigación fundamental y utilitaria que se apoya actualmente en la percepción remota para brindar una perspectiva más completa y sinóptica de la relación suelo-ambiente.

Una vez conociendo bien las propiedades de los suelos, es posible programar su uso, además de darles un manejo diferencial acorde con su naturaleza; desde luego, complementando todo esto con programas de conservación que permitan aprovechar óptima y racionalmente el recurso, sin pasar por alto las condiciones socioeconómicas prevaletentes, ya que según nuestro punto de vista, el uso de los suelos debe tener primeramente un carácter social pero acorde a las peculiaridades ambientales.

Como todos sabemos, el uso de los suelos en nuestro país esta determinado básicamente por factores de tipo político y económico, relegando a un segundo plano la naturaleza ecológica de los mismos, si es que en algún momento se toma en cuenta. Esta situación es muy fácil de apreciarse; por ejemplo la mayoría de los suelos del Valle de México se caracterizan por ser planos, profundos y fértiles, por lo que su vocación natural favorece al desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias de alto rendimiento; sin embargo, lo que sucede es que todos estos suelos productivos han sido sepultados por el asfalto y las construcciones en donde vivimos. Por lo consiguiente, no nos extraña la multitud de problemas que tenemos tales como: inundaciones, derrumbes, agotamiento de acuíferos, alto riesgo sísmico, etc.

Por otro lado, si visitamos las regiones montañosas en donde los suelos son someros, pedregosos y con una pendiente muy inclinada, nos damos cuenta que en muchos sitios la vegetación natural ha sido retirada para introducir sistemas agropecuarios, normalmente poco eficientes, mismos que terminan por

erosionar el escaso suelo formado a través de miles de años, acelerando así los procesos de desertificación.

Estos dos ejemplos reales, son una clara muestra de que México necesita urgentemente, conocer y comprender bien las propiedades y naturaleza de los recursos edáficos con los que cuenta, a fin de programar ecológicamente su utilización. Para lograr esto, es necesario cartografiar a los suelos que ocurren en las diferentes regiones del territorio nacional, con y el propósito de conocer su diversidad, distribución, origen, morfología y sus propiedades físicas y químicas y ambientales.

El Valle del Mezquital (Estado de Hidalgo), es una región sumamente interesante desde varias perspectivas. Aquí se asienta el distrito de riego mas antiguo y el de mayor extensión en América Latina y, tal vez, también a nivel mundial que utiliza aguas residuales. Por lo consiguiente, los suelos de esta región han estado sujetos a un uso y manejo muy impactante que si bien en alguna época fue debidamente programado por la S.A.R.H., en la actualidad carece de una planeación adecuada, por lo que el uso que se hace del suelo es indiscriminado y obedece, más que nada, a intereses de índole político-económicos. Como consecuencia de lo anterior, se empiezan a manifestar una serie de problemas que si no se atienden con la debida prontitud y seriedad se corre el riesgo de que se presente alguna contingencia ambiental y la degradación completa del recurso suelo.

A pesar de que los suelos de esta región ha sido estudiados por varios investigadores, no se cuenta con un trabajo integral y completo que parta de lo general para ir a lo particular, en donde se toquen aspectos: de distribución, morfología y caracterización física y química, de cada uno de los suelos que se presentan en el Valle. La mayoría de los estudios realizados son muy parciales, aislados y, sobre todo, enfocados a las zonas de riego, que es en donde esta el interés de la mayoría; sin embargo, las áreas de temporal y las que aún conservan ecosistemas han sido un tanto cuanto marginadas por las investigaciones edafológicas.

Es por esto, que la presente investigación tiene como objetivo principal, el de hacer un estudio morfológico y cartográfico, que incluya la caracterización física y química de los suelos de la porción sur del Valle del Mezquital, (Estado de Hidalgo); que sirva de base para establecer los planes, programas y proyectos tendientes a regular ecológica y socioeconómicamente el uso del suelo.

II. OBJETIVOS

1. Generar información de los suelos de la porción centro sur del Valle del Mezquital con el propósito de conocer su diversidad, distribución, extensión y uso.
2. Describir la características morfológicas de las unidades edáficas identificadas, así como evaluar sus propiedades físicas y químicas, analizando aspectos generales acerca de su génesis.
3. Mapear e Identificar los suelos estudiados, utilizando la versión 1990 del Sistema de Clasificación de Suelos FAO-UNESCO.
4. Conocer el uso actual del suelo y hacer el inventario de los recursos vegetales y agropecuarios a través del cartografiado del uso del suelo.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Marco Teórico.

Es importante hacer una breve reseña de como surgen los primeros estudios del suelo, más que nada por que son la base en la que se sustentan los cimientos de la actual ciencia del suelo. Hay coincidencias por diversos autores (Simonson, 1968; Boul, 1981 y Fanning, 1989) en cuanto a que los primeros estudios en relación al suelo surgen en China hace aproximadamente entre 4000 y 5000 años, en donde se agruparon a los suelos en nueve clases según el nivel de productividad que tenían, lo que sirvió de base para fijar los impuestos de las tierras. Asimismo, según lo menciona Simonson *op. cit.* los griegos fueron de los primeros en reconocer la importancia que tiene el suelo en el crecimiento de las plantas, aunque al parecer, no hicieron intentos por diferenciarlos; como se sabe, no tenían una agricultura muy desarrollada ya que en la mayoría de sus ciudades se importaban alimentos de lugares vecinos a Grecia; sin embargo generaron la idea de que la "tierra" o suelo era uno de los elementos fundamentales de toda materia.

Por su parte, los romanos sí demostraron mayor interés en el suelo; en los escritos de los siglos I y II a.C., clasificaban a los suelos en orden decreciente, de acuerdo a la calidad productiva con respecto a ciertos cultivos importantes; así hablaban de suelos buenos y malos con respecto a algún cultivo. La primera clase la constituían los suelos buenos para viñedos y la última los que eran buenos solo para el cultivo de bellotas. Varron, 35 años a.C. escribe uno de los primeros libros sobre agricultura, en donde destaca la importancia del suelo. Posteriormente, Columela propone una forma de clasificar a los suelos basándose en su consistencia y en la capacidad que tienen para la producción de cultivos y pastos; de este modo, hablaba de suelos de consistencia firme, secos y pobres en nutrientes. El trabajo de Columela fue de las principales bases de referencia de los suelos durante doce siglos (Russell 1961, citado por Cortés, 1982).

Durante la Edad Media prevalecieron estos pensamientos, en donde el suelo sólo era visto en relación a su valor productivo como medio del crecimiento de las plantas cultivadas, sin considerarlo aún como un cuerpo natural e independiente y, mucho menos, con un origen propio. En los siglos XVIII con los avances de la química, principalmente con las aportaciones de Davy (1813) y Liebig (1843), se destacó la importancia del suelo en la nutrición vegetal, aplicando estos conocimientos al incremento de la producción agrícola. De este modo, surgen las teorías orgánicas y mineral de los nutrientes de las plantas. (Cortés, *ibíd.*)

A finales del siglo XVIII y principios del XIX, con el surgimiento y desarrollo de la geología como ciencia independiente, se da un gran salto en el conocimiento de los suelos, sobre todo gracias al impulso metodológico aportado por los geólogos, quienes fueron los primeros en estudiar al suelo en su profundidad y, sobre todo, relacionándolo con su origen (Fanning, *op cit.*) .

Aunque se amplió más el campo del estudio del suelo, éste seguía considerándose como un componente más del material geológico, por lo que era descrito en términos de su composición mineral. Así Eaton y Beck (1820), citados por Cortés 1982, señalan que el suelo estaba constituido por fragmentos pequeños de roca. Ruffin (1832) citado por Simonson (1968), clasificó a los suelos según su mineralogía, diferenciándolos en tres grupos: tierras silíceas, calcáreas y aluminicas; además señaló que estas tres tierras se encontraban mezcladas con material orgánico en putrefacción y agua. Por su parte, Hitchcock (1838) clasificó a los suelos de acuerdo a su composición y tiempo de formación, creando 13 clases en las que destacan los suelos del Terciario y los suelos de Aluvión.

Hilgard en 1860, hizo contribuciones muy valiosas que ayudaron a perfilar el surgimiento de la ciencia del suelo, sobre todo por su interés en los procesos involucrados en el origen de los suelos. Fue de los primeros en vincular al suelo con el medio, a través de su teoría del intemperismo de las rocas por acción de los agentes atmosféricos. Otro geólogo que también se interesó en el estudio de los suelos fue Fallow (1862) quien los clasificó de acuerdo a su granulometría (Buol, 1981).

Hasta aquí el suelo había sido estudiado por geólogos o químicos y no era considerado como un manto individual, con evolución y desarrollo propio, no fue sino hasta que Dokuchaev (1883) en Rusia, concibió a los suelos como entes naturales dinámicos y tridimensionales con una forma determinada, la cual varía de acuerdo a la acción de factores ambientales. Con esta nueva percepción, le da al suelo un lugar independiente como objeto de estudio dentro de la corteza terrestre, lo que justificó el nacimiento de la Ciencia del Suelo.

Dokuchaev en su célebre monografía sobre los Chernozem de Rusia (1883), explica que los suelos son el resultado de relaciones complejas de factores ambientales, en lo particular del clima, plantas, animales, roca madre, relieve y edad de los paisajes. Posteriormente, publicó varios artículos sobre la formación de suelos y donde propone clasificarlos de acuerdo a sus propiedades y a los factores que los forman. Con estos nuevos conceptos y fundamentos se da inicio a una nueva disciplina que es la actual ciencia del suelo, que fue divulgada a todo el mundo, principalmente por los discípulos de Dokuchaev, concretamente Sibertzev y Glinka (Cortés *op. cit.*).

Sibertzev en 1901 publica el primer curso sobre suelos donde plantea su teoría clásica de la zonalidad, sostiene que ciertos tipos de suelos están relacionados sólo con ciertas zonas climáticas vegetacionales. Esta teoría se constituyó más tarde en la base de los actuales sistemas de clasificación. Por su parte, Glinka tuvo una vida mucho más larga y productiva; sobre todo, fue el principal promotor de la ciencia del suelo en el mundo occidental, a través de sus libros: Los tipos de formación de suelos, clasificación y distribución geográfica (1914); los Grandes grupos del suelo del mundo (1927) y su tratado sobre la Ciencia del suelo (1931) (Simonson 1968).

Precisamente Glinka fue quien propuso el uso de los símbolos **ABC** para identificar y distinguir a los horizontes genéticos del suelo.

Los conocimientos generados por la escuela rusa fueron muy lentamente divulgados, particularmente en el continente americano. Uno de los primeros científicos en retomarlos fue Coffey quien, en 1912, publicó una descripción de la escuela rusa de la ciencia del suelo. Sin embargo, el gran introductor de la nueva edafología rusa en América fue Marbut quien, en 1928, leyó un libro de Glinka del que quedó profundamente impresionado e influenciado, y que por su posición de jefe del Departamento de Suelos y por el gran prestigio que como científico del suelo tenía, le fue relativamente fácil empezar a introducir los conocimientos de los rusos a los Estados Unidos en donde, a partir de este momento, se le dio mayor importancia a la influencia que tiene el clima y la vegetación en la formación del suelo, restándole menor peso al factor geológico. Las ideas principales de Marbut quedaron plasmadas en su libro Atlas de la Agricultura Americana donde presenta un sistema de clasificación de suelos (Fanning, 1989).

De esta manera se da inicio el desarrollo moderno de la ciencia del suelo americana. Los sucesores de Marbut Baldwin, Kellogg y Thorp (1938) plantearon para ese, entonces un tercer intento de sistema de clasificación de suelos, mismo que constituyó la piedra angular del sistema taxonómico de los Estados Unidos denominado como *Séptima Aproximación*, desarrollado entre otros por Smith y Kellogg (1960), que derivó en el actual sistema mejor conocido como *Soil Taxonomy* (1975).

Por otra parte y en cierta forma paralela, se dio el desarrollo de otro importante sistema de clasificación de suelos, conocido como Sistema FAO, que surge en 1961 por recomendación de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo por iniciativa de la FAO/UNESCO y cuyo propósito fundamental era el de generar un mapa mundial de suelos y dotarlo de una leyenda propia. El proyecto se inició con la participación de científicos de todos los continentes, quienes a través de arduas reuniones de trabajo denominadas seminarios de correlación, lograron ir estableciendo las bases del sistema, por medio de varios intentos y aproximaciones (SARH 1978).

Este sistema aunque no es propiamente una clasificación taxonómica, ha sido muy utilizado en todo el planeta y se ha adoptado como un sistema universal de comunicación entre todos los científicos del suelo del mundo. El sistema también ha tenido un proceso largo de evolución y continuamente se ha estado adecuando al actual nivel de conocimientos que se tienen de los suelos en el planeta.

Particularmente en México, el desarrollo de la edafología se ha dado gracias al esfuerzo y dedicación de mucha gente que ha creado escuelas, en donde se han dado a la tarea de formar científicos y profesionales de la ciencia del suelo y sobre todo han generado una infraestructura para el desarrollo de la investigación científica. El avance de la edafología en México se ha dado principalmente por gente egresada de las carreras de: Biología, Agronomía, Química e Ingeniería, entre otras, ya que en nuestro país no existe como tal una carrera de Edafólogo. Entre estas gentes pioneras y visionarias dentro del campo edafológico destaca el Maestro Nicolás Aguilera Herrera, fundador de la rama de suelos en el Colegio de Posgraduados (1959), del Laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias

(1965) y del Departamento de Edafología en el Instituto de Geología (1973), y a quien el autor le debe su formación dentro del campo de la Edafología.

Sin embargo, el conocimiento del suelo en México no es reciente ya que como lo han citado diversos autores, las culturas mesoamericanas entre las que se pueden señalar a los Mayas, Mexicas, Toltecas y Otomíes, poseían un nivel de conocimientos del suelo verdaderamente asombroso para el momento histórico que les tocó vivir; como ejemplo está el desarrollo de los excelentes sistemas chinamperos creados por los Xochimilcas y Tlahuicas, y perfeccionados por los Aztecas, así como el conocimiento que tenían de los suelos con tepetate.

Por último, sólo queda comentar que el auge de los levantamientos edafológicos se da a partir de 1927, por la Comisión de Irrigación, con la finalidad de crear los primeros distritos de riego del país. Posteriormente, esta tarea fue continuada por la Dirección de Agrología de la SRH. Desde 1968 a la fecha el cartografiado de los suelos de México, ha sido encomendado de manera oficial a la SPP por medio de la entonces DEGETENAL, ahora INEGI.

3.2 Antecedentes.

La zona de estudio ha sido analizada por diversos investigadores, quienes la han abordado desde distintas áreas del conocimiento.

Entre los estudios más antiguos, están los realizados en los años 30s, por el llamado Instituto de Investigaciones del Mexe, Hgo. realizó un trabajo de aproximación acerca de las condiciones geográficas del Valle, aquí se tocaron de un modo general algunos aspectos de flora, fauna, clima, suelos y recursos minerales (citado por la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, 1966).

Helia Bravo en 1936, hace una investigación florística y geobotánica del Valle de Actopan, en donde reporta una lista muy rica de especies vegetales de la región. Blásquez (1938), investigador de la entonces Comisión Geológica del Mezquital (Instituto de Geología, UNAM), presenta un estudio geológico bastante completo y detallado, en donde considera cuestiones como geología histórica, estratigrafía, litología, mineralogía y agroclimatología. Mayagoitia en (1959), elaboró un informe general acerca de las propiedades físicas y químicas de algunos suelos de la región.

Seegerstron (1962), realiza un excelente trabajo de cartografía de las formaciones y grupos geológicos de la porción centro y noroeste de Hidalgo; además, presenta una descripción muy detallada de cada una de ellas.

Fernández (1964), desarrolló una investigación etnológica de los pobladores del Mezquital, en donde muestra sus orígenes, costumbres, mitos y organización del pueblo Otomí.

González-Quintero (1968), publica el libro titulado "Tipos de vegetación del Valle del Mezquital"; en el que identifica y describe todos los tipos de vegetación,

además de presentar un pequeño croquis en donde muestra su localización aproximada .

La SARH a través de sus Distritos de Riego 03 y 100, llevó a cabo diversos estudios agrológicos con la finalidad de seleccionar los mejores suelos para incorporarlos a los sistemas de riego. En estos trabajos se describen las propiedades de las series de suelos que ellos reconocieron.

Investigadores como Mascareño (1975) y Gutiérrez (1982) han monitoreado la región, con el objeto de medir la tasa de acumulación de metales pesados en el suelo.

El INEGI en 1982, edita la Carta Edafológica Pachuca a escala 1:250,000, en donde de una manera general y, a nivel de asociaciones, se cartografían los principales suelos.

García, *et. al.* (1988), muestran los resultados de su investigación acerca de la acumulación de Pb, Cr y Cd, en suelos y plantas regadas con aguas residuales en el distrito de riego de Mixquiahuala, descubriendo que los metales se encuentran dentro de los límites permitidos; sin embargo, hallaron niveles ligeramente altos en plantas de chile.

En 1989, la Fundación Friedrich Ebert, presenta una antología en la que Sergio Silva hace una evaluación sobre el impacto que tienen las aguas negras sobre los procesos sociales del Valle. Por otra parte Hernández, G. y su grupo de investigación del Instituto de Geología de la UNAM (1989), monitorearon el comportamiento de metales pesados en suelos irrigados con aguas negras, encontrando que el Pb, Cr y Cd mostraron un ascenso con respecto al muestreo que realizaron otros investigadores en 1979.

En 1990 Carrillo *et al.*, también trabajando con metales pesados, reportan que tienden a acumularse principalmente por donde entra el agua de riego a la parcela, disminuyendo gradualmente hasta el dren de salida.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, en 1990, presenta los resultados de la investigación titulada "Balance hidráulico y de sales en el Distrito de Riego 03, DDR 063, Mixquiahuala, Hgo.

La Comisión Nacional del Agua en 1991, da a conocer un informe sobre el aprovechamiento de aguas residuales en el Valle, en él se hace un diagnóstico ambiental y se exponen una serie de recomendaciones para mitigar el impacto del riego.

Hernández, L. 1994, presenta una tesis acerca del uso potencial, agrícola, pecuario y forestal de los suelos del Valle del Mezquital, en donde da un esquema completo de la evaluación de tierras, mostrando superficies de cada clase de uso, representándolas en material cartográfico.

También en 1994, López, F y Muñoz, D. muestran un trabajo acerca de la evaluación de recursos, daño ambiental y propuesta de planeación ecológica para el uso del suelo del Valle del Mezquital, en donde plantean una zonificación del uso del suelo.

Siebe, C. 1995, da a conocer un trabajo en el que evalúa la influencia que tienen las aguas residuales en el contenido de nutrientes de algunos suelos del DDR 063 del Mezquital, hallando que se ha dado un efecto positivo al incrementarse los contenidos de nitrógeno, fósforo y materia orgánica.

Buenrostro y otros autores en 1995, comunican los resultados de su investigación sobre una evaluación de la concentración de algunos elementos químicos en hortalizas y suelo, descubriendo que el Zn presentó valores bajos, el Fe altos, y el Cd y Cr en cantidades tóxicas; asimismo, detectaron que a nivel de la raíz y tallo de la planta es donde se acumulan los metales pesados.

Por último, Cantú, *et. al.* (1995), presentan una tesis que tuvo por objetivo el evaluar los niveles de contaminación por metales pesados en agua, suelo y sedimentos, así como del grado de toxicidad inducido por los contaminantes en dichos cuerpos. Encontraron que entre los sitios más afectados, están, las áreas aledañas a la presa Endhó, Río Salado y el canal principal Tlamaco-Juandho.

IV. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en la presente investigación siguió un camino deductivo, en donde se parte de lo general a lo específico; es decir, se buscó siempre tener un panorama completo, sistemático e integrativo en relación a los suelos de la zona. Todo se abordó por medio de una estructura metodológica jerárquica que avanza a través de niveles de estudio, que como ya se dijo, van de lo general a lo particular.

Las bases teórico-metodológicas, para el levantamiento, mapeo y cartografiado de los suelos, fueron tomadas de las referencias metodológicas propuestas por la Dirección General de Geografía del Territorio Nacional a través de su publicación denominada "Guías para la interpretación de cartografía Edafológica" (1981) y de las sugerencias metodológicas de Ortiz-Solorio y Cuanalo de la Cerda en sus publicaciones "Metodología del levantamiento fisiográfico" (1978) e "Introducción a los levantamientos de suelos" (1981).

Para las cuestiones de campo, mismas que implicaron la descripción de perfiles edafológicos y levantamiento de información paisajista y ambiental, se tomaron en consideración "El manual para la descripción de perfiles en campo" de Cuanalo de la Cerda (1981) y el "Tratado de edafología Tomo I" de Nicolás Aguilera H. (1989). En las técnicas para el análisis físico y químico de las muestras de suelo, se siguió la "Guía de prácticas de edafología" de Domínguez I y Aguilera N. (1980) y el libro "Análisis químico de suelos" de Jackson M.L. (1976).

En el primer nivel de estudio, se hizo un reconocimiento de toda el área a estudiar, utilizando para esto técnicas fotointerpretativas en donde, a través de la interpretación y análisis de rasgos y patrones registrados en fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro escala 1:50,000, se analizaron ópticamente con estereoscopios. Posteriormente se formuló un planteamiento hipotético con respecto a la diversidad, distribución y uso de los suelos en la zona de estudio. El análisis e interpretación de las imágenes registradas en las aerofotos se hizo bajo los siguientes criterios:

- a) Análisis de referencia: en donde se efectuó un reconocimiento de los límites y extensión del área bajo estudio, así como de vías de comunicación, rasgos culturales y toponimia.
- b) Análisis fisiográfico: a partir del cual se detectan e identifican las distintas unidades fisiográficas. También se reconocen las geoformas y pendientes.
- c) Análisis litológico: mediante el cual y con ayuda de material bibliográfico y cartográfico, se hace un reconocimiento de los grupos y formaciones geológicas que se presentan, así como de los tipos de rocas que las conforman.
- d) Análisis del patrón de escurrimientos: en donde se estudian las formas, densidades y distribución de los sistemas naturales de drenaje superficial, con

el propósito de inferir diversos aspectos relacionados con la permeabilidad, textura, estructura y resistencia a la erosión de rocas y suelos.

e) Análisis de tonalidades y texturas: el cual permite de una manera hipotética, vislumbrar la distribución espacial y contactos entre los distintos tipos de suelos detectados.

f) Análisis de uso del suelo: en donde se reconocen, localizan y evalúan los diversos tipos de vegetación, además de identificar los distintos usos que se les da a los suelos (agrícola, pecuario, forestal, urbano, industrial, etc.).

g) Análisis climático: que por medio de cartas y registros meteorológicos, se estudia el comportamiento de los parámetros climáticos tales como: temperaturas medias, máximas y mínimas, precipitación, incidencia de heladas y granizadas entre otros, con el propósito de correlacionarlos con los procesos de formación del suelo.

Como actividad complementaria, se realizó una revisión actualizada de aspectos sociales en donde se incluyeron datos demográficos y de servicios. Este tipo de información es muy útil para entender mejor la relación suelo-hombre y sobre todo para identificar los diferentes impactos que reciben los suelos por su utilización.

Una vez concluido lo anterior, se procedió a realizar el plan de trabajo de campo. Sobre las fotografías aéreas se determinaron los puntos de verificación, en función de los criterios ya mencionados en la etapa previa y respetando la densidad mínima requerida de muestreo, la cual está en relación directa con la escala y nivel de detalle. La densidad de muestreo fue de una verificación por cada 1000 hectáreas. Los sitios de muestreo se cubrieron a través de perfiles a cielo abierto de 2 X 1.5 de largo y ancho, por 2 m de profundidad o hasta llegar a un contacto litico o para-litico. También se hicieron algunas barrenaciones complementarias, empleando para ello barrenas de broca y de cilindro.

El segundo nivel de estudio, es el correspondiente al trabajo de campo; éste se inició con un recorrido por toda la zona con el propósito de conocerla y sobre todo de correlacionar los paisajes con las imágenes fotográficas previamente fotointerpretadas, y también, para localizar los puntos de verificación. Después, se procedió a abrir los perfiles para describirlos morfológicamente reconociendo en ellos sus horizontes, por medio del sistema cualitativo universalmente conocido como **ABC** y de acuerdo a los criterios de descripción establecidos por Cuanalo (1981) y Aguilera (1989).

Cada horizonte fue caracterizado morfológicamente por su color, grado de compactación o cementación, plasticidad, adhesividad, textura, consistencia, contenido de raíces, presencia de concreciones e intrusiones y pH. Además, se incluyeron datos ambientales relativos a la geología, geomorfología, relieve, pendiente, clima, vegetación y todo lo concerniente al uso del suelo. Esto se continuo con la toma de muestras que, para los perfiles fue por horizontes y para las barrenaciones por profundidades. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas.

El tercero y último nivel de estudio fue el análisis físico y químico; para esto, las muestras ya secadas y tamizadas con una criba de malla 10, fueron sometidas al siguiente análisis:

- 1) Color: por medio de las tablas de color de Munsell.
- 2) Densidad aparente: por el método de la probeta, (Baver 1961).
- 3) Densidad real: por el método del picnómetro.
- 4) Textura: por el método de Bouyoucos (1963).
- 5) Materia orgánica: por el método Walkey-Black (1947).
- 6) pH: Con un potenciometro y con una relación suelo-agua de 1: 2.5.
- 7) Intercambio cationico total: extrayendo con acetato de amonio pH 7 y titulando con EDTA.
- 8) Calcio y magnesio intercambiables: extrayendo con acetato de amonio pH7 y titulando con EDTA.
- 9) Sodio y potasio intercambiable: por flamometría.
- 10) Cloruros: por el método de Mohr.
- 11) Carbonatos y bicarbonatos: por el método de la fenolftaleina (volumetría).

Después de esta etapa se caracterizaron, describieron e identificaron a todos los tipos de suelos detectados. Así, la información adquirida a través de los distintos niveles de estudio cubiertos por la investigación, se correlacionó e integró con el objeto de analizar la presencia de los suelos en el área de estudio.

Acto seguido, se efectuó la fotointerpretación confirmativa y definitiva sobre las aerofotos en donde se representaron gráficamente los distintos tipos de suelos. Por ultimo, se hizo la restitución fotogramétrica con la finalidad de vertir la información plasmada en las fotografías aéreas a un plano base topográfico de escala 1:50,000; para este fin se uso un Stereosketch de marca Wild.

V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL ESTUDIO

5.1 Aspectos físicos.

5.1.1. Localización geográfica y política.

El área estudiada por la presente investigación se ubica entre los paralelos 20° 30' y 20° 15' de latitud Norte y los meridianos 99° 17' y 98° 50' de longitud Oeste con una altitud mínima de 1800 y una máxima de 2700 m.s.n.m. Políticamente se localiza en la porción centro-oeste del Estado de Hidalgo, en la región conocida como Valle del Mezquital e incluye a los municipios de: Actopan, Chilcuautla, Mixquiahuala, Progreso, San Salvador, Santiago de Anaya y la parte sur de Ixmiquilpan.

5.1.2. Superficie, límites y acceso.

La extensión de la zona estudiada es de aproximadamente 110,800 ha. Limita al norte con los Municipios de Cardonal, Metztitlan e Ixmiquilpan; al oeste con Alfajayucan, Chapatongo y Tezontepec; al este con Atotonilco el Grande y Mineral el Chico, y hacia el sur con el Arenal, Francisco I. Madero y Tlahuelilpan.

El acceso al área es por la carretera Federal No. 85, México-Laredo misma que pasa por los poblados de Pachuca, Actopan, Ixmiquilpan y Tasquillo. El otro acceso es a través de la carretera México-Tula pasando por los poblados de Mixquiahuala, Progreso y Chilcuautla.

5.1.3. Fisiografía.

De acuerdo al esquema de regionalización fisiográfica propuesta por SEDESOL (1993), la región de estudio queda comprendida dentro de las zonas árida y templada, la primera cubre la mayor extensión y la segunda sólo se restringe a una pequeña franja ubicada en la porción nornoroeste donde se da una transición climática. Dentro de la zona árida queda incluida la Provincia Ecológica No. 52 "Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo" y comprende a los sistemas ecogeográficos Tlaxcoapan (No. 25) y Dorodeje Boxasni (No. 26). Por lo que respecta a la porción comprendida en la zona templada, pertenece a la Provincia Ecológica No. 30 "Karst Huasteco" abarcando parte de los sistemas ecogeográficos El Sauz (No. 22) y Agua Hedionda (No. 20).

El Valle del Mezquital está conformado por un conjunto de valles longitudinales producto de la génesis y evolución geomorfológica de la región. Entre los procesos estructurales responsables de los distintos paisajes que se han formado, están, levantamientos, plegamientos tectónicos y, sobre todo, fenómenos volcánicos. Todas las estructuras formadas han ido cambiando considerablemente a través del tiempo por efecto de las fuerzas erosivas que han dado a la zona su actual aspecto.

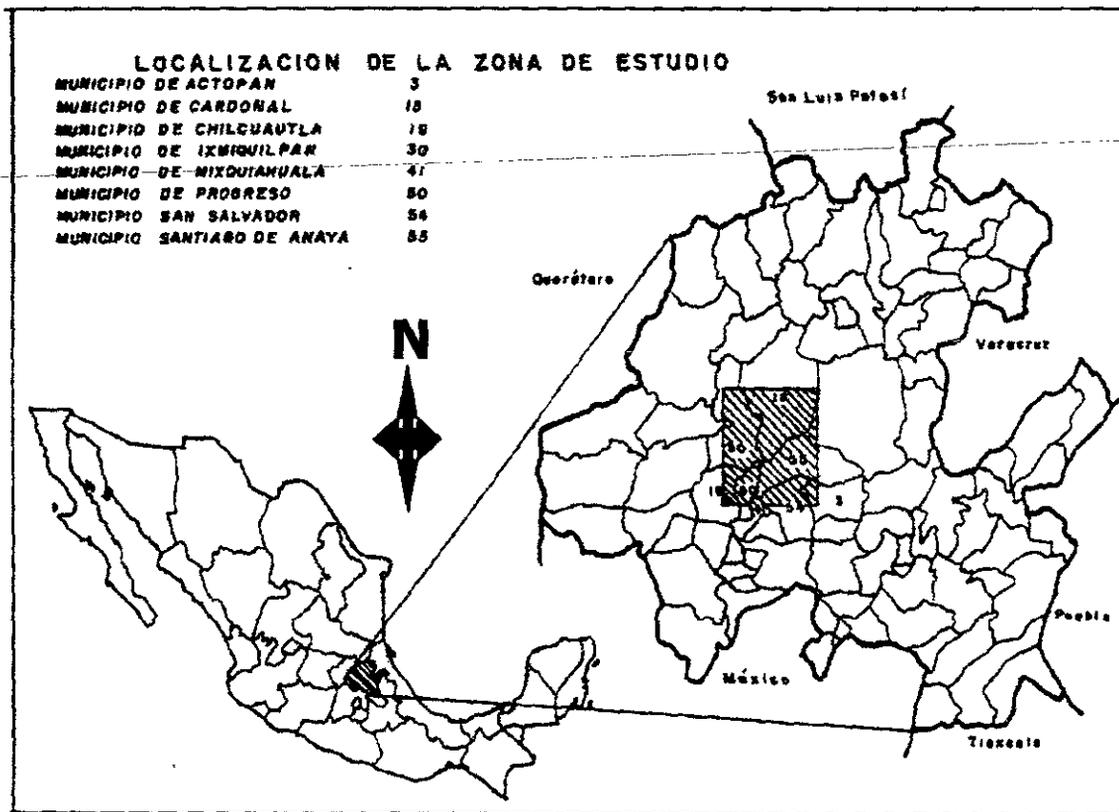


Fig.1. Localización del área de estudio.

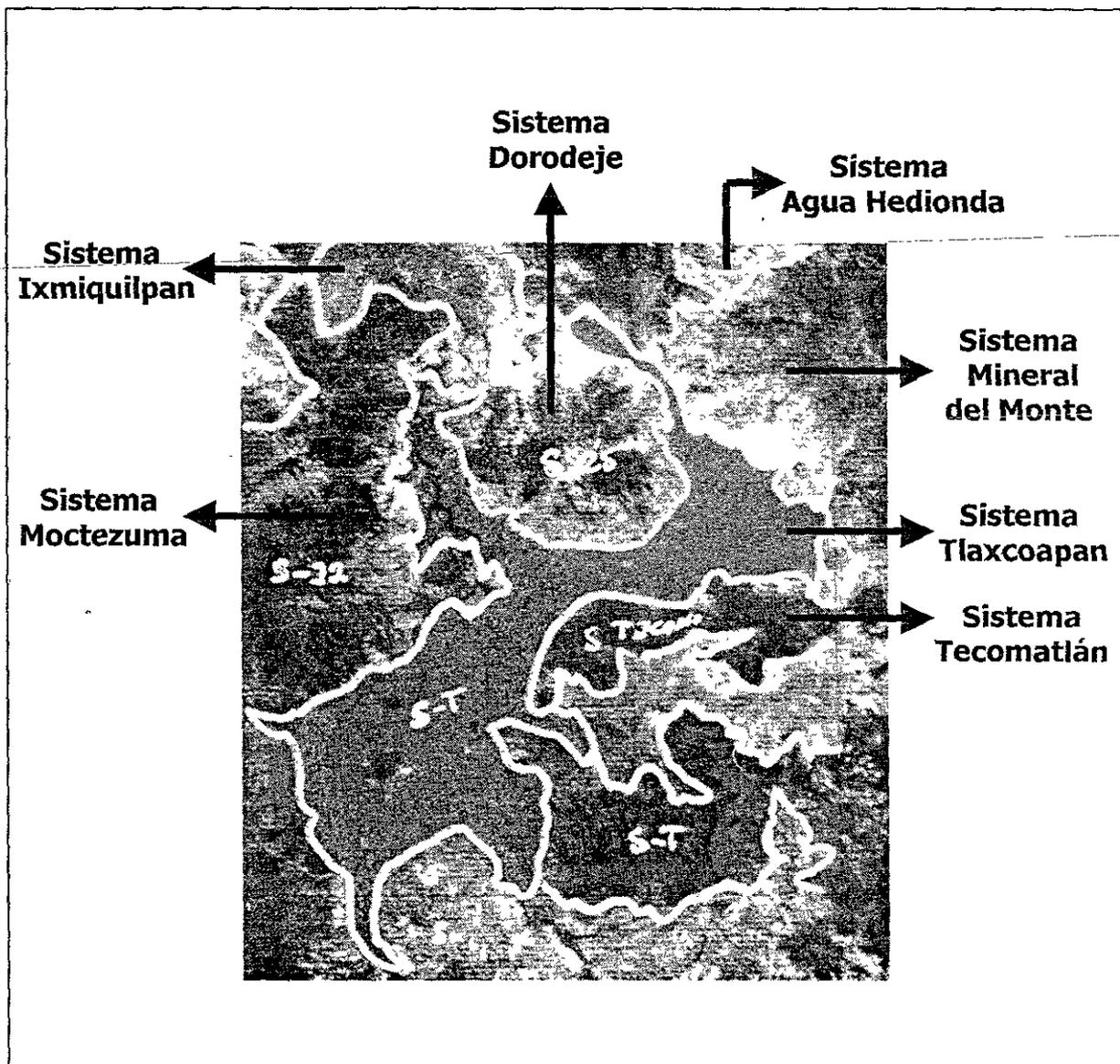


Fig.2. Regionalización Fisiográfica del Valle del Mezquital, donde se muestran los principales sistemas ecogeográficos.

Entre las principales formas del relieve se tiene a las Sierras entre las que destacan: la Sierra de Actopan considerada como un ramal de la Sierra Madre Oriental y que se ubica hacia el este; la Sierra Xinthe al oeste, de génesis similar a la de Actopan; rumbo a el sur está la Sierrita de Chicavasco y en el centro la Sierra de San Miguel de la Cal. También existen diversas formás cerriles y de lomeríos, entre los que destacan: el cerro Elefante, el Sistema Ventorrillo-Thenonde-Xuemeye y el Sistema Lomas Guillen, entre los principales.

Otras formas de relieve importante por su extensión son las planicies, mismas que son definidas por las distintas elevaciones. Se reconocen tres planicies: planicie de Tula, ubicada hacia el sur, incluye a los poblados de Mixquiahuala, Progreso y Tepatepec; planicie de Actopan que abarca a las poblaciones de Actopan, San Salvador y Santiago de Anaya, y el sistema plano valle Cañada Huitexcalco-Chilcuautla-Tlacotalpilco, localizado hacia el oeste.

Otras formas secundarias son las mesas entre las que destacan: el Tablón, la Estancia, Tanthe y Texcatepec, localizadas todas hacia el oeste. También hay un sinnúmero de barrancas y cañadas como: el Cañón del Río Tula, las barrancas San Miguel, Sierrita Manchada, Xiotho y Nopalitos.

5.1.4. Geología.

5.1.4.1 Geología histórica.

Según los estudios estratigráficos y paleontológicos realizados por la Comisión Geológica del Valle en 1938, la historia geológica del Valle del Mezquital, se remonta al Cretácico inferior cuando las calizas marinas se plegaron de tal manera que las elevaciones correspondían a los anticlinales y las depresiones a los sinclinales, formándose así los primeros valles. Posteriormente, las manifestaciones volcánicas de la Sierra de Pachuca interrumpieron los Valles y formaron lagos, que sufrieron un principio de rellenamiento por la emisión de material piroclástico.

En el Terciario sobrevino una gran actividad ígnea, la que se inició en el Mioceno con erupciones andesíticas y basálticas emanadas a través de grandes fracturas y grietas que permitieron el derrame de lavas, lo que propició la formación de mesas. Todos estos eventos modificaron considerablemente la geomorfología de la región, ya que renovaron el carácter de las montañas incrementando su altura y reduciendo la anchura de los valles (Blásquez, 1938). Con la llegada de las glaciaciones en el Cuaternario, se formaron grandes ventisqueros de montaña y pie de montes que tomaron la talla de continentales y los cuales erosionaron fuertemente grandes volúmenes de material rocoso reduciendo así, la altura de la sierras. Junto con estos fenómenos están las emisiones basálticas, mismas que contribuyeron en gran parte al relleno de las cuencas, para formar extensas superficies casi horizontales (Blasquez *op cit*).

5.1.4.2. Formaciones geológicas.

En la zona de estudio se encuentran varias formaciones geológicas; de la más antigua a la más reciente se tienen las siguientes de acuerdo a Segerstrom (1962):

- Formación El Doctor: constituida por calizas del Cretácico inferior de diferentes texturas, se localizan principalmente en la Sierra de San Miguel y en el Sistema Ventorrillo-Thenonde-Xuemeye; es de las formaciones más ampliamente distribuidas. Las calizas pertenecientes a esta formación son muy resistentes a la erosión y tienden a formar riacos o peñascos en las etapas jóvenes.

- Formación Mezcala-Méndez: del Cretácico superior, se compone de lutitas calcáreas y margas intercaladas con areniscas y delgados estratos calizos, se ubica principalmente hacia el norte de Hermosillo.

- Formación Grupo Pachuca: ubicada tanto al occidente como al oriente, conformando respectivamente las Sierras de Ximthe y Actopan. Ésta se originó a principios del Mioceno y está conformada por rocas ígneas como andesitas, riolitas y basaltos.

- Formación Tarango: es la de mayor extensión ya que se distribuye por casi la totalidad de la zona; data del Plioceno y se compone de diversos sedimentos clásticos, que se encuentran rellenando todos los valles.

- Basaltos Cuaternarios recientes: localizados sobre las márgenes del Río Tula, cerca de las inmediaciones de Progreso, Chilcuautla y Tlacotlapilco así como en los alrededores de Ixmiquilpan.

- Depósitos Clásicos Recientes: incluyen fango, arcillas, arenas, sedimentos calizos y cenizas depositadas en cuencas lacustres; también materiales aluviales y coluviales. Todos estos depósitos se distribuyen irregularmente por la región, asociándose a ríos, arroyos y escurrimientos, así como en zonas de laderas.

5.1.5 Hidrología.

Desde el punto de vista hidrográfico, el Valle del Mezquital pertenece a la gran cuenca del Pánuco y a la subcuenca del Río Tula, mismo que nace en el cerro de la Bufa en la Sierra de Monte Alto, Estado de México y que, al penetrar al Estado de Hidalgo, confluye con el Río Salado y se conecta a través del túnel Zumpango-Tequisquiác con el gran canal de desagüe. Desde Mixquiahuala hasta Ixmiquilpan el río recibe pocos afluentes y sólo cerca del Mandho es donde encuentra una confluencia con el río Actopan, después la afluencia del arroyo de Portezuelos y, por último, concurre con el arroyo Orizabita.

El otro río de importancia es el Actopan, el cual baja por una profunda barranca muy cerca de Estanzuelas, hasta cerca de Tlacuautla en el Valle de Actopan. Posteriormente hasta Ocotza forma otra barranca que desemboca en la presa

Debodhe. El período de estiaje de ambos ríos ocurre a fines de febrero y el de avenidas de julio a septiembre.

5.1.6. Climatología.

5.1.6.1. Generalidades.

De acuerdo a Contreras citado por González-Quintero (1968), el clima que prevalece en el Valle del Mezquital, es consecuencia del patrón general de circulación de los vientos, del efecto orográfico que impide el paso de nubes bajas al Valle y de la altitud que es la responsable de las temperaturas que imperan.

5.1.6.2. Datos climatológicos.

Para el análisis de los datos meteorológicos, se consideró la información de las estaciones meteorológicas de Ixmiquilpan, Progreso, Tasquillo, Santiago de Anaya, Mixquiahuala y Actopan, así como algunos registros del Servicio Meteorológico Nacional.

Las temperaturas medias anuales, fluctúan entre 16.3 y 18.4 °C ; correspondiendo al Valle de Actopan las más bajas y a Ixmiquilpan las más altas. También, es de entenderse que al aumentar la altitud la temperatura tiende a disminuir. La temperatura media mínima más baja es de 12.6 °C y la media máxima más alta de 21.4 °C, correspondiendo a diciembre y enero los meses más fríos, y a mayo y junio como los más calientes. La oscilación térmica fluctúa entre 4 y 5 °C.

La precipitación es en general pobre, ya que varía entre 430 y 550 mm anuales, correspondiendo a Actopan la zona de menor precipitación y a Santiago de Anaya la de mayor. El período de sequía comprende de diciembre a mayo, siendo febrero el mes de menor precipitación; la estación lluviosa va de junio a septiembre con un período interestival en julio.

Por lo que resta a otros fenómenos meteorológicos como granizadas, heladas , tormentas eléctricas y nevadas, el mes de abril es el de menor frecuencia en granizadas (2.7 días), siguiendo julio y diciembre. En cuanto a heladas, enero es el de mayor frecuencia con 9.13 días, le siguen febrero y noviembre con 5.62 y 5.23, respectivamente. Las tormentas eléctricas se dan con mayor ocurrencia de abril a septiembre. Por último, las nevadas son poco frecuentes y pueden presentarse desde enero hasta marzo.

CLIMOGRAMA

ESTACIÓN	
ACTOPAN	
LATITUD	20° 20'
LONGITUD	98° 58'
ALTITUD	1990 msnm

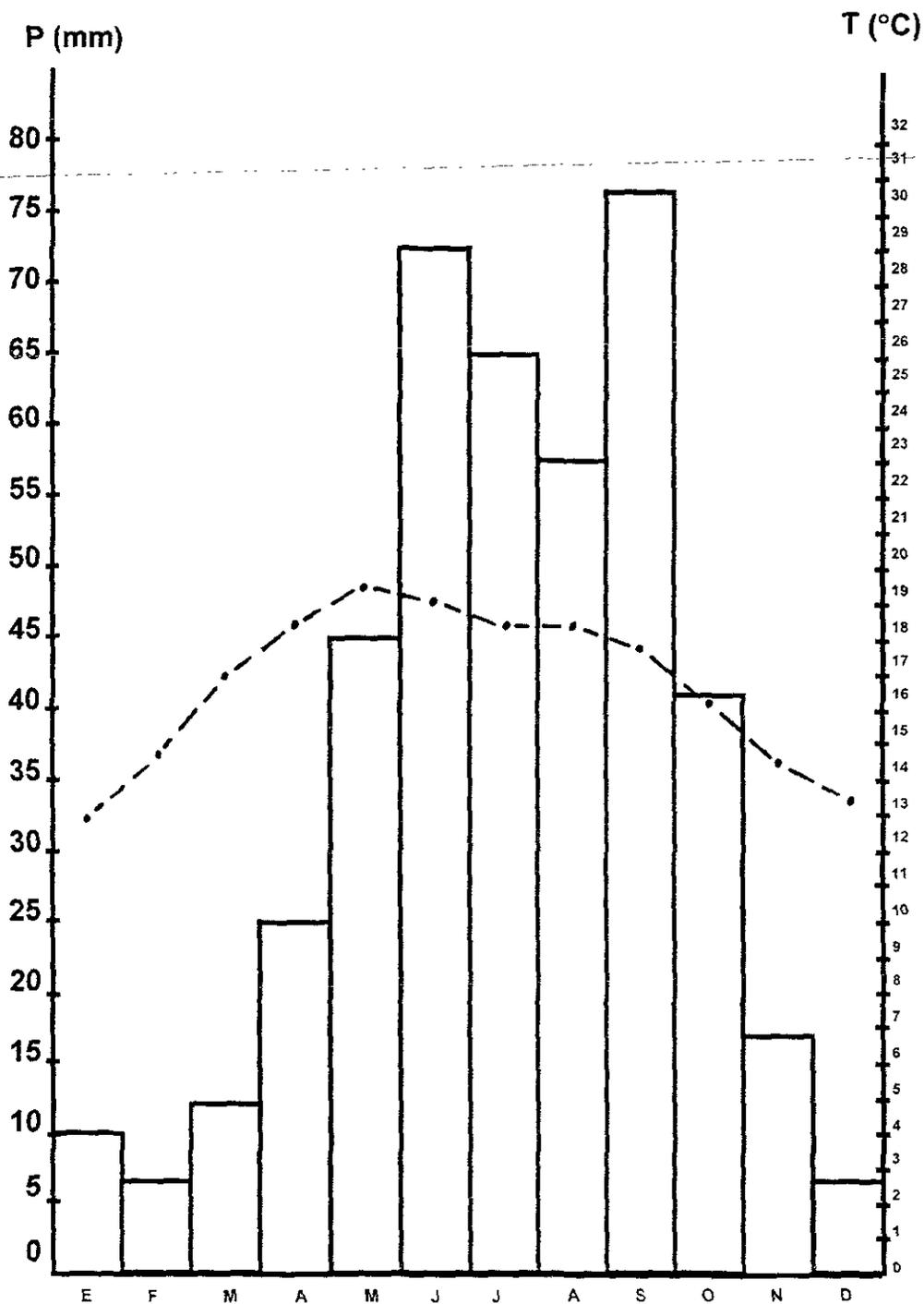


Fig. 3 Climograma de la estación Actopan.

CLIMOGRAMA

ESTACIÓN	LATITUD	20° 24'
SANTIAGO DE ANAYA	LONGITUD	99° 05'
	ALTITUD	2059 msnm

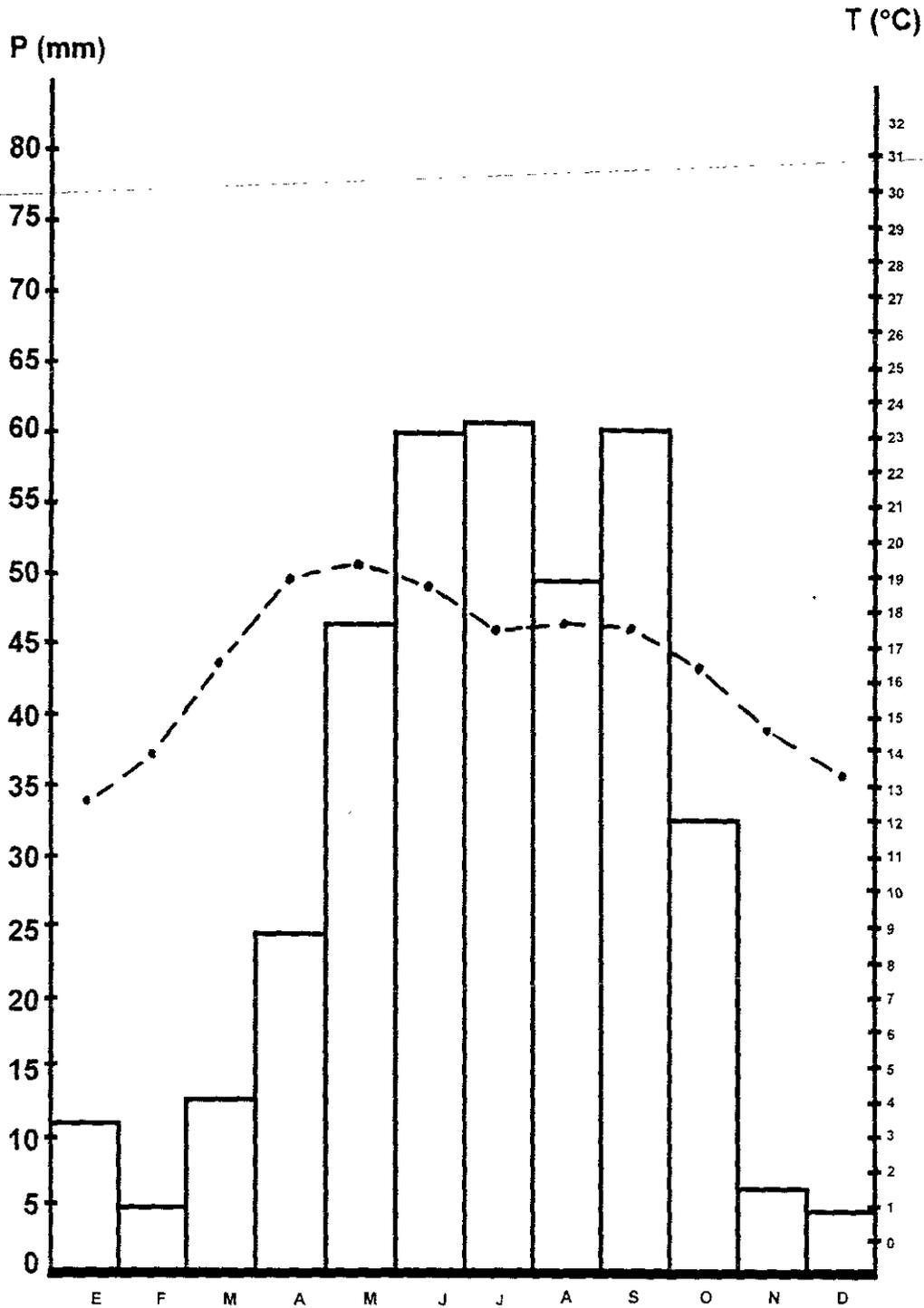


Fig. 4 Climograma de la estación Santiago.

5.1.6.3. Tipo de clima.

El clima en todo el Valle del Mezquital presenta algunas fluctuaciones microclimáticas en cuanto a precipitación, período interestival, temperaturas medias y oscilación térmica; sin embargo, el tipo climático predominante de acuerdo al sistema de Köppen modificado por García (1973), es el BS, KW (w)(i)g, que es clima seco templado con estación lluviosa en el verano y sequía interestival con baja oscilación térmica.

MUNICIPIO	T. media anual °C	T. media mínima mensual °C	T. media máxima mensual °C	P. promedio anual mm	Tipo de Clima
ACTOPAN	16.0	12.6	19.8	458	Bs, kw"(i)
CHILCUAUTLA	17.2	--	--	480	--
MIXQUIAHUALA	17.4	--	--	509	Bs, kw(w)(i)g
PROGRESO	17.4	14.0	19.0	462	Bs, kw"(i)g
SANTIAGO	16.4	12.8	21.2	550	--
IXMIQUILPAN	18.4	14.4	21.4	470	BSohw"(W)(e)g

Cuadro 1. Presentación de los principales parámetros climatológicos y tipos de clima en la zona de estudio.

5.1.7. Vegetación.

De acuerdo al criterio de Miranda (1955) (citado por González-Quintero, 1968), el Valle del Mezquital constituye el extremo sur del desierto Chihuahuense y, al mismo tiempo, forma parte de la región árida hidalguesa.

El trabajo más completo sobre aspectos de la vegetación en la zona es de González-Quintero, publicado en 1968 y que lleva por título "Tipos de vegetación del Valle del Mezquital, Hgo". De acuerdo con este autor, la región presenta muchos tipos de vegetación todos ellos con una gran riqueza florística. Sin embargo, cabe aclarar que a la fecha, la vegetación ha sido muy perturbada, llegando a desaparecer por completo en algunos sitios, o bien, se restringe a pequeños manchones.

Según González-Quintero, los tipos de vegetación que se encuentran dentro del área de estudio son los siguientes:

a) Matorral desértico aluvial: con sus dos variantes, el de *Prosopis*, que corresponde al matorral espinoso de INEGI (1989) y el de *Yucca filifera* que equivale al Izotal de INEGI (1989) se distribuye en las zonas bajas, sobre substratos transportados de origen volcánico sedimentario.

b) Matorral Crasicaule: que se desarrolla sobre laderas riolíticas con suelos delgados y muy pedregosos.

c) Matorral de *Fouquieria splendens*, actualmente casi desaparecido ya que sólo quedan algunos relictos en laderas de pendientes fuertes, este matorral es denominado matorral espinoso deciduo por INEGI (1989).

d) Matorral desértico calcícola, que corresponde al matorral inerte de *Flourensia resinosa*, con *Agave striata* (INEGI,1989) se distribuye ampliamente sobre cerros calizos en donde el suelo es muy delgado.

e) Matorral de *Juníperus* y/o Bosque de Enebro, su distribución se da sobre todo hacia el este y noreste del valle sobre laderas ígneas y calizas.

f) Encinar o Bosque de Encino (*IDEM*), se localiza en los sitios más altos y húmedos en donde empieza a darse la transición climática. Los encinares están dentro de los tipos de vegetación más impactados, ya que día con día disminuye su extensión.

g) Vegetación de Galería, cuya presencia se restringe a las márgenes del Río Tula, dándole a éste una fisonomía muy particular ya que el estrato arbóreo llega a alcanzar alturas hasta de 12 metros.

5.1.8. Suelos.

En relación a la edafología del área, se tiene que los suelos de la zona son algo diversos y jóvenes. Según la carta edafológica de escala 1:250,000 editada por el INEGI en 1982, los principales suelos de la zona son: Feozems calcáricos y háplicos, distribuidos sobre las planicies y derivados de sedimentos ígneos y calizos; Fluvisoles asociados a ríos y arroyos y de textura variable; Regosoles ubicados en laderas, taludes y lomeríos con texturas medias y gruesas; Litosoles restringidos a zonas de media y alta montaña en donde las pendientes son fuertes; Rendzinas localizados sobre lomeríos y cerros calizos, son suelos oscuros y someros, y Vertisoles cuya distribución se restringe a la porción sur del valle en las inmediaciones de Progreso y Mixquiahuala.

VI. RESULTADOS

6.1 RESULTADOS DEL USO ACTUAL DEL SUELO E INVENTARIO DE LOS RECURSOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

6.1.1 Generalidades.

El análisis que se establezca respecto a la utilización del suelo y en general de todos los recursos con los que cuenta una población es de vital importancia ya que, por una parte, permite conocer ciertos aspectos de la dinámica social, económica y cultural de los pueblos y, por otra, ayuda a comprender el tipo de relación que se establece entre los pobladores y el medio ambiente que los rodea. Además, la información que se deriva del análisis del uso del suelo sirve para cimentar las bases para el establecimiento de planes y programas de desarrollo integral que permitan verdaderamente, elevar el bienestar de los grupos humanos que habitan en la región y, al mismo tiempo, para mejorar el uso, manejo y conservación de los recursos naturales.

Para el área estudiada, el uso agrícola del suelo es el más importante cuando menos, por la superficie que ocupa. Las modalidades productivas están representadas en primera instancia, por un sistema tradicionalista y minifundista, dependiente de los factores climatológicos y que ocupa el 23.12% del total de la superficie estudiada, en donde el destino de la producción es el autoconsumo familiar; de ahí que esta modalidad agrícola sea considerada de carácter social. En segundo término, existe un sistema agrícola tecnificado de riego, en el que se da un mayor acaparamiento de las tierras y en donde el propósito principal es la comercialización de la producción, abarcando un 25.41% del área total. Las actividades pecuarias tienen una importancia secundaria debido a sus limitadas condiciones de explotación, el ganado caprino y ovino es el más abundante, siguiéndole el bovino. Las modalidades productivas que predominan son la ganadería de solar y la transhumante. La industria, el comercio y los servicios cada día están siendo más relevantes, ya que ofrecen ocupación a mucha gente y prometen un potencial de desarrollo elevado, sobre todo para los poblados con mayor demografía como son Actopan, Mixquiahuala y Progreso.

En cuanto a la estructura social, el Valle del Mezquital se caracteriza y se identifica por la presencia de la cultura Otomí, la cual ha sufrido un fuerte proceso de transculturización que es más acentuado en las zonas de riego y en los grandes poblados. En términos generales, se pueden reconocer tres subestructuras sociales: la primera asociada a las zonas urbanas, constituida mayoritariamente por mestizos dedicados a los servicios y actividades comerciales; la segunda relacionada con las zonas de riego y muy vinculada con los pequeños poblados, en donde la mayoría de los trabajadores del campo son indígenas asalariados y fuertemente transculturizados, y la tercera, vinculada con las áreas de temporal, en donde la mayoría de los pobladores son de origen Otomí. A continuación se muestra un cuadro en donde se mencionan los diferentes tipos de uso del suelo así como los tipos de vegetación que se dan en la porción del Valle del Mezquital estudiada. Posteriormente se hace una descripción general de los principales tipos de usos del suelo y de los recursos bióticos y humanos que posee la zona.

TIPO DE VEGETACION O USO DEL SUELO	CLAVE	SUPERFICIE EN HECTAREAS	PORCENTAJE
Agricultura de riego	R	28,158.253	25.41
Agricultura de temporal	T	25,617.171	23.12
	subtotal	53,775.424	48.53
Bosque de pino piñonero	BP	925.655	0.83
Bosque de encino	BQ	342.122	0.31
Bosque de enebro	BJ	406.582	0.36
Bosque de galeria	BG	376.049	0.33
	subtotal	2,050.408	1.83
Matorral inerme de:			
Flourensia resinosa	Mif	8,016.191	7.23
Sophora secundiflora	Mis	820.483	0.74
Karwinskia humboldtiana	Mik	172.191	0.15
	subtotal	9,008.865	8.12
Matorral subinerme	MB	3,354.780	3.02
Matorral crasicaule	Mc	12,104.314	10.92
Matorral crasirosulifolio	Mcr	728.882	0.65
Matorral espinoso de <i>Prosopis</i>	ME	5,536.243	4.50
	subtotal	21,724.219	19.09
Pastizal inducido		1,106.884	0.99
ASOCIACIONES			
B. piñonero + B. enebro	BP-BJ	1,627.054	1.46
B. pino + enebro + Yucca	BPJ-Mz	793.342	0.71
Chaparral + pastizal inducido	Ch-Pi	131.779	0.11
M. subinerme + crasirosulifolio	MB-Mcr	884.943	0.79
M. subinerme + encinar	MB-Q	1,858.629	1.67
M. crasicaule + espinoso	Mc-ME	2,778.033	2.50
M. crasicaule + pastizal	Mc-Pi	131.779	0.11
M. crasirosulifolio + inerme	Mcr-Mif	1,451.513	1.31
M. espinoso + crasicaule	ME-Mc	1,634.715	1.47
M. espinoso + M. inerme	ME-Mif	1,105.465	0.99
M. inerme + Bosque de pino	Mi-BP	304.803	0.27
M. inerme + M. subinerme	Mi-MB	966.366	0.87
M. inerme + M. crasicaule	Mi-Mc	2,387.880	2.15
Pastizal + Bosque de encino	Pi-BQ	932.440	0.84
	subtotal	16,988.741	15.33
POBLADOS	PO	649.573	0.59
EROSION	E	5,422.663	4.89
CUERPOS DE AGUA	CA	73.236	0.07
	subtotal	6,145.472	6.55
GRAN TOTAL	-----	110,800.	100.00

Cuadro 2. Resultados del uso actual del suelo del área de estudio

6.1.2 FLORA Y FAUNA

6.1.2.1. Diversidad vegetal.

a) Bosque de Pino Piñonero.

El bosque piñonero ocupa una superficie de 925.65 ha, quedando manchones al sur de Pozuelos y norte de Santiago de Anaya, sobre el Cerro Cumbre de Zapata, Cerro Thenondhe, Barranca Pilas y Barranca Tuxmeje. Este bosque se desarrolla sobre lutitas en suelos como Leptosoles rendzínicos, mólicos y Feozems calcáricos. La principal especie es *Pinus cembroides*. El bosque se utiliza principalmente para la explotación del piñón y la extracción de madera. Es de los tipos de vegetación más impactados por el hombre y las enfermedades, ya que no existen programas de aprovechamiento y de prevención fitosanitaria.

b) Bosque de Encino.

Actualmente su distribución es muy restringida, ya que sólo ocupa una superficie de 342.12 ha, que corresponden al 0.31%. De acuerdo a González-Quintero (1968) este bosque presenta un estrato arbóreo que puede llegar a medir hasta 10 m. Las especies que destacan por su abundancia son *Quercus crassipes* y *Quercus rugulosa*, que se pueden desarrollar tanto en rocas calizas como ígneas, en el primer caso se tienen los manchones que están en una pequeña área de la Sierrita de San Miguel de la Cal entre las altitudes que van de los 2,300 a los 2,600 msnm; y para el segundo, se encuentra en la Sierra de Actopan y Sierra Xinthe entre altitudes que van de los 2500 a los 2800 msnm. Cabe señalar, que los encinos tienden a desaparecer debido a la sobreexplotación, ya que su madera es muy apreciada para elaborar carbón y como elemento de construcción.

c) Bosque de Enebro.

Este bosque ocupa una superficie aproximada de 406.58 ha formado por asociaciones de árboles bajos y espaciados. Se localiza altitudinalmente entre los 2300 y 2700 msnm, en laderas calizas o ígneas, con pendientes moderadas, suelos someros poco profundos de tipo Feozem calcárico, háplico y Leptosol. Los Juníperos representan un ecotono entre las comunidades de zonas semiáridas y las regiones templadas sub-húmedas, las mayores áreas se les encuentra al norte de el Encino, sur de Nopalillos y sureste de Lomás Guillen en donde se asocian principalmente con Pino piñonero. La especie más importante de este bosque es *Juniperus flaccida*.

d) Bosque de Galería.

Se distribuye únicamente sobre las márgenes del Río Tula, está conformado por árboles que llegan a medir hasta 12 m; entre las especies características de este bosque están *Taxodium mucronatum*, *Salix humboldtiana*, *Populus sp.* y *Prosopis laevigata*. La extensión que ocupa dentro de la zona estudiada es de 376.04 ha, mismas que equivalen al 0.22% de toda la superficie. Algo que cabe resaltar del bosque de galería es su belleza fisonómica, ya que es multiestratificado y está conformado por árboles altos y robustos de ramas colgantes que le dan un aspecto muy especial; tal vez lo único malo, es que está precisamente sobre las riberas de uno de los ríos más contaminados de México: el Tula.

e) Chaparral de Encino.

El encinar arbustivo se desarrolla asociado a pastos sobre substrato riolítico y calizo; en el primer caso, la especie dominante es *Quercus microphylla* y se ha observado en la Sierra de Actopan, entre las altitudes de 2,200 a 2,300 msnm. La distribución de la variante que se desarrolla sobre material calizo, ésta es de distribución muy restringida ya que sólo se le reporta en el Cerro la Nube y en algunas partes protegidas de la Sierrita de San Miguel. La superficie que cubren es de 131.77 ha, que corresponden al 0.11%. Las principales especies de este tipo de vegetación son: *Quercus tinkhami*, *Quercus microphylla* y *Arbutus xalapensis*.

f) Matorral Inerme.

Se caracteriza por estar constituido por plantas arbustivas carentes de espinas. En el área de estudio se presentan tres variantes: el matorral inerme de *Flourensia resinosa*, con una cobertura de 8,016.191 ha; el matorral inerme de *Sophora secundiflora* con 820.483 ha y el matorral inerme de *Karwinskia humboldtiana*, que ocupa una extensión de 172.191 ha. En términos generales, la superficie que tiene esta vegetación representa el 8.40 % total del área.

El matorral de *Flourensia*, se le puede localizar sobre las formaciones cerriles calizas que bordean al Valle de Pozuelos, también en los cerros: Ventorrillo, Guadril, Temboa, Gaxioho, se le ubica al sur-suroeste de Pozuelos, barranca Khanhe, Cerro Verde y Boludo. Los matorrales de *Karwinskia* y *Sophora* se encuentran muy dispersos y, en ocasiones, asociados a otros tipos de vegetación. Todas estas variantes del matorral inerme se desarrollan sobre materiales calcáreos en suelos como Leptosol lítico, rendizínico y Feozem calcárico.

g) Matorral Subinerme.

El principal criterio para reconocer este tipo de vegetación es que está conformado por un porcentaje que va del 30 al 70% de plantas que tienen espinas. Las especies características de esta comunidad son: *Hellietta parviflora*, *Celtis pallida*, *Forestiera reticulata*, y *Leucophyllum ambiguum*. La superficie que cubre este matorral es de 3,354.780 ha, que se correlacionan con el 3.02% del total del área. Se distribuye principalmente en la Sierra de San Miguel en los Cerros: la Corona, Hoja, Denganthza y Corazón. También existe otra área al norte del Palmar sobre el Cerro Teptha, y otra más en la vertiente norte del Cerro Ventorrillo; en todos estos sitios el material geológico está constituido por rocas calizas de la formación el Doctor; en cuanto a los tipos de suelos que sostienen a este tipo de vegetación están los Leptosoles rendzínicos, líticos y Feozems calcáricos.

h) Matorral Crasí-Rosulifolio.

Este tipo de vegetación presenta dos variantes: la primera caracterizada por la predominancia de *Agave lecheguilla*, la segunda, con preponderancia de *Agave striata*. Las dos variantes tienen una cobertura de 728.882 ha que corresponden a un porcentaje de 0.65 en relación a toda la zona estudiada. Esta asociación corresponde al matorral desértico calcícola, descrito por González-Quintero en 1968. Habita en suelos derivados de materiales calcáreos, entre altitudes que van de los 1750 a los 2600 m. Se le encuentra sobre los Cerros Ventorrillo, Colorado y en algunas partes de la Sierra de San Miguel.

i) Matorral Espinoso Deciduo.

Se reconoce por la presencia del "Ocotillo" (*Fouquieria splendens*), es de distribución muy restringida ya que sólo se le encuentra en pequeños manchones no cartografiados y muy difíciles de cuantificar, ya que únicamente pueden ser representados a escalas muy grandes. Se localiza en algunos sitios aislados de la Sierra Xinthé. Los ocotillos se desarrollan en suelos muy someros y pedregosos derivados de rocas ígneas (Leptosoles líticos y éutricos).

j) Matorral Crasicaule.

Esta vegetación es de las más ampliamente repartidas por todo el Valle del Mezquital, ocupa una extensión de 12,104.314 ha, mismas que se correlacionan con el 10.92% de toda el área. Se desarrolla al igual que el caso anterior, sobre substratos ígneos en donde los suelos son de tipo Feozem háplico, Leptosol lítico y mólico. El matorral crasicaule se distingue por estar integrado por plantas carnosas, suculentas y con espinas. Según la especie que domina, se reconocen dos variantes de esta vegetación, la primera, es el matorral de *Myrtillocactus geometrizans*, se localiza en el Cerro Elefante y márgenes del Río Tula desde Progreso hasta el Cañón de Alberto, también se le encuentra en las laderas de las mesas el Tablón, Tanthe y Texcatepec; sin embargo, la mayor extensión se ubica

en la Sierra Xinthe. La segunda variante de los crasicaules es el Matorral de *Opuntia streptacantha* que se asocia con el *Myrtillocactus* por toda la Sierra Xinthe, igualmente se le encuentra sobre las estribaciones de la Sierra de Actopan hasta el norte de Santiago de Anaya.

k) Matorral Espinoso de *Prosopis laevigata*.

También se le conoce como Mezquital o matorral de mezquite, ya que precisamente esta planta *Prosopis laevigata* (mezquite) es la más familiar en la región y es precisamente esta vegetación la que hizo que este sitio sea conocido como Valle del Mezquital. Sin embargo, en la actualidad los mezquitales prácticamente han desaparecido quedando sólo algunos relictos que juntos suman aproximadamente 5,536.243 ha, que corresponden al 4.50% del total estudiado. Se localiza en las zonas bajas de la Sierra de San Miguel, en González Tapia y al norte de Hermosillo en Puerto Colorado. El Mezquital se establece sobre suelos de origen transportado y, en general, sobre materiales inconsolidados. Es importante señalar, que dentro de las fincas agrícolas, el mezquite es uno de los elementos florísticos de mayor utilidad ya que se emplea como: leña, árbol de sombra, elemento de construcción, planta forrajera y como- sitio para secar el forraje.

Por último, es importante señalar que casi todos los tipos de vegetación ya descritos se pueden encontrar también formando diversas clases de asociaciones vegetales; así por ejemplo, se tienen asociaciones entre el bosque piñonero y el de *Juniperus*, entre el matorral inerte y el crasicaule, entre el matorral espinoso y el crasi-rosulifolio, etc. La superficie que ocupan las asociaciones en toda el área es de aproximadamente 16, 988.741 ha, que corresponden al 15.33 % del total estudiado.

6.1.2.2. Diversidad faunística.

De los recursos naturales la fauna es tal vez el menos conocido y estudiado en el Valle del Mezquital. Existen muy pocas referencias que permitan conocer la riqueza faunística y, desde luego, mucho menos aquéllas que muestren el comportamiento de las dinámicas poblacionales. Sin embargo, a pesar de esta falta de información cuando se realizan entrevistas con los lugareños y cuando se recorren las distintas sierras y valles es posible percatarse de la diversidad faunística de la región.

De acuerdo a lo observado, en las entrevistas con los campesinos y sobre todo lo citado por Salinas (1983), los animales vertebrados silvestres más abundantes en el área estudiada son: ardillas, conejos, tuzas, diversas especies de ratones, zorrillos, zorras, gato montes, coyotes, tiacuaches, culebras, serpientes, lagartijas y una gran variedad de aves.

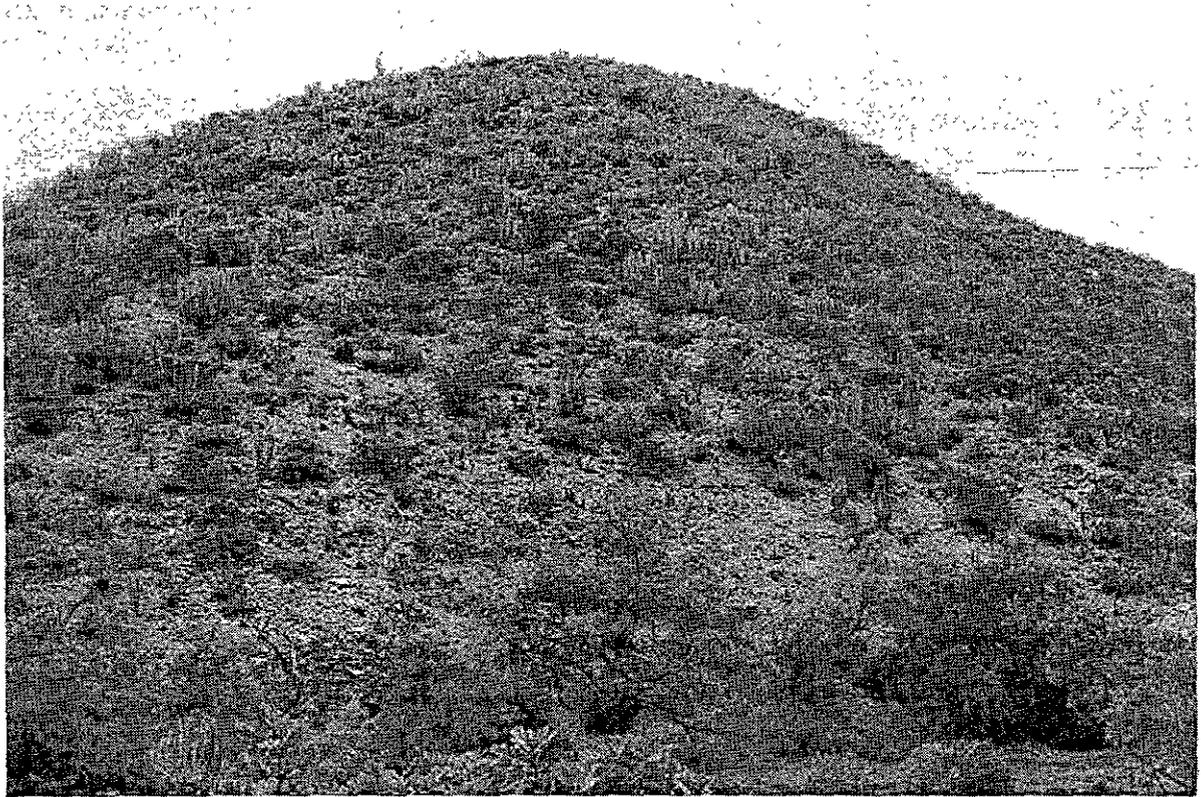


Fig. 5. El matorral crasicale es uno de los tipos de vegetación con mayor presencia en el área de estudio. Se encuentra principalmente en las Sierras Pachuca y Xinthé.

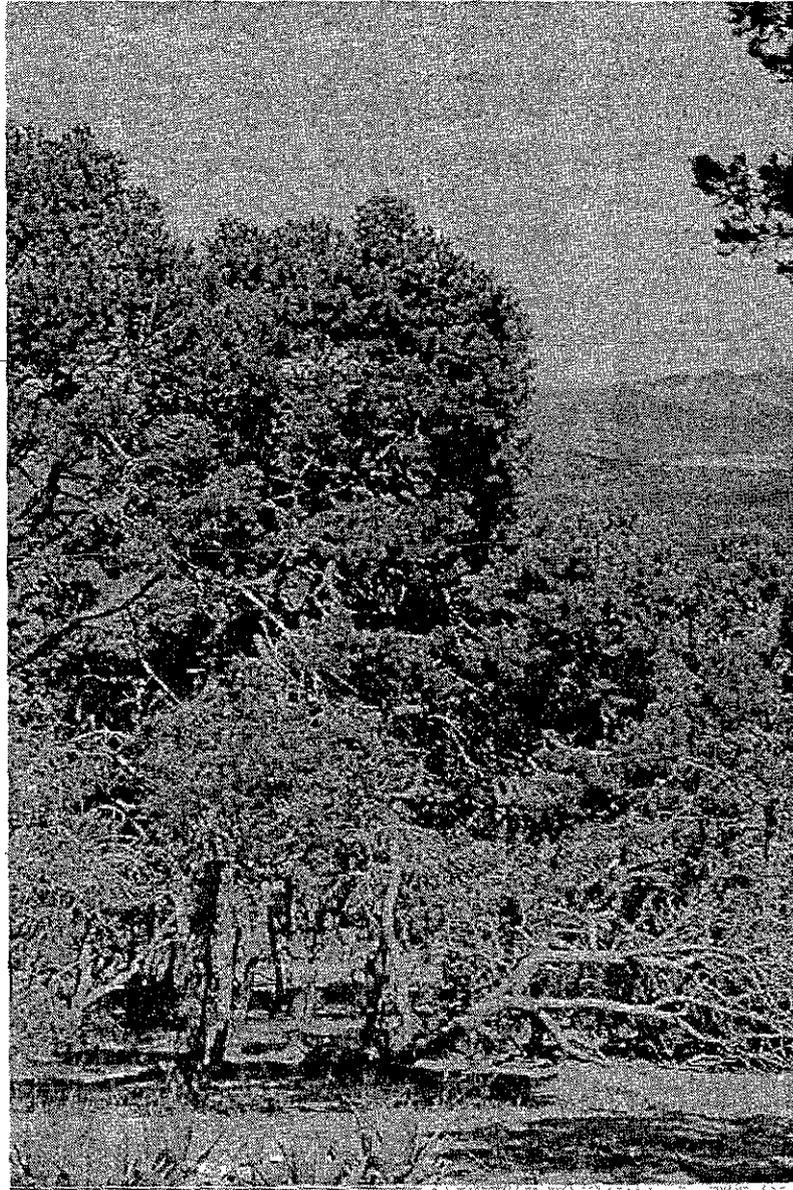


Fig. 6. Paisaje de las áreas de bosques en las partes altas del Valle del Mezquital, en donde se pueden encontrar encinos, enebros y pino piñonero. Fotografía tomada cerca del poblado del Águila, municipio de Santiago de Anaya.

6.1.3 Sistemas agropecuarios.

6.1.3.1. Agrosistemas de riego.

a) Generalidades.

La agricultura de riego en el Mezquital surge oficialmente en 1955, cuando la S.A.R.H. organiza el Distrito de Riego de Tula; sin embargo, ya desde la época colonial se tenían algunos sistemas rudimentarios para el riego de algunos cultivos. En la actualidad, las zonas de riego están bajo el control del Distrito de Desarrollo Rural 063 con sede en Mixquiahuala, el cual surgió de la fusión de los Distritos 100 y 03, así como de los Distritos de temporal allá por 1986.

b) Superficie y distribución.

El crecimiento de las áreas de riego en el Valle del Mezquital se ha efectuado por etapas y ha ido en constante incremento día con día. Según los datos publicados por el IMTA (1990), la superficie regada aumentó en un 69% entre los años de 1957 y 1988; asimismo, el volumen de distribución de agua obtuvo un incremento del 266%.

Actualmente, la superficie que ocupa la agricultura de riego en la zona estudiada es de 28,158.25 ha, que representan el 25.41% del total y el 44.01% con respecto a toda la superficie regada en el Mezquital que es actualmente de 81,249 ha. Se tiene en proyecto incrementar la cobertura del riego a 146,000 ha para el año 2000; para lograr esto se han elaborado nueve proyectos mismos que a continuación se mencionan: Xotho, Caltimacan, Xochitlán, El Tumba, Tunititlan, Valles de Alfajayucan, Actopan e Ixmiquipán-Tasquillo. (DDR 063. *op cit*).

c) El riego.

Históricamente, el Valle del Mezquital se caracteriza por ser una de las primeras regiones en México, donde se ha introducido un sistema de riego con aguas residuales para satisfacer la demanda hídrica de los cultivos. El agua residual proveniente de la Ciudad de México se ha utilizado desde principios del siglo, pero su empleo a grandes escalas se dio con la gran expansión de los proyectos de irrigación de la S.A.R.H. en la región.

En la actualidad, se utilizan aproximadamente 500 millones de m³ de aguas residuales y de lluvia para el riego. En términos generales se reconocen tres tipos de aguas para riego: a) agua mezclada (a. blanca + a. residual); b) agua de rehuso (agua de los drenes que en ocasiones se contamina con agua residual) y c) agua residual y mezclada. (Información proporcionada directamente del DDR 063).

El proceso de irrigación se divide administrativamente en subsecciones, los jefes de sección son los responsables de cierto número de inspectores, quienes a su vez supervisan a los canaleros que son los que se encargan de la distribución del agua.

d) Tipos de cultivos.

Considerando que el objetivo primordial de la agricultura tecnificada es la comercialización de los productos, se tiene que la mayoría de los cultivos que se manejan son definitivamente de interés económico. Entre éstos los más importantes son: alfalfa, maíz, trigo, frijol, avena, y cebada. También el cultivo de hortalizas cada vez cobra mayor significado, ya que en muchos casos han demostrado ser muy redituables. Las hortalizas que más se cultivan son: jitomate, tomate, calabacita, lechuga, col, ejote, chícharo, chile serrano, chile poblano, chilaca y pimienta.

Aparentemente, este tipo de agricultura es muy diversa; sin embargo, al analizar los porcentajes totales de las superficies sembradas en 1995, se observa que efectivamente hay muchos cultivos; pero tan sólo dos de ellos (maíz y alfalfa), ocupan el 76.85% de toda la superficie sembrada, quedando el 23.15% para más de 25 cultivos. De toda el área de riego comprendida en el Distrito de Desarrollo Rural 063 aproximadamente el 38.85% se destina al cultivo de plantas forrajeras y el 61.15% a plantas destinadas para la alimentación humana.

De todo lo anterior se puede concluir que los cultivos de riego de mayor importancia son el maíz y la alfalfa, y también que existe una tendencia hacia la disminución de la diversidad y mayor dependencia de los dos cultivos ya mencionados. Cabe señalar que todos los datos empleados en estos párrafos fueron tomados del Anuario Estadístico del Edo. de Hidalgo (1995) y se refirieron al ciclo agrícola 93-94.

MUNICIPIO	SUPERFICIE SEMBRADA DE MAÍZ	PRODUCCION TONELADAS DE MAÍZ.	PRODUCCION DE FRIJOL EN TON	SUPERFICIE SEMBRADA DE ALFALFA ha	PRODUC-CIÓN DE ALFALFA TON
ACTOPAN	1,238	5,467	316	2,335	286,169
CHILCUAUTLA	2,553	5,664	123	640	96,000
FCO I MADERO	3,193	16,724	483	2,267	340,050
MIXQUIAHUALA	1,961	10,525	521	1,497	224,550
PROGRESO	3,308	16,610	521	1,123	158,086
SAN SALVADOR	2,475	12,096	368	3,044	446,463
SANTIAGO DE A.	1,191	5,203	36	1,392	138,914
TOTAL	15,919	72,294	2,368	12,298	138,914

Cuadro 3. Producción en toneladas de los principales cultivos del DDR 063 zona de riego para el ciclo agrícola 93 - 94.

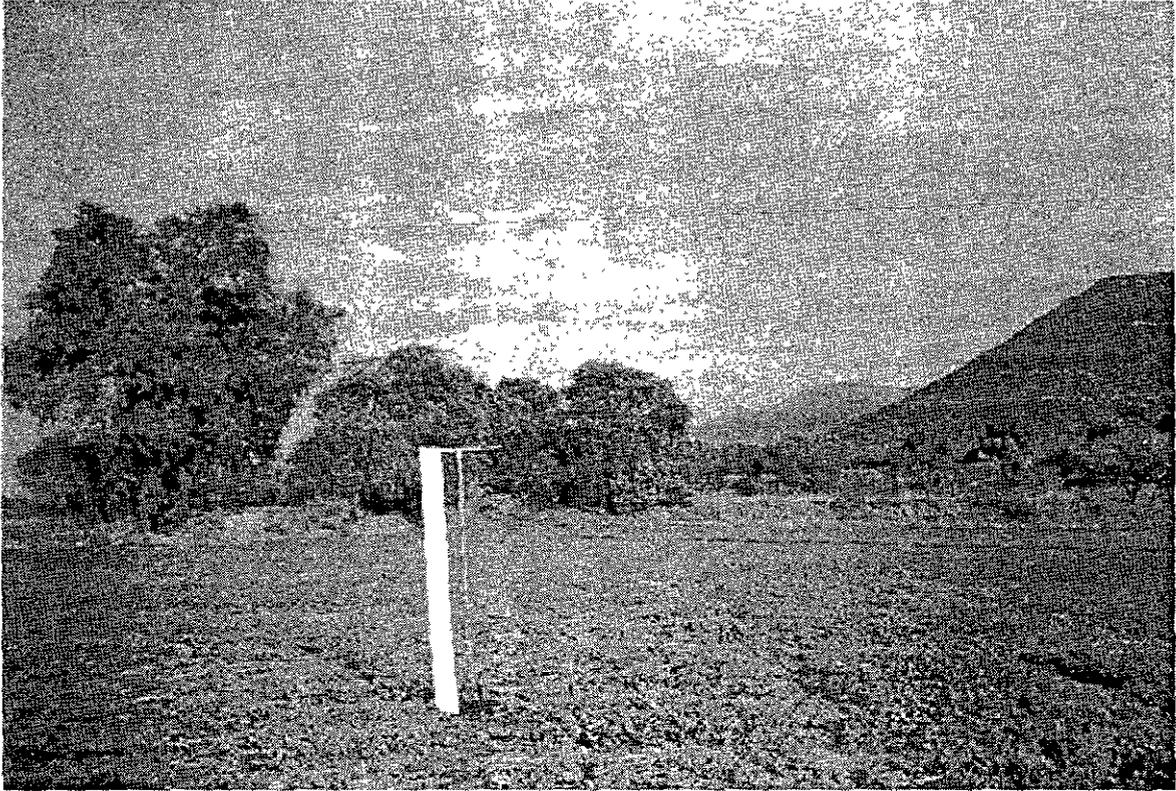


Fig. 7. Vista de un paisaje típico donde se desarrolla la agricultura de riego. Como se aprecia, se ubica sobre topoformas planas, con suelos profundos irrigados con aguas residuales.

6.1.3.2 Agrosistemas de temporal.

a) Generalidades.

La agricultura de temporal en el Valle del Mezquital es tan antigua como lo es la historia étnica de esta región. El sistema fue practicado casi desde que llegaron las primeras tribus nómadas del norte y se establecieron aquí. Por lo que la riqueza cultural y tecnológica en torno a esta agricultura es muy amplia y abundante.

Los sistemas temporaleros se caracterizan, entre otras cosas, por su dependencia total de los factores climatológicos, también por su alto grado de parcelización, su instrumentación rudimentaria, y porque los cultivos que manejan son para el autoconsumo y sólo en contadas ocasiones se comercializan.

La agricultura de temporal a nivel parcela presenta una estructura muy diversa ya que una misma área es compartida por distintas plantas que producen a diferentes tiempos. Así se tiene el caso de la parcela típica en donde, el maíz se alterna con plantaciones de maguey, nopal, frijol y haba, e inclusive, con algunas malezas de importancia alimenticia para el campesino como son: quelites, verdolagas, malvas, etc.

b) Superficie y distribución.

La gran expansión que ha tenido la agricultura de riego, ha repercutido directamente en una disminución del área que ocupa la agricultura de temporal, la cual cubre actualmente cerca de 25,617.171 ha, mismas que corresponden al 23.12% del total del área y al 47.63% del total cultivado. Una gran cantidad de hectáreas de temporal se han ido incorporando gradualmente al riego; sin embargo, otras se han desmontado de algunas laderas y cerros para ser incorporadas a los agrosistemas temporaleros de tal modo que, en la actualidad, la agricultura temporalera ha quedado restringida a los terrenos sin aptitud.

Entre las poblaciones que cuentan con mayor superficie de temporal están: Actopan que incluye a los poblados de La Estancia, Dajiedi y Boxaxni; Santiago de Anaya en las poblaciones de Hermosillo, González y El Palmar, y hacia el suroeste en los alrededores de Huituxcalco y Tunititlán.

c) El cultivo del maíz.

El cultivo en torno al cual gira toda la agricultura de temporal en el Mezquital y en todo México es el maíz; cultivo de gran importancia social ya que es la base alimenticia de los mexicanos. El maíz es un alimento que contiene proteínas, grasas, varios minerales y sobre todo carbohidratos.

A pesar de las escasa precipitación y de lo impredecible de la misma, los campesinos practican la siembra del maíz y lo alternan con otros cultivos anuales como frijol, avena, cebada y haba, recogiendo cosecha escasas cada año.

La cantidad de trabajo que dedican a esta actividad es grande a pesar de los mínimos resultados. En algunos casos, la cosecha no alcanza ni para subsanar las necesidades alimenticias de la familia, y éstas dependerán únicamente de los cultivos perennes (maguey y nopal) y del dinero que aportan los elementos que emigran hacia las ciudades. No obstante, si el maíz no llega al término de cosecha las cañas obtenidas se utilizan como forraje para sus animales o inclusive, pueden venderse; también los restos de tallo y raíz se aprovechan como abonos incorporándolos al suelo. Los rendimientos de maíz rara vez sobrepasa la tonelada por hectárea.

Para la siembra, se prepara el terreno barbechando y rastreando con yunta antes de la lluvia. La parcela es abonada con rastrojo, estiércoles, y en muy pocos casos, con fertilizantes. El surcado se hace de acuerdo al tipo de terreno y a la pendiente que presenta. Para evitar la erosión y pérdida de agua construyen terrazas y bordes con fragmentos de tepetate o rocas, también construyen barreras biológicas con plantas como: maguey, nopal, mezquites, duraznos e higueras, entre otras.

La siembra se hace de mayo a junio para cosechar en noviembre, si las lluvias se presentan a tiempo, si no es así, la siembra se va retrasando, incrementando la probabilidad de que se pierdan las cosechas por las heladas. Las labores de escarda la realizan los miembros de la familia haciéndolo manualmente y de manera selectiva.

MUNICIPIO	Superficie sembrada de maíz (ha)	Superficie sembrada de frijol (ha)	Producción de maíz. Ciclo 93-94 (ton)	Producción de frijol Ciclo 93-94 (ton)
ACTOPAN	2,908	977	255	61
CHILCUAUTLA	377	398	70	60
FCO I MADERO	288	357	22	14
MIXQUIAHUALA	1,311	439	825	131
PROGRESO	175	45	113	13
SAN SALVADOR	866	729	54	40
SANTIAGO DE A.	2,763	219	138	18
TOTAL	8,688	3,164	1,477	327

Cuadro 4. Datos de superficie sembrada y producción de maíz y frijol de temporal en el área de estudio para el ciclo 93-94 (INEGI, 1995).

Entre las principales plagas que atacan al cultivo están: el gusano cogollero, trozador y soldado, pulgones, chicharritas, gallina ciega, saltamontes y ratas de campo. En pocos casos se controlan estas plagas; para ello, se utilizan insecticidas como el Parathion metílico y Folimat.

d) El cultivo del nopal.

Los nopales son miembros del género *Opuntia* de la familia de las cactáceas; son plantas suculentas, perennes, con tallos espinosos aplanados a los que se les denomina cladodios. Existen más de 107 especies en México (Bravo, 1978).

Los nopales han sido de gran importancia para los habitantes de zonas áridas y semiáridas como alimento (nopales y tunas) y de gran demanda en el comercio. Las diversas especies alcanzan gran talla y son ampliamente cultivadas. El origen de su cultivo no se conoce con precisión, pero se sabe que fueron semicultivados desde épocas remotas. Las especies actuales tienen una notable capacidad de adaptación a la sequía y dentro de las zonas áridas se propagan rápidamente de manera vegetativa (con fertilización orgánica y técnicas tradicionales), lo que indica que se trata de uno de los cultivos temporaleros más eficientes del mundo (Gómez-Pompa, 1985).

Además de su uso directo como alimento humano, tanto las especies silvestres como las cultivadas se emplean en las zonas áridas como forraje para el ganado, resolviendo el problema de las espinas, quemando las pencas antes de cortarlas (chamuscado). Dentro de el Valle del Mezquital el producto principal del nopal es la tuna (fruto muy refrescante y dulce); al respecto, se reportan diferentes especies y variedades: tuna blanca (*Opuntia amyclaea*), tuna roja o cardón (*O. megacanta*, *O. lasiacantha*), tuna amarilla (*O. ficus-indica*) y Xoconostle (*O. matudae*), entre otras.

También se reporta el uso de los cladodios tiernos para consumo o venta aunque en pequeña escala; esta producción podría aumentarse con la introducción de nopales como el Tlaconopal y el Pelón, los cuales son buenos productores de cladodios tiernos (SEP, 1980), y dejar las variedades existentes para la producción de tuna, aun cuando las variedades de Castilla, Cardón, Blanco y Tapón, también se reportan como buenos productores de cladodios tiernos. (SEP, 1980). Considerando que una hectárea de temporal bien abonado puede producir entre 5 y 8 toneladas de brotes tiernos por semana durante casi todo el año, se podría decir que el cultivo de nopal con este fin, aportaría buenos ingresos a los campesinos.

En resumen, los principales usos del nopal son los siguientes:

TUNAS: Fruta, aguas o jarabe (puede guardarse por largo tiempo) y fruta seca.

PENCAS: En borregos aumenta la cantidad de lanolina en la lana, mejorando el precio. En vacas, la mantequilla producida es más amarilla y no necesita colorante. Las gallinas y guajolotes pueden consumir las semillas.

SEMILLAS: Como forraje y en la industria para la elaboración de aceite comestible y levadura que se emplea en la industria farmacéutica (SEP, *op. cit.*).

e) El cultivo del maguey.

Los magueyes pertenecen al género *Agave* de la familia de las Agavaceas, plantas arrosetadas, suculentas, monocárpicas y perennes que han sido consideradas por varios autores como originarias de México y particularmente de la

altiplanicie mexicana, debido a que en esta región se encuentran las especies con caracteres más primitivos y de alta variabilidad genética.

El agave es un importante recurso en las zonas áridas y semiáridas del país ya que una gran cantidad de grupos humanos se han desarrollado o mantenido con base en su aprovechamiento integral. Este recurso tiene usos múltiples ya que tradicionalmente ha sido utilizado como alimento, medicina, forraje y elemento de construcción, además de que también se obtienen bebidas tanto fermentadas como destiladas y como elementos decorativos y ceremoniales.

La distribución de cada especie depende de la biología de la planta, la capacidad de adaptación que tenga a distintos medios y a la selección que la gente hace. Las especies de maguey reportadas para el valle según Rangel (1987) son:

-*Agave lecheguilla* Torr., "maguey chico", "maguey delgado" o "lecheguilla". Es un maguey de alta distribución en las zonas semiáridas del país, crece generalmente en suelos calizos como Feozem calcárico y del Leptosol rendzínico, encontrándose en diversos tipos de matorral. Se reproduce tanto vegetativamente como por semilla, alcanzando la maduración entre los 5 y 6 años; presentan la floración en junio y julio.

-*A. peacockii* Croucher, es "maguey de las tunas", Uaja. Su distribución es limitada, se localiza sobre suelos Feozem calcárico, Feozem háplico y Leptosol rendzínico, forma parte de los matorrales. Se reproduce principalmente en forma vegetativa ya que su semilla requiere de condiciones especiales de humedad y de suelo, alcanza la madurez entre los 10 y 14 años, la floración se presenta en octubre y noviembre.

-*A. striata* Zucc. "planta con pocas espinas", "Tha'mni". Se distribuye en el valle en las zonas más secas sobre suelos calcáreos, en zonas de matorral crasicale y matorral calcícola; se reproduce por semillas en condiciones especiales y vegetativamente, alcanza la madurez en 4 o 5 años, la floración ocurre en junio y julio.

-*A. americana* L. var. *americana*. "T'ax'uada", "maguey blanco", "Hok'uada", "maguey Sto. Domingo", "Uanthe". "maguey Jugoso", "Maguey sarabanda". Esta especie es ampliamente cultivada en las zonas montañosas del valle, principalmente sobre suelos Leptosol mólico, Feozem háplico y , al igual que las diversas variedades de *A. americana*, son resistentes a las sequías, presentan alguna resistencia a las heladas y tienen amplia tolerancia a diferentes tipos de suelos (Gentry, 1982). Se reproduce por semilla y vegetativamente, alcanzando la madurez entre los 8 y 9 años, la floración ocurre entre noviembre y diciembre.

-*A americana* L. var. *marginata* Trel. "Bin'uada" , "maguey pinto". Está ampliamente distribuida en el valle, donde se cultiva principalmente con fines medicinales, localizándose en sitios planos como montañosos. Se reproduce por semilla y en forma vegetativa.

-*A. americana* L. sp. protoamericana. Gentry (1982) "Mbangat'ax'uada", "maguey blanco cimarrón"; crece en suelos: Leptosol mólico, rendzínico y Feozem calcárico, en áreas de matorral mixto xerófilo, bosque mixto, bosque de pino y bosque de encino. Se reproduce por semillas y por yemas laterales, la floración ocurre en noviembre.

-*A. mapisaga* Trel. "Ma'ye", "Maguey de penca larga". Este maguey es ampliamente cultivado en el Valle sobre relieve plano en suelos como Feozem háplico, calcárico y Leptosol rendzínico; alcanza la maduración entre los 8 y 10 años. Se reproduce tanto sexual como asexualmente, la floración ocurre entre mayo y junio.

-*A. salmiana* var. *salmiana*. Otto ex Salm. "Bo'ta", "maguey negro", "Hok'uada", "maguey bueno", "K'ank'uada", "maguey verde", "Mu'ta", "maguey de calabaza", "maguey xa'mni", "maaxo", "maguey blanco", "M'ondat'ax'uada", "maguey mexicano blanco", "maguey poblano", "maguey chino". Es la especie productora de aguamiel con más variedad de formás, tanto en las poblaciones silvestres como en las cultivadas. Se reproduce por semilla y vegetativamente, alcanzando la madurez entre los 8 y 13 años, la floración se presenta entre mayo y junio.

-*A. salmiana* Otto ex Salm sp. *crassispina* (Trel.) Gentry *op cit.* Mbank'uada, "maguey verde cimarrón". Esta subespecie se encuentra generalmente sobre terrenos montañosos, en áreas de matorral mixto xerófilo, áreas de matorral crasicaule, desértico calcícola y en zonas con vegetación de sucesión. Se reproduce por semillas y por vástagos, alcanza la madurez entre los 9 y 12 años de edad. (ibim).

- Usos del maguey.

De acuerdo a lo observado en campo y a las referencias bibliográficas, los principales usos que se le da al maguey en la zona de estudio son para:

- Producción de pulque.
- Producción de fibras para tejidos.
- Utilización como forraje o alimento.
- Usos diversos, relacionados con técnicas ancestrales, o elementos cotidianos.
- Como material de construcción para techos y cercas.

El maguey para producir pulque, se encuentra en varias formás dentro del valle, en forma de cerco vivo para evitar la erosión y retener el suelo, puede estar sólo, en la parte externa de la parcela o, formando callejones en zonas planas y en laderas.

Se puede encontrar como plantación y en forma silvestre, constituyéndose como uno de los elementos principales en el sostén de la familia.

Cuando se localiza como cerco vivo o en poblaciones naturales, su aprovechamiento es sólo para consumo casero, y si hay un pequeño excedente se vende entre los vecinos. En los terrenos sembrados exclusivamente con maguey el objetivo es la venta del pulque.

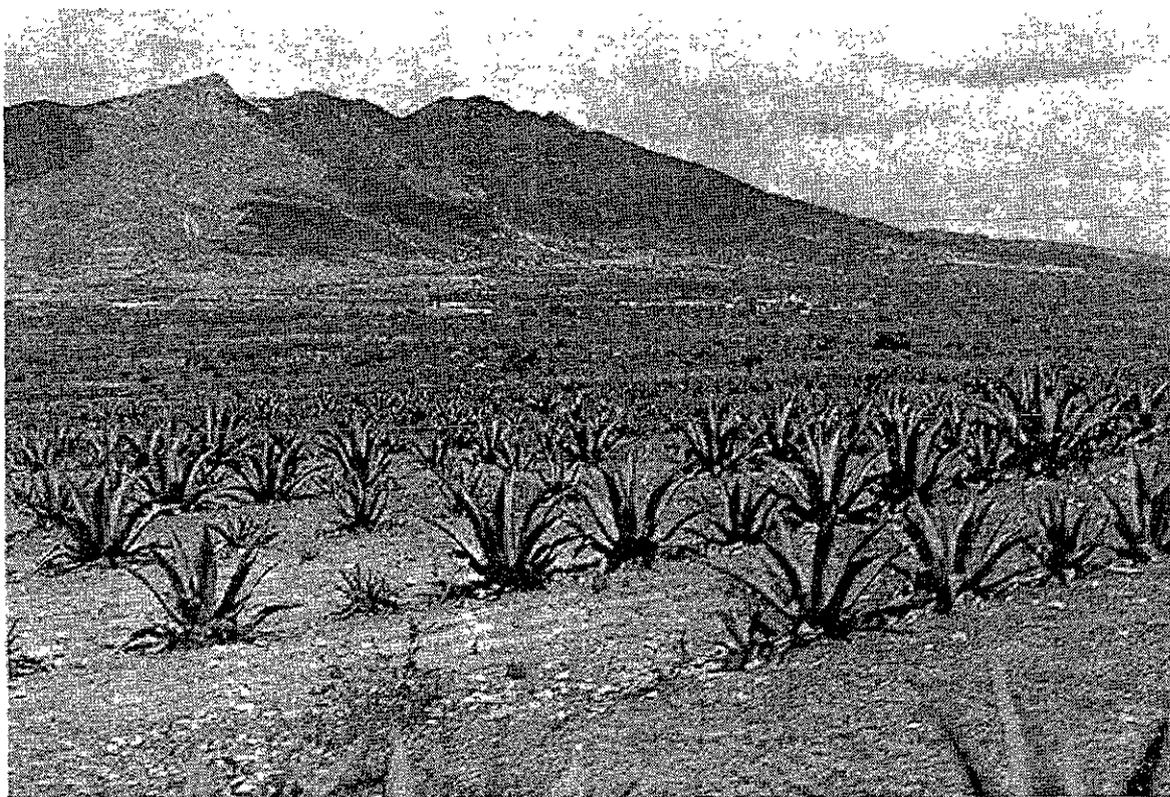


Fig. 8. Panorámica de los sistemas de agricultura de temporal en el Mezquital. Son sistemas en donde alternan cultivos semiperenes como maguey o nopal, con cultivos anuales principalmente de maíz, frijol y haba.

6.1.3.1 Sistemas pecuarios.

6.1.3.1.1 Generalidades.

En la actualidad, la ganadería se encuentra rezagada principalmente por la incidencia de problemás como: la baja asistencia técnica y crediticia, baja calidad genética del ganado, escasa organización de los productores y sobre todo por el carácter extensionista que ésta tiene. Tan sólo un pequeño número de productores privados aplican métodos modernos de producción intensiva.

6.1.3.1.2 Tipos de ganado.

a) Bovinos.

La ganadería de bovinos tiene como propósito principal la producción de carne. En la mayoría de los casos, se aplican sistemás rústicos (semitecnificados) en donde se deja al ganado que pascie libremente, ya sea sobre algunas parcelas recién cosechadas o bien en, los matorrales cercanos; en otros casos, se semiestabula el ganado en instalaciones burdas de traspatio.

Por lo regular, las crías se dejan al libre pastoreo hasta que alcanzan 250 kg, luego se estabulan y engordan con alfalfa, diversos ensilajes y complementación alimenticia, hasta que adquieren la talla adecuada para ser vendidos. A veces también se engorda ganado traído de la Huasteca o de algún otro sitio. El manejo y la alimentación tiene muchas deficiencias que se traducen en una baja productividad.

Los bovinos que se explotan en el Mezquital para la producción de carne, son de variedades mejoradas de cruces de razas europeas y cebuinas.

En relación a los aspectos sanitarios, las enfermedades más frecuentes que se presentan son las respiratorias y las parasitarias, destacando las últimas por su incidencia (sobre todo la nematosis y la palomilla *Fasciola hepatica*). Las enfermedades gastrointestinales y desnutrición también se presentan en buen número (SARH com. pers.).

Los municipios con mayor número de cabezas de bovinos destinadas a la producción de leche, son Actopan e Ixmiquilpan. La ganadería lechera se desarrolla a nivel de fincas rústicas en donde se hace una explotación deficiente ya que se cuenta con infraestructura limitada y con escasa asesoría técnica en cuestiones de manejo, alimentación, sanidad y reproducción.

Los particulares que poseen establos más o menos tecnificados, no sólo obtienen el producto en bruto sino que lo industrializan en sus diferentes derivados como queso, mantequilla, yogurt, etc. Existen asociaciones de productores de leche que cuentan con tanques receptores y enfriadores en donde se recolecta el producto, principalmente, para la elaboración de quesos y otra parte se vende como leche a industrias o complejos lecheros (*Ibid*).

El ganado lechero es de raza Holstein, Pardo Suizo y de razas mejoradas. La alimentación es principalmente a base de alfalfa (90%) y alimento concentrado. A pesar de que se cuenta con programas de higiene y salubridad, la mastitis es el principal problema que afecta a la productividad (*Ibíd*). La comercialización se realiza por lo regular a través de intermediarios quienes realizan la compra en pie; posteriormente los animales son introducidos al D.F.

b) Ovinos y caprinos.

Este tipo de ganado es el dominante y característico de la región y se practica básicamente por tradición, ya que el pastoreo de ovejas y cabras es parte ya de la identidad misma del pueblo Otomí. De acuerdo al censo ganadero por municipio de 1989, el municipio con mayor número de cabezas es Ixmiquilpan con 55,000 seguido de Actopan con 10,336.

Este tipo de ganadería se alterna tanto con la agricultura de riego como de temporal; en la gran mayoría de los casos no existe un control sanitario y de manejo adecuado. La alimentación es a base de plantas silvestres aprovechables y plantas ruderales; en ocasiones, esta dieta se complementa con el consumo de los esquilmos de cosecha y sobre todo, de los sobrantes que quedan al cortar la alfalfa.

El mayor problema de productividad es ocasionado por la baja calidad genética del ganado, que en la mayoría de los casos es de origen criollo, producto de la ganadería de solar. Para dar solución a este problema existen programas de la S.A.R.H. en donde se proporciona un semental de registro de raza Sulffock; sin embargo, esto es sólo para el caso de los ovinos, ya que para los caprinos no existe un plan de esta naturaleza.

c) Aves.

La explotación intensiva de aves es muy reciente y de acuerdo al pronóstico de los técnicos de la S.A.R.H., ésta cobrará mucho auge en poco tiempo. Del total de aves existentes un 55% se dedica a la producción de carne en forma tecnificada y sólo un 2% a la producción de huevo, el porcentaje restante (43) se explota rústicamente como la avicultura de traspatio, en donde la gente aprovecha tanto la carne como el huevo. Existe muy poca información en cuanto al manejo, alimentación e incidencia de enfermedades; no obstante se reporta poca persistencia de enfermedades; respiratorias.

d) Porcinos.

La porcicultura en el Mezquital es de las actividades pecuarias más rezagadas y se puede decir que sólo se da a nivel de práctica de traspatio en donde los campesinos tienen de uno a cinco cerdos, mismos que son alimentados de los

desperdicios orgánicos que genera la familia. Esto implica que no se tienen los mínimos cuidados en cuanto a la alimentación, enfermedades, reproducción, aspectos fitosanitarios y de manejo en general. Se menciona que el ganado porcino lejos de incrementar su número, ha disminuido considerablemente debido a que su comercialización resulta muy difícil por los recurrentes casos de cólera manifestados en la región.

POBLACION GANADERA EN LA ZONA DE ESTUDIO	NUMERO DE CABEZAS PARA 1994
BOVINOS	168,446.00
PORCINOS	88,963.00
OVINOS	236,290.00
CAPRINOS	118,348.00
AVES	1,306,400.00

Cuadro 5. Población ganadera total del DDR 063, de acuerdo al anuario de estadísticas del INEGI, 1994.

6.1.4. Asentamientos humanos.

Existe una gran versatilidad en las características de los asentamientos humanos que hay en la región estudiada. El proceso de urbanización guarda una relación muy estrecha con el crecimiento demográfico, es por esto que la magnitud del desarrollo urbano es un reflejo del aumento de la población. Se tienen tres áreas urbanas grandes con poblaciones que fluctúan de los 25 mil a los 40 mil habitantes; estos son en orden decreciente: Actopan, Mixquiahuala, San Salvador y Francisco I. Madero. Se puede decir que las dos primeras funcionan como centros rectores, socioeconómicos, culturales y religiosos del Mezquital.

Asimismo, son las que representan una mayor atracción por su mejor nivel de bienestar social; es decir, son poblaciones que cuentan con mejores servicios públicos, bien comunicados, y sobre todo, tienen una estructura productiva más diversificada con participación cada vez más importante del sector terciario (servicio) y secundario (industrial) y no tan dependiente del sector agropecuario.

En cuanto a las poblaciones de menor extensión, donde el número de habitantes fluctúa entre 10 mil y 25 mil habitantes, como es el caso de San Salvador, Progreso, Santiago de Anaya y Chilcuautla, presentan un nivel de bienestar social menor, a excepción de Progreso que tiene un índice mayor que, inclusive, los tres municipios más grandes mencionados con anterioridad (INEGI, 1990). Estas poblaciones pequeñas tienen una mayor pobreza relativa ya que presentan estructuras más simples y poco diversas, concentradas sobre todo, en las actividades agropecuarias. Por otra parte, son las que presentan mayor grado de dispersión y desorden de crecimiento.

6.1.5 Recursos humanos.

6.1.5.1 Demografía.

En términos generales resulta complicado presentar con exactitud las cifras demográficas, ya que por una parte, los datos no están muy actualizados, y por la otra, los registros de conceptos similares ofrecidas por distintas fuentes, en la mayoría de los casos no concuerdan. Sin embargo, se mostraran los datos más recientes basados principalmente en la información estadística generada por el INEGI (1995), así como de fuentes directas municipales.

a) Población total por municipio y densidad de habitantes.

Según el Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo del INEGI (1995), el municipio con mayor número de habitantes es el de Actopan, siguiéndole Progreso y Santiago de Anaya, el de menor población (Cuadro 6). Por otra parte, el de mayor densidad es Progreso y el de mayor dispersión es Santiago de Anaya.

MUNICIPIO	POBLACION TOTAL (MILES)	DENSIDAD (hab/km ²)	SUPERFICIE (km ²)
ACTOPAN	40,613	203.06	200.1
CHILCUAUTLA	13,679	59.20	231.1
FCO I MADERO	25,554		
MIXQUIAHUALA	31,137	225.4	138.1
PROGRESO	17,156	161.8	106.0
SAN SALVADOR	25,674	128.11	200.4
SANTIAGO DE A.	12,457	39.40	316.1
TOTAL	164,910		

CUADRO 6. Datos de población total para 1990, densidad de habitantes y superficie (INEGI 1995).

b) Fenómenos Demográficos.

El crecimiento demográfico promedio anual para la región fluctúa entre 1.9 y 3.8%, siendo este último de los más altos. Con respecto a la natalidad, se tiene un promedio de 37 nacimientos por cada mil habitantes. La mortalidad general promedio es de 7.5 defunciones por cada 1000 habitantes. La emigración es considerada como importante para los municipios de Chilcuautla, San Salvador y Santiago de Anaya, siendo equilibrada para Actopan, Progreso y Mixquihuala (INEGI, 1990).

c) Población Económicamente Activa (PEA).

Del total de la población de la zona de estudio existe una relación de dependencia económica de 2:1 al igual que todo el país. Del total de la población, un 55.4% es considerada dentro de la PEA. A nivel sectorial y en términos generales, el 37% se dedica a las actividades agropecuarias, el 8.4% a la industria manufacturera y el 10% a los servicios públicos y comercio (INEGI, 1990).

Por municipio, en Actopan el 27.32% corresponde a la población económicamente activa (PEA) y el 38.45% a la población económicamente inactiva (PEI). En el municipio de Chilcuautla el 25.03% es PEA y el 38.52% PEI. En Francisco I Madero el 24.52% para la PEA y 35.58% para la PEI. En Mixquiahuala el 25.25% para la PEA; y 41.05% para la PEI. Para Progreso de Obregón el 26.52% en PEA y 41% para PEI. En San Salvador el 23.09% para PEA y 41.55% para PEI. En el municipio de Santiago de Anaya el 24.78% se considera como PEA y 40.48% como PEI (ibíd).

Concluyendo, se puede decir que el municipio de Actopan es el más alto en cuanto a Población Económicamente Activa, siguiéndole Progreso y Mixquiahuala. De la población económicamente inactiva el municipio de San Salvador presenta el mayor porcentaje con 41.55%.

6.1.5.2 Salud.

En materia de salud la situación es, en términos generales, desfavorable con respecto al promedio del país, ya que la tasa bruta de mortalidad es mayor en relación a nivel nacional. En particular la tasa de mortalidad infantil es de 43 defunciones de menores de un año por cada mil habitantes (el promedio nacional es de 39). Las principales causas de mortalidad son: enfermedades del aparato respiratorio, traumatismos, envenenamientos, enfermedades del aparato circulatorio y enfermedades infecciosas y parasitarias.

En cuanto a la atención médica por habitante, se tiene un promedio de 2,133 personas por médico. El 41% de los empleados del sector salud son personal paramédico y el 26% son médicos. Por otra parte, existe una relación de una unidad médica para 5,606, habitantes aproximadamente. El IMSS absorbe el 71% de los derecho habientes, siguiéndole el ISSSTE y las unidades de la S.S. con el porcentaje restante.

Los municipios que cuentan con servicio de consulta externa del IMSS son: Actopan, Chilcuautla, Francisco I. Madero, Mixquiahuala y Santiago de Anaya. Los que tienen ese mismo servicio pero del ISSSTE son: Actopan, y Mixquihuala. (Información tomada de fuentes directas de la Secretaria de Salud).

MUNICIPIO	POBLACION CON SERVICIO MEDICO EN 1994	NUMERO DE UNIDADES MEDICAS
ACTOPAN	22,771	11
CHILCUAUTLA	11,758	7
FCO I MADERO	10,659	7
MIXQUIAHUALA	17,735	11
PROGRESO	4,321	2
SAN SALVADOR	6,793	10
SANTIAGO DE A.	9,515	8

Cuadro 7. Población total con acceso a los servicios médicos y número de unidades médicas por localidad.

6.1.5.3 Educación.

Todos los municipios cuentan con escuelas primarias y secundarias. Sin embargo, bachilleratos e instrucción técnica en general sólo se imparte en Actopan, Francisco I. Madero, Mixquihuala y Progreso (Cuadro 8).

MUNICIPIO	POBLACION ESCOLAR TOTAL	PORCENTAJE	ESCUELAS PRIMARIAS	ESCUELAS SECUNDARIAS	ESCUELAS TECNICAS
ACTOPAN	1,5017	37.0	36	13	6
CHILCUAUTLA	4,320	10.6	23	5	-
FCO I MADERO	7,999	19.70	28	6	1
MIXQUIAHUALA	9,880	24.32	24	12	3
PROGRESO	6,309	14.86	14	6	3
SAN SALVADOR	7,820	19.25	39	9	-
SANTIAGO DE A.	3,422	8.42	25	5	-

Cuadro 8. Número de escuelas totales por nivel escolar para cada municipio. (Fuente: Anuario Estadístico del Estado Hidalgo, 1995. INEGI).

La tasa de analfabetismo es muy variable para cada municipio, pero de una manera general, fluctúa entre el 20 y 40%. El 30% de los individuos mayores de 15 años tienen primaria incompleta y el 26% de la población de 6 a 14 años, no asiste a la escuela (INEGI, 1987).

En cuanto a el nivel escolar, el 56% de los estudiantes cursa la educación primaria, el 17% la secundaria, el 5% el bachillerato y el 1.1% realiza estudios superiores.

6.1.5.4 Vivienda.

En relación a este rubro y en términos generales para todo el Estado, se presentan condiciones inferiores a la media nacional. El 64% de las viviendas carecen de drenaje, el 41% no tienen tubería para agua potable y el 40% no cuenta con energía eléctrica (INEGI, 1990).

Considerando los materiales de los cuales están construidas las viviendas, éstos son muy variables; así, se tienen viviendas sin piso, con firme y recubrimiento. Los techos en las zonas urbanas normalmente son de loza; sin embargo, en las áreas rurales son de naturaleza diversa, ya que pueden estar contruidos de láminas, tejas o bien pencas de maguey; así como también, los muros pueden ser de tabique, tabicón, adobe o tepetate (Hidalgo cuaderno para la planeación INEGI, 1990).

6.1.5.5 Bienestar Social.

De acuerdo a lo citado en el cuaderno de información para la planeación de Hidalgo, 1987 y el censo del 90, ambos del INEGI, en términos generales, el Estado presenta condiciones de nivel de vida de su población por debajo del promedio nacional, esto es considerando aspectos como: ingresos, salud, vivienda, educación, empleo y alimentación.

Los municipios que presentan un nivel alto de bienestar social en orden decreciente son: Progreso (19.48), Mixquiahuala (18.93), Actopan (18.36) y San Salvador (16.36). Los municipios que presentan un nivel medio son: Francisco I. Madero (15.78), Santiago de Anaya (13.21) y Chilcuautila (12.27). Según estas fuentes, ninguno de los municipios estudiados presenta niveles bajos de bienestar social.

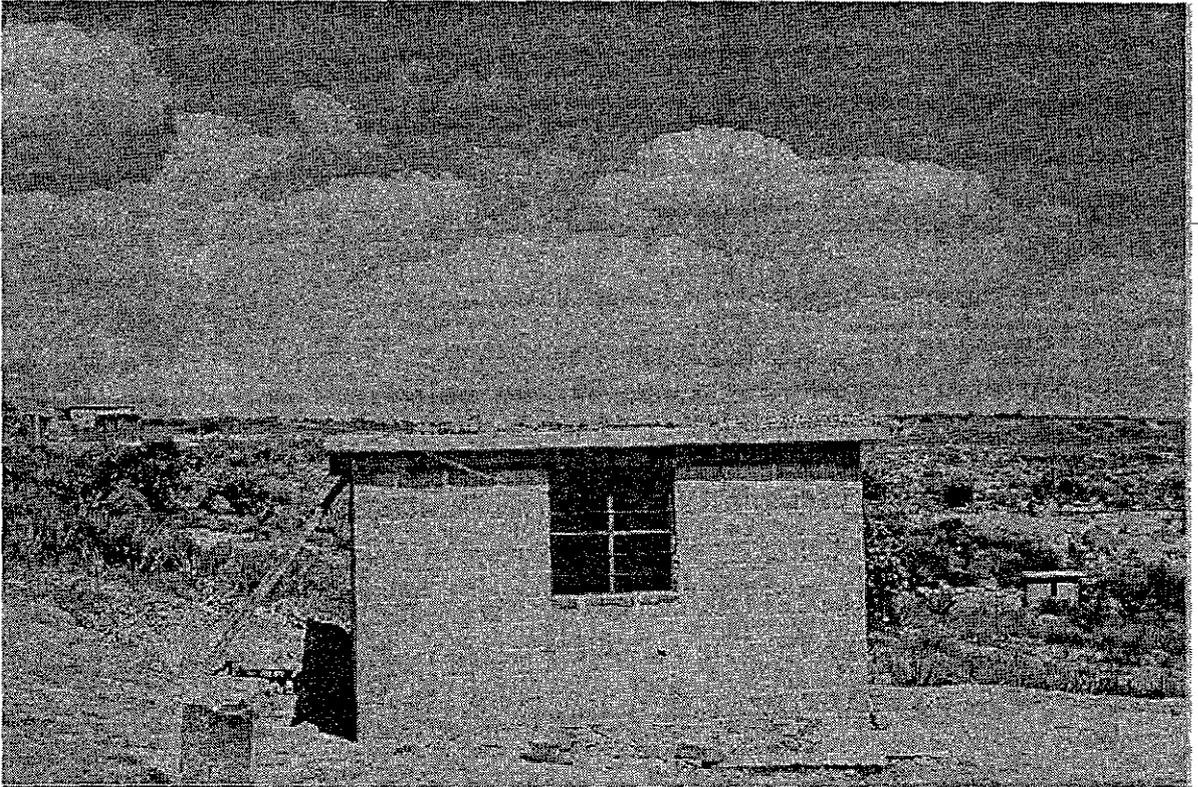


Fig. 9. Panorámica donde se muestra las condiciones de la vivienda en los sitios de mayor marginación en el Valle del Mezquital.

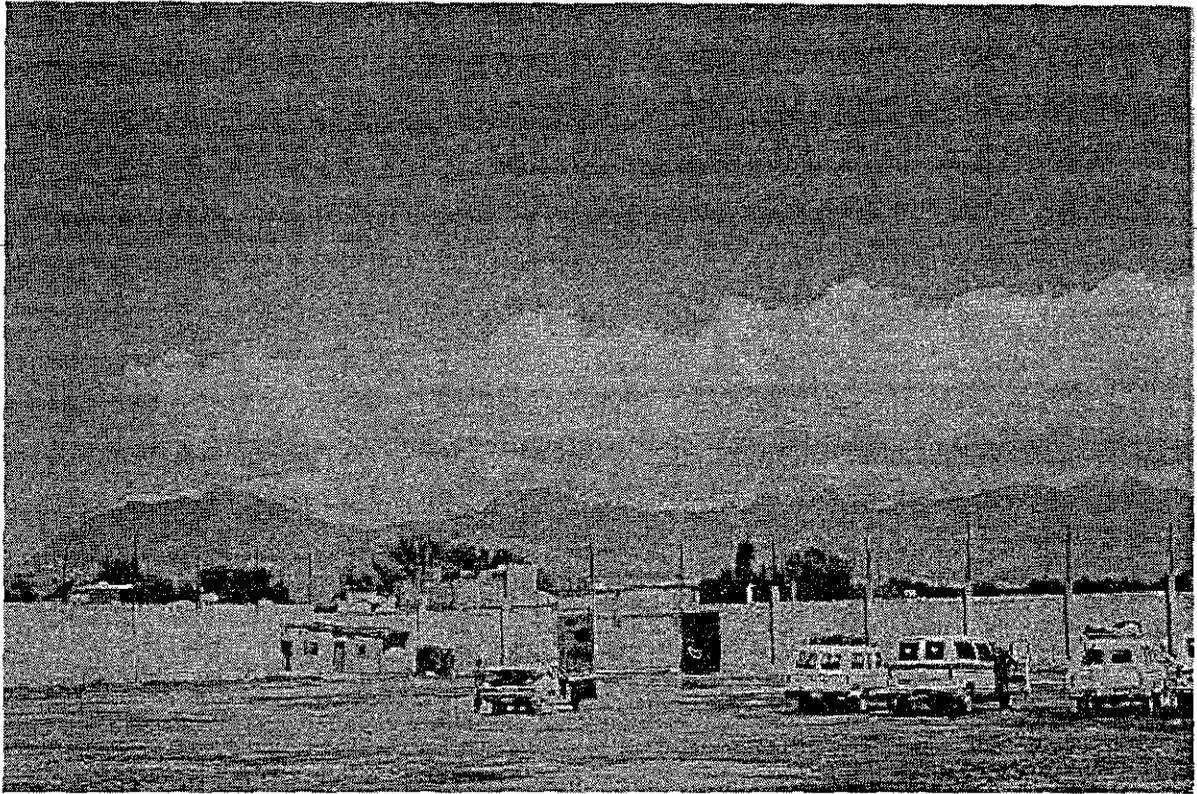


Fig. 10. Vista de un paradero, donde se puede apreciar el tipo de transporte que predomina en el área de estudio.

6.2 RESULTADOS DE LOS SUELOS IDENTIFICADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

6.2.1 Generalidades

De acuerdo a la información arrojada a partir de las descripciones morfológicas hechas en campo y del análisis físico y químico de las muestras obtenidas; se identificaron, de acuerdo al sistema de clasificación propuesto por la FAO/UNESCO (1990), un total de 5 Grupos Mayores y 11 Unidades, mismos que a continuación se enlistan:

LEPTOSOLES	FEOZEM	FLUVISOLES	REGOSOLES	VERTISOLES
Lítico	Háplico	Étrico	Étrico	Étrico
Étrico	Calcárico	Calcárico	Calcárico	
Mólico				
Rendzínico				

Cuadro 9. Grupos mayores y unidades de suelo reconocidas en la zona de estudio.

La porción estudiada del Valle del Mezquital muestra una diversidad edáfica misma que ha sido producto de la acción diferencial de las variantes ambientales (clima, relieve y geología) que convergen en la región, así como de los distintos tipos de vegetación que se desarrollan sobre los suelos

Los Leptosoles, Regosoles y Feozems se distribuyen principalmente en las partes cerriles y montañosas con relieves que van de ondulados, hasta muy inclinados, en donde todavía se mantiene más o menos conservada la cubierta de vegetación natural. Por lo regular se trata de suelos delgados de textura variable, de coloración oscura, con buenos contenidos de materia orgánica, de reacción neutra y con pedregosidad elevada. El uso que tienen es el pecuario, ya que las tierras se emplean como agostaderos para la cría de ganado caprino y ovino. También, en algunos lugares se utilizan para fines forestales explotando a nivel doméstico, la vegetación natural para obtener diversos productos de subsistencia

Por otro lado, los Fluvisoles, Vertisoles y algunos Feozems se ubican en el fondo de los valles en áreas ligeramente onduladas y planas; son profundos de textura media y fina, con moderados contenidos de materia orgánica, de colores claros y escasas obstrucciones. El uso que tienen es primordialmente agrícola, ya que sobre de ellos se desarrollan sistemas agrícolas tanto de temporal como de riego.

Para la ubicación geográfica de las Unidades de Suelos, se representaron cartográficamente a nivel de unidades simples y asociaciones, como una consecuencia de la complejidad paisajística de la zona, del nivel de detalle de la investigación y de la escala de representación cartográfica. A continuación se hará una descripción detallada de cada una de las Unidades de Suelos detectadas y reconocidas; pero antes se presenta el cuadro 10 en el que se muestra una relación completa de cada unidad y/o asociación de suelo con su respectiva superficie de cubrimiento y porcentaje.

UNIDAD DE SUELO	FAO/1990	SUPERFICIE EN Ha	PORCENTAJE
1. Fluvisol calcárico	(FLc)	13,972.58	12.61
2. Fluvisol éútrico	(FLe)	2,869.17	2.59
3. Leptosol éútrico	(LPe)	993.30	0.89
4. Leptosol rendzínico	(LPk)	1,021.76	0.92
5. Leptosol mólico	(LPm)	2,818.56	2.54
6. Leptosol lítico	(LPq)	3,087.44	2.79
7. Feozem calcárico	(PHc)	10,945.24	9.88
8. Feozem háplico	(PHh)	2,075.17	1.87
9. Regosol calcárico	(RGc)	3,941.55	3.56
10. Regosol éútrico	(RGe)	2,008.74	1.81
11. Vertisol éútrico	(VRe)	3,843.49	3.47
ASOCIACIONES			
1. Leptosol rendzínico + Leptosol lítico		3,944.71	3.56
2. Leptosol rendzínico + Feozem calcárico		20,318.29	18.34
3. Leptosol rendzínico + Regosol éútrico		6,067.33	5.47
4. Leptosol rendzínico + Vertisol éútrico.		4,096.56	3.70
5. Leptosol mólico + Feozem háplico		14,355.35	12.96
6.			
7. Leptosol lítico + Leptosol rendzínico.		2182.72	1.97
8. Feozem calcárico + Feozem háplico.		2,132.11	1.92
9. Feozem calcárico + Leptosol rendzínico		215.11	0.19
10. Feozem háplico + Leptosol mólico		136.02	0.12
11. Regosol calcárico + Leptosol éútrico.		3,410.11	3.08

Cuadro 10. Superficies y porcentajes de las unidades de suelos identificadas en la zona de estudio .

6.2.2 RESULTADOS DE LA DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y AMBIENTAL DE LAS UNIDADES DE SUELO IDENTIFICADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

6.2.2.1 Descripción de las Unidades: Leptosol mólico (LPm), rendzínico (LPk) y lítico (LPq).

a) Definición.

Los Leptosoles (litosoles) se caracterizan por ser suelos limitados en su profundidad, por una capa continua de roca o materiales altamente calcáreos, o bien por una capa cementada dispuesta a 20 cm de la superficie (FAO, 1990). Por lo tanto, aquí se encasilla a los suelos someros con un nivel de desarrollo morfogenético que puede ir de bajo a medio, por lo que muestran una secuencia morfológica muy sencilla. Por definición, un suelo puede ser considerado como Leptosol si su profundidad es menor de los 20 cm; aunque para algunos autores el límite máximo debe ser de 10 cm. En realidad el establecimiento de un límite de profundidad resulta ser un tanto cuanto arbitrario, además de que los suelos no muestran un espesor constante a lo largo de toda su extensión.

b) Distribución y superficie.

En general los Leptosoles se les encuentra básicamente sobre formaciones cerriles y de montaña, en sitios escarpados en donde se intercalan con afloramientos rocosos. Por consiguiente se les localiza en: la Sierra Xithe (al W), Sierra de Miguel (al centro), Sierra de Actopan (al E), Cerro Elefante, Cañón del Río Tula y sistema cerril conformado por los cerros: Cebadero, la Nube, Ventorillo, Boludo y Pelado (al N), así como en gran parte del Valle de Actopan. Cabe aclarar, que estos suelos se encuentran en la mayoría de los casos asociados cartográficamente con otras unidades, por lo que es difícil conocer con exactitud la superficie que ocupan; sin embargo, esta es aproximadamente de 3,087.44 ha para los Leptosoles líticos; 993.30 ha para los éutricos; 2,818.56 ha para los mólicos y 1,021.76 ha para los rendzínicos. En total, su superficie representa un porcentaje de 43.32% del toda la zona, lo cual indica que se trata de las unidades de mayor extensión.

c) Uso actual y/o tipos de vegetación que sostienen

Dada su ubicación y la escasa profundidad que tienen, los Leptosoles soportan diversos tipos de vegetación, los cuales varían en cuanto a su composición florística, misma que está vinculada con el material geológico que subyace. Así en los lugares en donde el material basal está constituido por calizas, los tipos de vegetación que se desarrollan son: el matorral inerme de *Flourensia resinosa*, el subinerme de *Flourensia resinosa* y *Agave striata*, bosque de pino *Pinus cembroides*, bosque de encino (*Quercus crassifolia* y *Quercus laurina*). En los sitios en donde el material parental es de rocas ígneas, principalmente

andesitas, basaltos y riolitas, los tipos de vegetación que se desarrollan son: matorrales espinosos con *Prosopis laevigata*, *Acacia sp* y *Karwinskia humboltiana*, entre otras; y matorrales crasicaules caracterizados por la presencia de *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia streptacantha*, *O. hyptiacantha*, *O. imbricata*, *O. tunicata* y *Jatropha sp*.

Estos suelos son utilizados en primer término para actividades forestales de tipo autoconsumo, donde diversas especies son empleadas para uso artesanal, medicinal, para leña y para la construcción. Otro uso de menor intensidad es el pecuario, en donde el propósito principal es la cría de ganado, caprino, ovino y bovino, el sistema de explotación que se practica es de tipo transhumante.

d) Descripción geomorfológica.

Como ya se indicó al principio, los Leptosoles se desarrollan sobre geoformas de montaña en topoformas como: picos, crestas, cantiles y declives en donde las pendientes son mayores a 20%. Los relieves van de inclinados a muy inclinados. El material geológico subyacente es variado teniendo que, los Leptosoles rendzínicos se desarrollan sobre materiales altamente calcáreos, los mólicos sobre substratos ígneos y/o sedimentos calcáreos, y los líticos sobre cualquier tipo de roca.

e) Descripción morfológica.

La principal característica morfológica que presentan los Leptosoles es su forma sencilla ya que sólo muestran dos horizontes. En el caso de los suelos forestales, éstos también van a contar con la presencia de un horizonte superficial orgánico.

Los Leptosoles líticos en particular son los más someros, ya que su espesor difícilmente rebasa los 10 cm, normalmente se encuentran intercalados con afloramientos rocosos. El horizonte superficial (A), es de color pardo, pálido o gris, con estructura migajosa, de tamaño entre pequeño y medio, moderadamente desarrollada, con espacio poroso abundante y continuo entre agregados, y discreto dentro de los pedos. Con textura franco arenosa o areno francosa, ligeramente compactos, de consistencia muy friable, con abundantes raíces finas y con pedregosidad abundante. El material que subyace es de tipo saprolítico semi-oxidado con estructura de roca y moderadamente mezclado con componentes orgánicos.

Los Leptosoles éutricos detectados presentan un perfil con dos horizontes que fueron identificados como A y C con un límite irregular y transición gradual entre ambos. El horizonte A es de escasa profundidad (de 11 a 25 cm), de color pardo pálido en seco y pardo oscuro en húmedo, la estructura es una combinación de

partículas elementales con gránulos y algunos poliedros medios, de pobre desarrollo, la textura va de franco arenosa a franco arcillo arenosa, los macroporos son frecuentes de tamaño fino, la compactación es ligera, la plasticidad va de ligera a plástica y consistencia entre suelta y muy friable, con escasas raíces finas y algunas medianas, gran cantidad de pedregosidad en el horizonte A que obtuvo una reacción de ligera a nula con el HCl y permeabilidad moderada.

Los Leptosoles mólicos presentan un horizonte superficial de reacción básica, con un espesor de entre 15 y 20 cm, de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo grisáceo, con textura de franco arenosa a franco arcillo arenosa; con estructura granular y de migajón de tamaño fino y medio, moderadamente desarrollada, con espacio poroso abundante y continuo. Los agregados del migajón contienen microporos discretos y escasos para los peds granulares; la consistencia en húmedo es friable con frecuentes raíces finas y algunas medias; con pedregosidad de moderada a abundante. Por debajo de esta capa puede presentarse un horizonte C muy delgado de textura media con un nivel de estructuración bajo, mezclado con rocas ígneas, con frecuentes poros intersticiales de tamaño medio y moderada integración entre los elementos orgánicos e inorgánicos; o bien, puede estar un horizonte subsuperficial de tipo petrocálcico, de estructura entre masiva y laminar, gruesa, semicementada con carbonato de calcio. La matriz de los agregados se compone de arenas medias mezcladas con algo de arcilla. El color de este horizonte es blanco o, a veces un poco amarillento, todo dependiendo de la composición mineralógica del mismo. El espacio poroso es alargado, de posición horizontal y discontinuo.

Por último, los Leptosoles rendzínicos (Rendzinas) se van a caracterizar por la presencia de un horizonte de diagnóstico superficial de tipo mólico como de 20 cm de espesor, de color gris muy oscuro o pardo grisáceo muy oscuro en seco y negro en húmedo. Con textura que va de franco a franco arcillo arenosa, con estructura granular y poliédrica subangular media desarrollada, con abundantes poros continuos entre los agregados y microporos discretos. Ligeramente compacto, de consistencia friable y firme, de reacción violenta al HCl (>30% de CaCO_3), con pedregosidad de moderada a frecuente, ricos en materia orgánica y con abundantes complejos arcilla-humus (humatos de calcio). Por debajo del horizonte superficial aparece un C muy delgado, ligeramente más claro con abundantes fragmentos de roca caliza oxidada, con un nivel de estructuración bajo y con una mezcla íntima entre el material mineral y el orgánico.

f) Propiedades físicas y químicas.

LEPTOSOL ÉUTRICO

PROPIEDAD	HORIZONTE A	HORIZONTE C/R
Densidad aparente Mg/m ⁻³	1.06 - 1.18	1.10 - 1.26
Densidad real Mg/m ⁻³	2.21 - 2.57	2.43 - 2.60
Porosidad %	53 - 67	48 - 64
Materia orgánica %	0.78 - 1.85	0.45 - 0.98
pH relación 1:2.5 en agua	7.08 - 8.21	7.88 - 8.40
C. I. C. T. cmol(+) kg ⁻¹	18.74 - 29.16	17.53 - 22.47
Calcio intercambiable cmol(+) kg ⁻¹	12.38 - 15.41	9.67 - 17.55
Magnesio intercambiable cmol(+) kg ⁻¹	3.25 - 6.13	2.67 - 11.90
Carbonatos meq/100g	0.2 - 0.6	0.3 - 1.0
Bicarbonatos meq/100g	0.2 - 0.8	0.0 - 1.4
Cloruros %	1.8 - 2.1	1.7 - 2.2

LEPTOSOL MÓLICO

PROPIEDAD	HORIZONTE A	HORIZONTE C/R
Densidad aparente Mg/m ⁻³	0.96 - 1.12	1.10 - 1.22
Densidad real Mg/m ⁻³	2.37 - 2.61	2.45 - 2.67
Porosidad %	61 - 70	55 - 63
Materia orgánica %	1.27 - 3.17	0.95 - 1.40
pH relación 1:2.5 en agua	7.32 - 8.04	7.74 - 8.21
C. I. C. T. cmol(+) kg ⁻¹	22.63 - 37.18	16.60 - 25.82
Calcio intercambiable cmol(+) kg ⁻¹	15.01 - 28.95	8.38 - 17.93
Magnesio intercambiable cmol(+) kg ⁻¹	4.16 - 6.38	4.09 - 5.87
Carbonatos meq/100g	0.84 - 2.35	0.62 - 2.80
Bicarbonatos meq/100g	0.76 - 1.26	0.64 - 3.10
Cloruros %	1.15 - 2.20	2.0 - 2.63

LEPTOSOL RENDZÍNICO

PROPIEDAD	HORIZONTE A	HORIZONTE C/R
Densidad aparente Mg/m ⁻³	0.90 - 1.21	1.16 - 1.25
Densidad real Mg/m ⁻³	2.43 - 2.68	2.45 - 2.70
Porosidad %	58 - 64	45 - 59
Materia orgánica %	1.49 - 5.16	1.27 - 2.56
pH relación 1:2.5 en agua	7.8 - 8.3	8.0 - 8.6
C. I. C. T. cmol(+) kg ⁻¹	24.80 - 41.07	20.73 - 33.36
Calcio intercambiable cmol(+) kg ⁻¹	17.05 - 35.14	16.27 - 26.18
Magnesio intercambiable cmol(+) kg ⁻¹	5.27 - 6.62	4.81 - 6.09
Carbonatos meq/100g	2.24 - 6.53	3.06 - 8.24
Bicarbonatos meq/100g	0.83 - 3.46	2.16 - 3.70
Cloruros %	1.8 - 2.1	1.7 - 2.0

g) Génesis.

Los Leptosoles son considerados como suelos que se encuentran en las primeras etapas de desarrollo morfológico, por lo tanto son la fase inicial del desarrollo de un suelo maduro. En términos generales, se trata de suelos muy jóvenes que por efecto de la dureza del material parental o por estar sujetos a una tasa de erosión elevada, o bien porque no han tenido el tiempo suficiente para desarrollarse permanecen actualmente con una profundidad escasa y un desarrollo morfológico incipiente.

Particularmente los mólicos y los rendzínicos deben su escasa profundidad a que por un lado, se han derivado de rocas duras y resistentes como las calizas y andesitas, y por el otro, están sobre geformas de pendientes inclinadas lo que provoca una tasa de erosión natural alta, que impide la retención normal de los elementos constitutivos del suelo (Sierra Xinthe, Sierra San Miguel de la Cal y Sierra de Actopan). Es importante señalar, que a pesar de ser suelos someros, ya han desarrollado un horizonte de diagnóstico de tipo mólico, esto como consecuencia de la acción climática en particular de la estacionalidad y distribución de lluvia, que junto con la influencia de la vegetación han permitido la formación de este tipo de horizonte, lo que indica que se encuentran en una etapa inicial de diferenciación morfológica.

Por lo que respecta a los líticos y éutricos, resultan ser los menos evolucionados, ya que se han desarrollado de rocas frescas (Holocénicas), lo que ha determinado que no se ha dado en ellos el tiempo suficiente para que puedan evolucionar morfológicamente, ejemplo; los suelos formados de derrames basálticos cuaternarios (Cañón del Río Tula y mesas: Tanthe, Texcatec y laderas del Cerro Elefante).

h) Limitantes agrológicos y vocación natural.

Los principales factores que restringen el uso de los Leptosoles son: la escasa profundidad que tienen, la elevada cantidad de obstrucciones que muestran y sobre todo el relieve abrupto que presentan. La vocación natural que tienen de acuerdo a su morfología y ubicación, es para el sostenimiento y conservación de ecosistemas naturales; también para el desarrollo de la vida silvestre y para el desarrollo urbano, siempre y cuando sean adecuados factores como pendiente, relieve y ubicación. En algunos casos en donde las condiciones ecológicas sean favorables, se puede programar un uso forestal y pecuario racional debidamente planificado, con el sólo propósito de satisfacer algunas de las necesidades básicas de los lugareños.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD LEPTOSOL LÍTICO (LPq).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 - 7/11 cm	Color muy variable heredado del material parental e influenciado por la materia orgánica por lo que fluctúa desde pardo pálido hasta el pardo grisáceo oscuro, textura de franco arenosa a franca, con estructura granular mezclada con diversos fragmentos de rocas oxidadas, con abundantes poros finos y medios intersticiales, de consistencia entre friable y muy friable; de compactación moderada, no cementado, con raíces de escasas a frecuentes, sin concreciones, con intrusiones que van de frecuentes a abundantes, de reacción variable a los carbonatos dependiendo de la clase del material parental.
C	7/10 a 11/ 16 cm	Con color heredado del material parental, compacto, de textura areno francosa y franco arenosa, con roca de diversos tamaños mezclada con partículas elementales del tamaño de las arenas. de consistencia suelta, con raíces pequeñas frecuentes y medias escasas, sin concreciones y muy abundantes intrusiones rocosas de varios tamaños y formas, de reacción cambiante hacia los carbonatos dependiendo de la naturaleza del material parental.

Cuadro 11. Esquemas morfológicos resumidos de los Leptosoles líticos detectados en la zona de estudio.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD LEPTOSOL ÉUTRICO (LPe).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 - 11/18 cm	De colores pardo pálidos en seco y pardo oscuro en húmedo, la estructura es una combinación de partículas elementales con gránulos y algunos poliedros medios, de pobre desarrollo, la textura va de migajón arenosa a migajón arcillo arenosa, los macroporos son frecuentes de tamaño fino, la compactación es ligera, la plasticidad va de ligera a plástica y consistencia en húmedo entre suelta y muy friable, con escasas raíces finas y algunas medianas, con frecuentes intrusiones, reacción de ligera a nula al HCl y de permeabilidad media.
C	11/18 a 18/25 cm	Con color heredado del material parental, compacto, de textura areno francosa y arenosa, con estructura de roca de diversos tamaños mezclada con partículas elementales del tamaño de las arenas, de consistencia suelta, con raíces pequeñas y escasas. Sin concreciones y muy abundantes intrusiones rocosas de varios tamaños y formas, de reacción de nula a ligera a los carbonatos dependiendo de la naturaleza del material parental.

Cuadro 12. Esquemas morfológicos resumidos de los Leptosoles éutricos detectados en la zona de estudio.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD LEPTOSOL MÓLICO (LPm).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0- 20 / 23 cm	De colores pardo grisáceo muy oscuro a pardo grisáceo, con textura de franco arenosa a franco arcillo arenosa; con estructura granular y de migajón de tamaño fino y medio, moderadamente desarrollada, con espacio poroso abundante y continuo. Los agregados del migajón contienen microporos discretos y escasos para los pedos esferoidales; la consistencia es friable con frecuentes raíces finas y algunas medias; con pedregosidad de moderada a abundante, con reacción de ligera a violenta a los carbonatos y de permeabilidad moderada.
C	20/23 a 24/27 cm	Muy delgado de textura media con un nivel de estructuración bajo mezclado con estructura de rocas ígneas, con frecuentes poros intersticiales de tamaño medio y moderada integración entre los elementos orgánicos e inorgánicos; o bien, puede ser un horizonte subsuperficial de tipo petrocálcico, de estructura entre másiva y laminar gruesa semicementada con carbonato de calcio. La matriz de los agregados es a base de arenas medias mezcladas con algo de arcilla. El color de este horizonte es blanco o a veces un poco amarillento, todo dependiendo de la composición mineralógica del mismo. El espacio poroso es alargado, de posición horizontal y discontinuo.

Cuadro 13. Esquemas morfológicos resumidos de los Leptosoles mólicos detectados en la zona de estudio.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD LEPTOSOL RENDZINICO (LPk)

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION
A	0 -13/20 cm	De color gris muy oscuro o pardo grisáceo muy oscuro en seco y negro en húmedo, con textura que va de franco a franco arcillo arenosa, con estructura granular y poliédrica subangular media desarrollada, con abundantes poros continuos entre los agregados y microporos discretos, ligeramente compacto, de consistencia friable y firme, de reacción violenta al HCl (>30% de CaCO ₃), con pedregosidad de moderada a frecuente, ricos en materia orgánica y con abundantes complejos organo-minerales (humatos de calcio).
C	cm	Ligeramente más claro con motas blancas y abundantes fragmentos de roca caliza oxidada o de caliche, con un nivel de estructuración bajo y con una mezcla íntima entre el material mineral y el orgánico, cuando se encuentra un horizonte petrocálcico es cementado, de estructura laminar con reacción muy violenta al HCl, las raíces son finas y son frecuentes.

Cuadro 14. Esquemas morfológicos resumidos de los Leptosoles rendzínicos detectados en la zona de estudio.



Fig. 11. Perfil representativo de la unidad Leptosol rendzínico. Nótese la presencia del horizonte mólico de color oscuro, rico en materia orgánica, con abundantes raíces que descansa directamente sobre un horizonte cálcico de estructura laminar que sobreyace a un horizonte petrocálcico de condición masiva. (El perfil se localiza sobre el Valle de Actopan, cerca del poblado de la Estancia).



Fig. 12. Perfil representativo de la unidad Leptosol mólico; se trata de un suelo somero derivado de riolitas, obsérvese el desarrollo de un horizonte superficial de color pardo oscuro, de estructura granular, consistencia suave y muy abundante en contenido de materia orgánica y raíces.



Fig. 13. Panorámica del paisaje asociado a los Leptosoles mólicos. Se encuentra en topoformas accidentadas y con vegetación de matorral crasicauale. (Fig.grafias del cerro La Palma en la Sierra de San Miguel).

6.2.2.2 Descripción de las unidades de suelos: Feozem háplico (PHh), Feozem calcárico (Phc)

a) Definición.

Los Feozem son suelos ya diferenciados, que pertenecen al orden Molisol (suelos de pastizales) del Sistema *Soli Taxonomy* (USDA, 1975); se distinguen por presentar un horizonte superficial (A) bien desarrollado, rico en materia orgánica la cual junto con el material mineral les confiere el color parduzco que los caracteriza. Tienen más del 50% de saturación de bases y carecen de horizontes cálcicos, gypsicos, ferralíticos, nátricos y concentraciones pulverulentas de cal, son granulares y de consistencia friable (FAO, 1990).

Particularmente para México, los Feozems no sólo está relacionados con la vegetación de praderas, sino que también sostienen otros tipos de vegetación característicos de regiones secas, subhúmedas y hasta húmedas. Concretamente en el área de estudio sostienen diversos tipos de matorrales xerófilos.

b) Distribución y superficie.

Los Feozems son suelos ampliamente distribuidos en el Mezquital y en todo México. Recordando un poco las primeras clasificaciones de suelos (Docuchaev, 1883 y Sibirtsev, 1901), citados por Cortés (1982), estos corresponderían a los llamados suelos zonales, ya que de acuerdo a las condiciones ambientales muy particulares de la región estudiada constituyen desde de mi punto de vista, el tipo de suelo clímax.

Los Feozem háplicos se ubican preferentemente, en sitios en donde el material parental está conformado por rocas ígneas intrusivas; tal es el caso de la Sierra Xínthe, el Cerro Elefante y la Sierra de Actopan. La superficie que ocupan como unidad sola es aproximadamente de 2,075.17 ha, mismas que representan el 1.95% del total del área; sin embargo, la mayor parte de los Feozems háplicos se encuentran asociados con Leptosoles mólicos cubriendo un área de 14,355.35 ha que representan el 12.96%, siendo de este modo la asociación más extendida de la zona. Esta unidad también se puede encontrar al oeste suroeste de la planicie de Actopan en los poblados El Rosario y San Antonio, y al sur del Valle de Pozuelos.

Los calcáricos se localizan por casi toda la planicie de Chilcuautla, extendiéndose desde el sur de Progreso hasta Maguey Blanco. También se les encuentra en la Sierra de San Miguel, en donde se asocian con Leptosoles. Otra gran extensión se presenta en el Valle de Actopan llegando hasta las inmediaciones de Julián Villagrán. Hacia el norte de Santiago de Anaya y sur del Cardonal se presenta una otra gran zona, interrumpida por algunos suelos formados de factores locales. El área que cubren los calcáricos es de 10,945.24 ha, que corresponden al 9.88% del total estudiado.

c) Uso actual y/o tipos de vegetación que sostienen.

Dado que la mayor parte de los Feozems háplicos y calcáricos se encuentran sobre relieves casi planos, el uso que se les ha dado es principalmente para la actividad agrícola, desarrollándose en ellos sistemas de producción tanto de temporal como de riego. Entre los principales cultivos que se manejan en el temporal son: maíz, frijol, avena y cebada los cuales se intercalan con franjas de nopal y/o maguey; con el doble propósito de disminuir la erosión y tener más diversidad de opciones alimenticias y económicas. En la mayoría de los casos, la labranza se efectúa con tracción animal; sin embargo, hay algunos productores que ya cuentan con algún tipo de maquinaria. El propósito fundamental de la producción es generalmente para autoconsumo, sólo en el caso de haber excedentes de las cosechas éstos se comercializan localmente.

En las zonas de riego, los principales cultivos que se manejan son: alfalfa, maíz, frijol, tomate, chile, calabaza, trigo avena y diversos pastos forrajeros. La agricultura en estos sitios es casi totalmente mecanizada y la finalidad de la producción es para comercialización.

Para el caso de los Feozems calcáricos que se encuentran en lugares como en la Sierra de San Miguel y algunos sistemas cerriles del municipio de Santiago de Anaya, sostienen matorrales inermes, subinermes y crassirosulifolio en donde las especies dominantes son: *Flourensia resinosa*, *Agave striata* y la biznaga.

Los Feozems háplicos que se localizan sobre las sierras y cerros, en su mayor parte están sosteniendo matorrales espinosos con especies como: *Prosopis juliflora*, *Acacia sp* y *Karwinskia humboltiana* y matorrales crasicaules caracterizados por la presencia de especies como: *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia streptacanta*, *Opuntia hyptiacantha*, *O. imbricata*, *O. tunicata* y *Jatropha sp*. A estos matorrales se les da un uso forestal y pecuario a nivel doméstico.

d) Descripción geomorfológica.

Este tipo de suelos se pueden localizar tanto en zonas de serranías como en plano-valles; por lo consiguiente, se presentan en diversas geformas como: domos, mesas, declives, cañadas y desde luego en plano-valles. El relieve puede ir desde inclinado hasta plano. El tipo de roca parental para los calcáricos va desde sedimentos clásticos calcáreos (Formación Tarango) y calizas (Formación Doctor); los háplicos se pueden derivar tanto de material volcano-sedimentario como de rocas ígneas intrusivas, principalmente de riolitas, andesitas, así como de conglomerados riolíticos, por lo que se van a encontrar principalmente en los sistemas montañosos de las formaciones: Grupo Pachuca y Grupo San Juan (Sierra Xinthe y Sierra Pachuca),

e) Descripción morfológica.

La principal característica que distingue a los Feozems es la presencia de un horizonte superficial de tipo mólico, el cual se caracteriza por: el color oscuro, buenos contenidos de materia orgánica, un porcentaje de saturación de bases mayor del 50%, estructura de migajón (granular) moderadamente desarrollada, con macroporos abundantes, finos y continuos; microporos de forma tubular y vesicular. La textura varía entre arena francosa, franco arenosa y franco limosa, de consistencia friable y muy friable, las raíces finas son muy abundantes, son de reacción neutra y/o básica. La diferencia entre los háplicos, calcáricos y vérticos es que mientras los primeros pueden presentar un subsuelo arenoso, sin presencia de carbonatos, los segundos tienen un horizonte petrocálcico y los terceros un horizonte vértico dentro de los primeros cien centímetros de profundidad.

Las características morfológicas del subsuelo de los calcáricos, se pueden resumir de la siguiente manera: El horizonte subsuperficial es de tipo cálcico o petrocálcico, conformado por una estructura laminar gruesa semicementada con carbonato de calcio. La matriz de los agregados es a base de arenas medias mezcladas con algo de arcilla. El color de este horizonte es blanco o a veces un poco amarillento, todo dependiendo de la composición mineralógica del mismo. El espacio poroso es alargado, de posición horizontal y discontinuo.

Para el caso de los háplicos, que se ubican en las zonas planas y ligeramente onduladas, presentan un subsuelo reconocido como horizonte C, de color pardo, pardo pálido, gris parduzco claro y gris claro, de textura entre areno francosa, franco arenosa o franco limosa, de consistencia suelta y friable, con estructura compuesta entre condición de grano simple y poliédrica subangular fina, pobremente desarrollada, con espacio de poros continuos entre pedos y discretos dentro de los agregados, con pedregosidad escasa, sin raíces finas y algunas medias, la permeabilidad es rápida. Algunos Feozems háplicos presentan un horizonte subsuperficial de tipo vértico, reconocido por su color gris oscuro, de textura franco arcillosa y franco arcillo arenosa, con una estructura de forma poliédrica subangular media, bien desarrollada y con poros semicontinuos entre los pedos. La consistencia va de friable a firme, con algunas raíces finas y medias, con pedregosidad de frecuente a abundante, de permeabilidad lenta y con reacción de ligera a violenta a los carbonatos, según el tipo de roca que se encuentre abajo.

f) Propiedades físicas y químicas.

FEOZEM HÁPLICO

PROPIEDAD	HORIZONTE A	HORIZONTE C/R
Densidad aparente Mg/m-3	1.04 - 1.13	1.15 - 1.22
Densidad de real Mg/m-3	2.37 - 2.55	2.40 - 2.61
Porosidad %	57 - 72	48 - 55
Materia orgánica %	1.92 - 4.61	0.87 - 1.54
pH relación 1:2.5 en agua	6.55 - 7.78	7.14 - 8.10
C. I. C. T. cmol(+) kg-1	20.16 - 38.03	21.48 - 26.90
Calcio intercambiable cmol(+) kg-1	13.07 - 30.22	16.35 - 19.40
Magnesio intercambiable cmol(+) kg-1	4.62 - 7.25	4.14 - 8.10
Carbonatos meq/100g	0.0 - 0.9	0.0 - 2.4
Bicarbonatos meq/100g	0.7 - 1.9	0.3 - 2.2
Cloruros %	2.1 - 2.5	2.0 - 2.4

FEOZEM CALCÁRICO

PROPIEDAD	HORIZONTE A	HORIZONTE C/R
Densidad aparente Mg/m-3	1.09 - 1.12	1.10 - 1.16
Densidad real Mg/m-3	2.25 - 2.56	2.44 - 2.60
Porosidad %	58 - 71	41 - 67
Materia orgánica %	2.10 - 7.61	2.34 - 1.32
pH relación 1:2.5 en agua	7.76 - 8.43	7.81 - 8.86
C. I. C. T. cmol(+) kg-1	23.16 - 35.77	20.98 - 30.06
Calcio intercambiable cmol(+) kg-1	17.42 - 22.38	16.70 - 28.64
Magnesio intercambiable cmol(+) kg-1	5.18 - 8.70	3.90 - 6.41
Carbonatos meq/100g	1.2 - 2.1	1.7 - 2.5
Bicarbonatos meq/100g	2.0 - 3.1	2.4 - 4.2
Cloruros %	2.1 - 2.4	2.0 - 2.3

FEOZEM HAPLICO CON HORIZONTE VÉRTICO

PROPIEDAD	HORIZONTE A	HORIZONTE C/R
Densidad aparente Mg/m-3	1.13 - 1.23	1.16 - 1.26
Densidad real Mg/m-3	2.47 - 2.60	2.42 - 2.70
Porosidad %	51 - 63	42 - 56
Materia orgánica %	1.89 - 3.64	2.20 - 1.34
pH relación 1:2.5 en agua	7.76 - 8.22	7.75 - 8.48
C. I. C. T. cmol(+) kg-1	33.25 - 45.06	30.18 - 41.40
Calcio intercambiable cmol(+) kg-1	21.95 - 32.05	25.31 - 33.66
Magnesio intercambiable cmol(+) kg-1	8.73 - 12.47	8.80 - 10.14
Carbonatos meq/100g	1.6 - 2.4	2.0 - 2.3
Bicarbonatos meq/100g	2.2 - 3.6	2.1 - 4.6
Cloruros %	1.9 - 2.5	2.3 - 2.7

g) Génesis.

Para la zona estudiada, los Feozems constituyen el tipo de suelo dominante o clímax, el cual sólo es interrumpido en cuanto a su extensión, por algunos manchones de suelos formados por factores y agentes locales tales como la topografía y el sustrato geológico. El clima seco templado y la vegetación xerófila constituyen los principales factores que han dirigido el desarrollo morfogenético de estos suelos.

La influencia climática se ha dejado sentir sobre todo por el contraste estacional, en donde se tiene un largo período seco y frío (7 meses) alternado con un período húmedo y caliente de 5 meses. Durante el primero, toda la actividad química y biológica se encuentra en su mínima expresión ya que no hay suficiente agua en el suelo para inducir a las reacciones químicas y bioquímicas que se dan normalmente en los suelos; además, tampoco pueden realizarse procesos físicos tales como: lixiviación, eluviación-iluviación, etc. Por otro lado, durante la estación lluviosa se activan súbitamente todos los procesos, pero sobre todo la actividad biológica la cual se manifiesta por la presencia de los horizontes mólicos típicos de los Feozems. Por otra parte, la variación del material parental es otro de los elementos que contribuyen de una manera determinante para separar las distintas unidades de Feozem; tal y como ya se mencionó, los calcáricos se originan de calizas o sedimentos clásticos calcáreos, los háplicos de elementos volcano sedimentarios, de riolitas y conglomerados.

h) Limitantes agrológicos y vocación natural.

Los Feozems calcáricos que se encuentran sobre relieves casi planos, tienen como limitante principal la profundidad, ya que por debajo de la capa arable se encuentra el horizonte petrocálcico el cual obstruye el paso de las raíces y el flujo del agua; sin embargo, este tepetate de caliche con el riego frecuente y prolongado se va ablandando al irse disolviendo los carbonatos cementantes, por lo que es posible fragmentarlo y removerlo, siempre y cuando se cuente con la tecnología apropiada. Otra limitante a considerar, es la presencia de abundantes obstrucciones superficiales e internas provenientes del mismo horizonte petrocálcico, mismas que sólo pueden ser removidas manualmente. Para los calcáricos localizados sobre formaciones cerriles y de montaña, los principales factores que los demeritan son la pendiente, la profundidad y la erosión.

Para el caso de los háplicos ubicados en los plano-valles, prácticamente no presentan limitante alguna, salvo las pequeñas fluctuaciones de la topografía. No así, para los que se encuentran en sitios accidentados en donde la pendiente, la profundidad, los afloramientos y la erosión son los principales elementos que los demeritan.

Entre los principales atributos que se les pueden encontrar a los Feozems, es la presencia de su horizonte superficial grueso, rico en materia orgánica y en nutrimentos, lo que hace que sean muy productivos, siempre y cuando se les de un uso apropiado y acorde a su vocación natural.

**DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD FEOZEM CALCÁRICO
(PHc).**

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCION
A	0 - 20/37 cm	De colores pardo grisáceo muy oscuro a pardo grisáceo, con textura de franco arenosa; con estructura granular de migajón y poliédrica subangular de tamaño fino y medio, moderadamente desarrollada, con espacio poroso abundante y continuo. Los agregados del migajón contienen abundantes microporos vesiculares; la consistencia es friable con frecuentes raíces finas y algunas medias; con pedregosidad de moderada a abundante con fragmentos de diversos tamaños de caliche. Con reacción de ligera a violenta a los carbonatos y de permeabilidad moderada. ▽
C	20/37 - 37/110 cm	Horizonte subsuperficial de tipo petrocálcico, de estructura entre másiva y laminar gruesa semicementada con carbonato de calcio. La matriz de los agregados es a base de arenas medias mezcladas con algo de arcilla. El color de este horizonte es blanco o a veces un poco amarillento, todo dependiendo de la composición mineralógica del mismo. El espacio poroso es alargado, de posición horizontal y discontinuo.
R	>37/110 cm	Sedimentos clásticos calcáreos o roca caliza.

Cuadro 15. Esquemas morfológicos resumidos de los Feozems calcáricos detectados en la zona de estudio.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD FEZEM HÁPLICO (PHh).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 - 22/31 cm	De colores pardo grisáceo muy oscuro a pardo, con textura de franca arenosa a franca; con estructura granular, poliédrica subangular de tamaño fino y medio, moderadamente desarrollada, con espacio poroso abundante y continuo. Los agregados poliédricos contienen microporos discretos y caóticos; la consistencia es friable y muy friable con frecuentes raíces finas y algunas medias; con pedregosidad de nula a escasa, con reacción de ligera a violenta a los carbonatos y de permeabilidad moderada.
C	22/31 - 31/157 cm	De color pardo, pardo pálido, gris parduzco claro y gris claro, de textura entre franco arenosa, franco arenosa o franco limosa, de consistencia suelta y friable, con estructura compuesta entre condición de grano simple y poliédrica subangular fina, pobremente desarrollada, con espacio de poros continuos entre peds y discretos dentro de los agregados, con pedregosidad escasa, sin raíces finas y algunas medias, la permeabilidad es rápida.
R	>31/157 cm	Sedimentos volcano sedimentarios multiestratificados.

Cuadro 16. Esquemas morfológicos resumidos de los Feozems háplicos detectados en la zona de estudio.

**DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD FEZEM HÁPLICO
CON PROPIEDADES VÉRTICAS**

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 - 18/25 cm	De colores pardo grisáceo muy oscuro a pardo grisáceo oscuro, con textura de franca arenosa a franca arcillo arenosa; con estructura granular y poliédrica subangular de tamaño medio, moderadamente desarrollada, con espacio poroso abundante discontinuo. Los agregados de los poliedros contienen microporos frecuentes de forma vesicular y escasas cámaras; la consistencia es friable con frecuentes raíces finas; con pedregosidad de moderada a abundante, con reacción de ligera a violenta a los carbonatos y de permeabilidad moderada.
C	18/25 - 18/43 cm	Horizonte subsuperficial de tipo vértico, reconocido por su color gris oscuro, de textura franco arcillosa y franco arcillo arenosa, con una estructura poliédrica subangular media bien desarrollada mezclada con fragmentos de rocas ígneas. Con grietas entre los pedrs, y superficies de deslizamiento. La consistencia va de friable a firme, con escasas raíces finas y medias, con pedregosidad de frecuente a abundante, de permeabilidad lenta y con reacción de ligera a violenta a los carbonatos según el tipo de roca que se encuentre abajo.
R	>18/43 cm	Rocas riolíticas o conglomerados ígneos.

Cuadro 17. Esquemas morfológicos resumidos de los Feozems háplico con características vérticas detectados en la zona de estudio.

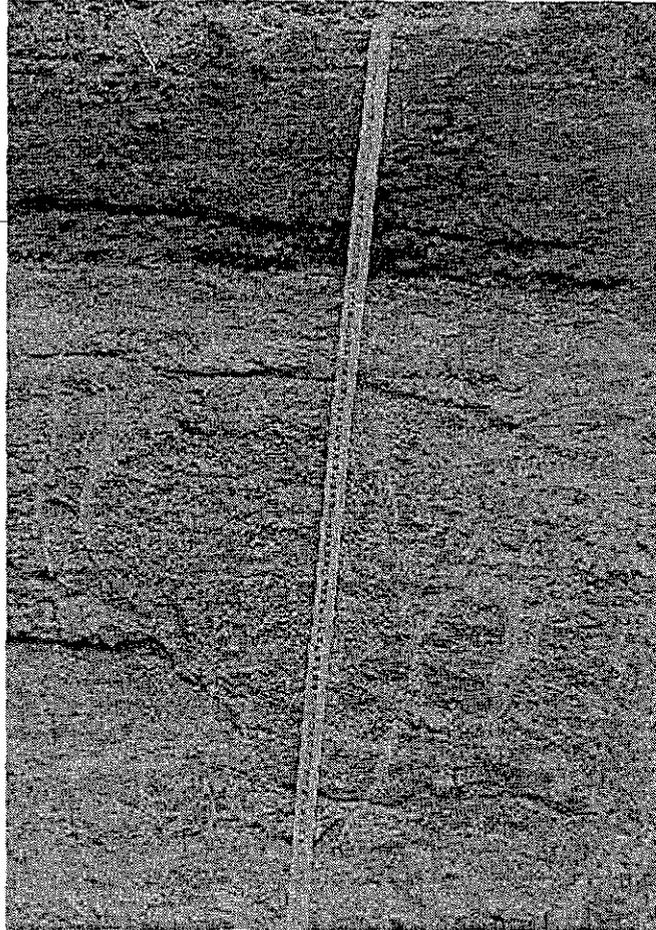


Fig. 14. Perfil representativo de la unidad Feozem háplico, en este caso se trata de un suelo profundo localizado cerca del poblado del Rosario Valle de Actopan, formado de materiales volcano sedimentarios, con un horizonte superficial mólico, lo que es distintivo de esta unidad.



Fig. 15. Perfil representativo de la unidad Feozem calcárico. Son suelos ampliamente distribuidos en el Valle del Mezquital, presentan un horizonte superficial oscuro de consistencia suave y rico en materia orgánica, que descansa directamente sobre subsuelo de textura franco arenosa, con abundante contenido de carbonatos. (El perfil es de la Sierra de San Miguel).

6.2.2.3 Descripción de la unidades de suelos Regosol éútrico (RGe) y calcárico (RGc).

a) Definición.

Los Regosoles son suelos cuya principal característica es la de haber sido formados a partir de materiales inconsolidados (suelos), normalmente de textura gruesa. Sólo presenta horizontes de diagnóstico superficiales de tipo ócrico (FAO 1990). Son suelos muy jóvenes y en ocasiones inestables como en el caso de las dunas arenosas las que pueden ser movidas por el viento.

b) Distribución y superficie.

Esta unidad edáfica es la menos extendida por el área de estudio, sólo se presentan en pequeñas zonas como en la barranca ubicada entre los cerros la Cruz y Corazón de la Sierra de San Miguel, así como en toda la ladera oriental de la misma sierra en donde se asocia con otras unidades. Otra área importante de regosoles asociados se encuentra sobre los lomeríos que están al norte de Hermosillo, entre Nopalillos y Puerto Tavera. Las hectáreas que cubren los éútricos son 2,008.74 y los calcáricos de 3,941.55; que juntas corresponden al 5.37% del total.

c) Uso actual y/o tipos de vegetación que sostienen.

Los Regosoles ubicados en la Sierra de San Miguel presentan matorrales de *Flourensia resinosa*, *Agave stirata* y *Opuntia sp.*; mientras que, los que se encuentran por Nopalillos y Hermosillo van a sostener bosques de *Juniperus sp.*, *Pinus cembroides* y áreas con agricultura de temporal donde se cultiva: maíz, avena, maguey y nopal. Por último, los Regosoles localizados en las inmediaciones de González y González Tapia, sostienen matorrales espinosos con especies como: *Prosopis laegivata*, *Mimosa pudica*, *Acacia sp.* y *Yucca filifera*.

El uso que se les da a los matorrales es principalmente pecuario, ocupándose estas áreas como agostaderos para el apacentamiento de ganado caprino y ovino. Para el caso de las zonas boscosas, se explotan a nivel doméstico para la obtención de leña, materiales para construcción de casas, corrales, linderos, etc. así como para la explotación comercial del piñón. En algunos lugares, los regosoles son empleados como bancos de material para la extracción de arena y grava.

d) Descripción geomorfológica.

Los Regosoles, se encuentran sobre sistemas de lomeríos, barrancas y taludes en donde los relieves van de ondulados a inclinados fluctuando las pendientes entre el 12 y 30%. El material parental está conformado por sedimentos clásticos del terciario, constituidos principalmente por clastos calcáreos medianos y finos, empaquetados en algunos casos por arenas y limos de diversos tamaños.

e) Descripción morfológica.

En general estos suelos se distinguen por presentar una morfología muy sencilla y homogénea; es decir, son suelos con pocos cambios en sus propiedades. El espesor normalmente es profundo; aunque también es factible encontrarlos poco profundos. La única diferencia que hay entre los calcáricos y los éutricos es la presencia o ausencia de carbonatos ya que en todas las demás propiedades son muy parecidos. La mayoría presenta un horizonte superficial delgado, pobre en materia orgánica, de colores pardo pálido, gris claro o gris rosáceo, de textura areno francosa y franco arenosa, con estructura mixta entre granular y condición de partícula individual, con poros abundantes y continuos entre los agregados y las partículas individuales. La consistencia va de muy friable a suelta, de compactación ligera, con frecuentes intrusiones de tamaño medio y fino. Frecuentes raíces finas y algunas medias, con permeabilidad rápida, con reacción violenta al HCl para los calcáricos y ligera o nula para los éutricos.

El subsuelo (horizonte C), normalmente se aprecia como una capa homogénea en toda su profundidad, aunque, en ocasiones suele presentar algunas discontinuidades litológicas. El color va de pardo pálido a blanco, con textura areno francosa, franco arenosa o arenosa; con un nivel de estructuración que va de grano simple a condición másiva, de consistencia entre suelta y muy dura, de compactación ligera. La pedregosidad va de escasa a abundante, con raíces escasas finas y algunas medias. De permeabilidad muy rápida cuando el suelo está suelto y lenta cuando está muy compactado, con reacción a los carbonatos de violenta a muy violenta para los calcáricos y de ligera a nula para los éutricos. La porosidad dentro de los agregados es muy abundante, los poros son intersticiales y continuos.

f) Propiedades físicas y químicas.

PROPIEDAD	HORIZONTE A	HORIZONTE C
Densidad aparente Mg/m-3	1.18 - 1.25	1.20 - 1.27
Densidad real Mg/m-3	2.53 - 2.67	2.49 - 2.70
Porosidad %	43 - 52	39 - 53
Materia orgánica %	0.76 - 1.12	0.35 - 0.94
pH relación 1:2.5 en agua	7.6 - 8.5	7.8 - 8.8
C. I. C. T. cmol(+) kg-1	13.67 - 25.15	10.27 - 17.90
Calcio intercambiable cmol(+) kg-1	7.22 - 17.04	5.64 - 12.18
Magnesio intercambiable cmol(+) kg-1	3.90 - 5.18	2.97 - 5.03
Carbonatos meq/100g	0.7 - 1.15	0.6 - 2.3
Bicarbonatos meq/100g	1.6 - 2.8	1.7 - 3.1
Cloruros %	1.5 - 2.0	1.9 - 2.4

g) Génesis.

Los Regosoles son considerados como suelos jóvenes, en donde todavía los procesos edafogenéticos no dejan ver claramente su acción sobre la morfología del suelo. Por lo regular son formados a partir de material inconsolidado, el cual fue depositado y acumulado durante cierto tiempo en algún lugar (taludes, barrancas, etc.). Posteriormente este material se estabilizó, lo cual permitió la formación de los Regosoles. Los principales factores que han incidido en su génesis son, por un lado, el relieve, mismo que permitió la acumulación del material parental y los organismos quienes han formado el horizonte A. Por lo general, los Regosoles éutricos han sido formados a partir de materiales geológicos de origen ígneo; por el contrario, los Regosoles calcáricos se ha derivado de materiales sedimentarios de naturaleza calcárea.

h) Limitantes agrológicos y vocación natural.

El relieve y la topografía son de los factores que más demeritan a los Regosoles ya que como se indicó, se encuentran sobre topofomas inclinadas de pendientes fuertes e irregulares. Otra limitante más, es el nivel de estructuración tan bajo que hace que sean inestables y colapsables lo que provoca en ellos frecuentes derrumbes. Por la misma situación, son muy susceptibles de erosionarse cuando se les quita la cubierta vegetal.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL GRUPO MAYOR REGOSOL (RG).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0/17 - 17/23 cm	Horizonte superficial delgado, pobre en materia orgánica, de colores pardo pálido, gris claro o gris rosáceo, de textura areno francosa y franco arenosa, con estructura mixta entre granular y condición de partícula individual, con poros abundantes y continuos entre los agregados y las partículas individuales. La consistencia va de muy friable a suelta, de compactación ligera, con frecuentes intrusiones de tamaño medio y fino. Frecuentes raíces finas y algunas medias, con permeabilidad rápida, con reacción violenta al HCl para los calcáricos y ligera o nula para los éutricos.
C	17/23 - 23/210 cm	El color que tiene va de pardo pálido a blanco, con textura areno francosa, franco arenosa o arenosa; con un nivel de estructuración que va de grano simple a condición masiva, de consistencia entre suelta y muy dura, de compactación ligera. La pedregosidad va de escasa a abundante, con raíces escasas finas y algunas medias. De permeabilidad muy rápida cuando el suelo está suelto y lenta cuando está muy compactado, con reacción a los carbonatos de violenta a muy violenta para los calcáricos y de ligera a nula para los éutricos. La porosidad entre partículas es muy abundante, los poros son intersticiales y continuos.
R	> 23/210 cm	Material inconsolidado ígneo o calcáreo.

Cuadro 18. Esquemas morfológicos resumidos de los Regosoles detectados en la zona de estudio.



Fig. 16. Perfil representativo de la unidad Regosol calcárico localizado cerca del poblado de Ocotza al noreste de Julián Villagrán. Son suelos incipientes, sin horizontes de diagnóstico, de profundidad variable y con frecuente pedregosidad.

6.2.2.4 Descripción de las unidades: Fluvisol mólico (FLm) y calcárico (FLc).

a) Definición.

Los Fluvisoles se reconocen por ser suelos formados a partir de materiales minerales y orgánicos que fueron producto de un transporte y una depositación ya sea marina, lacustre o flúvica y que con regularidad siguen recibiendo materiales frescos. Además, se caracterizan por presentar discontinuidades litológicas, fluctuaciones en los contenidos de materia orgánica a través de su profundidad y no tener otros horizontes de diagnóstico más que mólicos, úmbricos u ócricos. (FAO 1990).

b) Distribución y superficie.

Estos suelos se presentan como inclusiones de forma alargada dentro de las unidades de mayor extensión. Las mayores áreas se localizan en el Valle de Actopan cerca de los poblados de Santa Mónica, Boxasni, Guerrero, González Tapia y Hermosillo. Otra zona también grande es la que va desde Julián Villagrán hasta San Salvador. Los Fluvisoles éutricos cubren una superficie de 2,869.17 ha y los calcáricos de 13,972.799 ha que juntas representan el 15.20 % del total.

c) Uso actual y/o tipos de vegetación que sostienen.

Todos los Fluvisoles del área de estudio son utilizados para fines agrícolas, así se tiene que los ubicados al norte de Actopan y alrededores de Santiago de Anaya sostienen una agricultura temporalera con intercalaciones de cultivos anuales de maíz, frijol, avena y perennes como nopal, maguey, durazno e higo. La producción de los cultivos anuales se destina para el autoconsumo familiar, no así para el caso de los perennes los cuales se comercializan localmente.

Los localizados en la franja que va de Villagrán a San Salvador se emplean en una agricultura tecnificada de riego, en donde el uso de maquinaria y de paquetes tecnológicos (fertilización, control de plagas, uso de semillas mejoradas, etc.), son la base energética que sostiene a esta modalidad agrícola. Los principales cultivos que se manejan son el maíz y la alfalfa secundariamente también se cultiva: trigo, cebada, pastos forrajeros, chile, jitomate, calabaza y tomate. Cabe señalar, que casi cerca del 80% de el agua que se emplea en el riego, es de carácter residual, ya que proviene de las descargas de los sistemas de drenaje de la Ciudad de México. El destino de la producción es para abastecer las demandas locales y para comercializarse en la zona metropolitana del Valle de México.

Por lo regular los Fluvisoles éutricos se localizan en el área de influencia de la Sierra de Actopan, mientras que, los calcáricos se encuentran en las inmediaciones de la Sierra de San Miguel.

d) Descripción geomorfológica.

Esta unidad se presenta en la partes más bajas de los plano valles, sobre topoformas hendidas y alargadas (patrones de avenamiento naturales), por donde drena el agua de escurrentía. El relieve que muestran va de plano a ligeramente ondulado con pendientes que fluctúan entre 2 y 6 %. Dadas las particularidades de las geoformas en donde se encuentran, los Fluvisoles se han formado a partir de materiales sedimentarios frescos, mismos que son transportados por las aguas de escurrentía. En algunos sitios estos materiales son de carácter calcáreo y en otros de origen ígneo.

e) Descripción morfológica.

La diferencia fundamental entre los Fluvisoles éutricos y los calcáricos, es que los primeros presentan un horizonte superficial de color pardo grisáceo claro y pardo pálido, con moderados contenidos de materia orgánica, de textura franco arcillosa, con estructura granular y poliédrica subangular media desarrollada, con abundantes poros continuos intersticiales y con algunos microporos tubulares y vesiculares, consistencia friable, con raíces finas frecuentes, pedregosidad de nula a abundante, permeabilidad moderada y reacción ligera al HCl.

Los segundos muestran un horizonte superficial, caracterizado por sus bajos contenidos de materia orgánica, sus colores gris parduzco claro, pardo pálido y gris claro, con texturas que van desde areno francosa hasta franca. La estructura es mixta ya que presenta tanto partículas individuales como gránulos y algunos poliedros pequeños con desarrollo pobre. Los poros entre partículas son abundantes y continuos, no siendo así con los microporos los cuales son escasos y de forma irregular, la consistencia va de suelta o blanda a friable, las raíces finas son escasas y las medias muy raras. La pedregosidad es escasa, la permeabilidad es rápida y la reacción al HCl violenta.

El subsuelo en ambos Fluvisoles es profundo y presenta varias discontinuidades litológicas, ya que estos suelos han sido formados a partir de material transportado (aluvión); por consiguiente, casi todas las propiedades morfológicas tienen una gran variabilidad ya que están en función de la naturaleza del material que se depositó. Un aspecto muy evidente es la fluctuación de la materia orgánica a través del perfil; por otro lado, las texturas van desde arena hasta arcilla. La estructura por lo regular varía entre condición de partícula simple y poliédrica subangular fina y media, débilmente o moderadamente desarrollada con poros de abundantes a escasos y de continuos a semicontinuos y en algunos casos obstruidos. La consistencia va de suelta a dura o firme, con permeabilidad entre moderada y lenta, la pedregosidad en determinados sitios (de Villagrán a San Salvador) es nula, en otros (norte y noreste de Actopan) es muy abundante. Las raíces son escasas y la reacción al HCl va de ligera a muy violenta.

f) Propiedades físicas y químicas.

PROPIEDAD	HORIZONTE A	HORIZONTE C
Densidad aparente Mg/m ³	0.98 - 1.14	1.03 - 1.26
Densidad real Mg/m ³	2.49 - 2.62	2.57 - 2.80
Porosidad %	47 - 68	37 - 71
Materia orgánica %	0.65 - 1.19	0.38 - 1.06
pH relación 1:2.5 en agua	6.71 - 8.54	7.20 - 8.91
C. I. C. T. cmol(+) kg ⁻¹	16.32 - 34.70	14.26 - 37.05
Calcio intercambiable cmol(+) kg ⁻¹	7.61 - 26.84	9.16 - 28.93
Magnesio intercambiable cmol(+) kg ⁻¹	3.93 - 5.72	4.60 - 7.14
Carbonatos meq/100g	0.0 - 1.7	0.6 - 2.3
Bicarbonatos meq/100g	1.8 - 2.5	1.7 - 3.1
Cloruros %	2.2 - 2.5	1.8 - 2.2

g) Génesis.

Evolutivamente, los Fluvisoles son considerados como suelos jóvenes, formados a partir de materiales que han sido transportados de otros sitios por procesos: fluviales, lacustres o marinos. Para el caso particular del área de estudio, su historia geológica indica que a principios del terciario el Valle del Mezquital estaba conformado por un conjunto de lagos, mismos que a finales de este período y principios del Cuaternario fueron rellenados por los grandes ventisqueros que se formaron. Durante este lapso de tiempo se fueron elevando considerablemente todas las depresiones por efecto del rellenamiento de sedimentos y por las aportaciones de los eventos volcánicos que se sucedieron.

En la actualidad todavía, algunas partes siguen recibiendo aportes de material aluvial proveniente de erosión de las partes montañosas. Es precisamente en estos sitios en donde se da la formación de los Fluvisoles.

Dado que con cierta periodicidad estos suelos están recibiendo aportes de materiales frescos, continuamente se están renovando interrumpiendo así los procesos edafogénicos que normalmente operan; de ahí que sean suelos profundos con frecuentes discontinuidades litológicas y propiedades variables.

h) Limitantes agrológicas y vocación natural.

Los ubicados en la franja que corre desde Villagrán hasta San Salvador, las únicas limitantes agrológicas que muestran son el drenaje lento y el nivel freático elevado, sobre todo en San Salvador; de ahí en fuera no tienen más demeritantes ya que presentan riego, la topografía es plana, son suelos profundos y sin obstrucciones. Sin embargo, los Fluvisoles localizados al norte de Actopan y alrededores de Santiago de Anaya están limitados por la pedregosidad tanto interna como superficial, las pendientes cóncavas y el relieve ligeramente inclinado.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD FLUVISOL ÉUTRICO (FLe).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 - 17/23 cm	Color pardo grisáceo claro y pardo pálido , con moderados contenidos de materia orgánica, de textura franco arcillosa, con estructura granular y poliédrica subangular media desarrollada, con abundantes poros continuos intersticiales y con algunos microporos tubulares y vesiculares, consistencia friable, con raíces finas frecuentes, pedregosidad de nula a abundante, permeabilidad moderada y reacción ligera al HCl.
C	17/23 - 90/185 cm	Profundo, de colores pardo claro, pardo amarillento claro y gris rosáceo, con varias discontinuidades litológicas y fluctuaciones de materia orgánica a través del perfil; por otra parte, las texturas van desde arena hasta arcilla. La estructura por lo regular varía entre condición de partícula simple y poliédrica subangular fina y media, débil o moderadamente desarrollada con poros de abundantes a escasos y de continuos a semicontinuos y en algunos casos obstruidos. La consistencia va de suelta a dura o firme, con permeabilidad entre moderada y lenta, la pedregosidad en determinados sitios (de Villagrán a San Salvador) es nula en otros (norte y noreste de Actopan) es muy abundante. Las raíces son escasas y la reacción al HCl va de ligera a nula.
R	>	Material sedimentario de origen ígneo

Cuadro 19. Esquemas morfológicos resumidos de los Fluvisoles éutricos detectados en la zona de estudio.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD FLUVISOL CALCÁRICO (FLc).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 - 15/20 cm	Horizonte superficial, caracterizado por sus bajos contenidos de materia orgánica, sus colores gris parduzco claro, pardo pálido y gris claro, con texturas que van desde areno francosa hasta franca. La estructura es mixta ya que presenta tanto partículas individuales como gránulos y algunos poliedros pequeños con desarrollo pobre. Los poros entre partículas son abundantes y continuos, no siendo así con los microporos los cuales son escasos y de forma irregular, la consistencia va de suelta o blanda a friable, las raíces finas son escasas y las medias muy raras. La pedregosidad es escasa, la permeabilidad es rápida y la reacción al HCl violenta.
C	15/20 125/173 cm	Profundo con varias discontinuidades litológicas, ya que estos suelos han sido formados a partir de material transportado (aluvión); por consiguiente, casi todas las propiedades morfológicas tienen una gran variabilidad ya que dependen de la naturaleza del material que llegó. Un aspecto muy evidente es la fluctuación de la materia orgánica a través del perfil; por otro lado, las texturas pueden ser arenosas, areno francosas, franco arcillosas hasta arcillosas. La estructura por lo regular varía entre condición de partícula simple y poliédrica subangular fina y media, débil o moderadamente desarrollada con poros de abundantes a escasos y de continuos a semicontinuos y en algunos casos obstruidos. La consistencia va de suelta a dura o firme, con permeabilidad entre moderada y lenta, la pedregosidad fluctúa de nula a escasa. Las raíces son escasas y la reacción al HCl va de violenta a muy violenta.
R	>	Material sedimentario de origen calcáreo.

Cuadro 20. Esquemas morfológicos resumidos de los Fluvisoles calcáricos detectados en la zona de estudio.

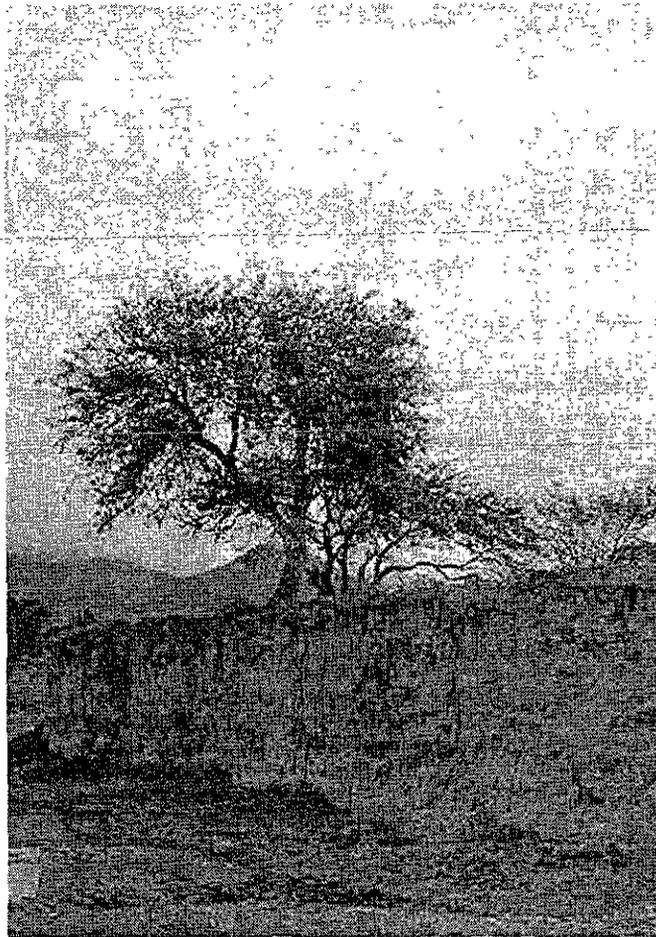


Fig. 17. Panorámica representativo de la unidad Fluvisol éutrico, se trata de terrazas aluviales ubicadas en el poblado del Arenal, formadas por la acumulación diferencial de material sedimentario. Obsérvese la profundidad del suelo y la estratificación característica de los Fluvisoles.

6.2.2.5 Descripción de la unidad de suelo Vertisol éutrico (VRe).

a) Definición.

“Los Vertisoles son suelos que se distinguen por tener un horizonte vértico el cual empieza entre los 25 y 75 cm de la superficie. Pueden tener después de los primeros 20 cm de haber sido mezclados, más del 30% de arcillas en todos los horizontes hasta una profundidad de 100 cm o más lo cual puede contrastar con la presencia de una capa (lítica o contacto paralítico, horizontes cementados hipercálcicos o hipergíbsicos, duripanes, o discontinuidades sedimentarias). Contienen arcillas del tipo expandibles por lo que al secarse el suelo se contrae y desarrollan grandes grietas desde la superficie hasta abajo, las que se observan en algún período de la mayoría de los años (a menos que el suelo presente un riego continuo)” (FAO 1990).

b) Superficie y distribución .

Esta unidad se encuentra distribuida en la porción sur del área de estudio, abarcando la mayor parte de las planicies de los municipios de Mixquiahuala, Progreso y Francisco I. Madero, ocupa una extensión de 3,843.49 ha que representan el 3.47% del total de la zona.

c) Uso actual y vegetación.

El uso principal que se da a los vertisoles es para la agricultura de riego, sosteniendo cultivos como: maíz (*Zea mays*), chile (*Capsicum sp.*), alfalfa (*Medicago sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*); también, existen sitios pequeños en donde se practica la agricultura de temporal con cultivos como: maíz, frijol, avena forrajera y maguey. Entre las parcelas se encuentran franjas de vegetación, integrada por especies como: pirú (*Schinus molle*), agave (*Agave sp.*), casuarina, mezquite (*Prosopis sp.*), nopal (*Opuntia sp.*) y acacia. Esta vegetación tiene las funciones de marcar linderos, definir caminos y funjir como cortinas contra el viento.

d) Descripción general.

Esta unidad se presenta sobre planicies y declives o laderas; su relieve varía de ligeramente ondulado y plano con pendientes que fluctúan entre el 2% y 7%. El material parental está conformado por sedimentos lacustres volcánicos del Terciario Superior; también se pueden derivar de basaltos tal y como ocurre al sureste del municipio de Mixquiahuala y en las inmediaciones de Progreso y Tepatepec. La mayoría de los sitios muestreados se ubican dentro de la formación Tarango y en menor proporción dentro de la formación de basaltos cuaternarios.

e) Características morfológicas distintivas.

Morfológicamente la unidad posee dos horizontes en cada perfil, los cuales se identifican como A y C. Todos los perfiles presentan horizontes superficiales de color pardo grisáceo en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, con estructura poliédrica angular moderadamente desarrollada de tamaño medio, con poros de grieta entre los peds y frecuentes vesículas y cámaras discontinuas dentro de los grumos. La textura es franco arcillosa y franco arcillo arenosa, compacto, de consistencia friable y firme, plástico y adhesivo, con intrusiones de escasas a frecuentes (algunos fragmentos de basaltos), la reacción a los carbonatos es ligera, las raíces finas son frecuentes pero no abundantes y la permeabilidad es moderada. Los horizontes más profundos son más arcillosos, con colores que variarán entre pardo grisáceo muy oscuro, pardo pálido a blanco en seco y pardo grisáceo muy oscuro a gris rojizo oscuro en húmedo, la estructura es poliédrica angular y subangular de tamaño grande y medio fuertemente desarrollada, la compactación varía de ligera a muy fuerte; son suelos plásticos y/o muy plásticos, de consistencia firme. Las intrusiones fluctúan entre frecuentes y abundantes, son de tamaño medio y grande de origen ígneo; las raíces son escasas y de diámetro medio, la reacción al ácido clorhídrico puede ser nula o ligera y de permeabilidad lenta.

e) Propiedades Físicas y químicas.

PROPIEDAD	HORIZONTE A	HORIZONTE C
Densidad aparente Mg/m-3	1.08 - 1.31	1.12 - 1.33
Densidad real Mg/m-3	2.30 - 2.58	2.47 - 2.71
Porosidad %	47 - 56	41 - 61
Materia orgánica %	3.92 - 1.25	1.57 - 0.26
pH relación 1:2.5 en agua	7.8 - 6.3	7.5 - 8.4
C. I. C. T. cmol(+) kg-1	28.70 - 37.56	31,18 - 43.52
Calcio intercambiable cmol(+) kg-1	22.34 - 28.15	21.70 - 30.62
Magnesio intercambiable cmol(+) kg-1	5.82 - 8.72	7.65 - 10.31
Carbonatos meq/100g	0.7 - 1.3	0.5 - 1.8
Bicarbonatos meq/100g	2.2 - 3.4	2.1 - 3.7
Cloruros %	0.5 - 1.9	2.3 - 2.6

f) Génesis.

Tres son los requerimientos importantes para la formación de vertisoles; primero, el tipo de clima caracterizado por presentar una estacionalidad bien marcada que provoca que el suelo se seque y se humedezca alternativamente; segundo, el relieve plano que favorece la acumulación en este caso del tercer factor que son los materiales volcano sedimentarios del Terciario superior pertenecientes a la formación Tarango, así como de material ígneo extrusivo (basaltos y tobas andesíticas) pertenecientes a las formaciones Pachuca y San Juan, ricos en calcio y magnesio. La combinación de estos elementos permite la formación abundante de

arcillas expandibles del grupo de esméctitas, principalmente montmorillonitas, mismas que durante la estación seca se contraen provocando grandes grietas (proceso cracking), que mientras están abiertas, el material superficial cae en ellas mezclándose constantemente con las capas subsuperficiales repitiéndose alternativamente este ciclo. Por otra parte, existe un período de saturación completa con agua en la que debido a la gran cantidad de arcillas presentes, provoca su hidratación y vuelven a dilatarse; al efectuarse la expansión, las grietas se cierran produciendo anaerobiosis y condiciones reductoras; durante la dilatación el suelo se comprime y hace que se deslicen los agregados unos contra otros, desarrollándose una estructura de bloque angular con superficies de deslizamiento (Fitzpatrick, 1984).

g) Interpretación agrológica.

En lo que se refiere a su capacidad agrícola, los Vertisoles presentan limitantes como son: permeabilidad lenta, drenaje deficiente con riesgo de inundación. El agua con la que se riegan es de mala calidad, por lo que se tienen problemás de contaminación, compactación y salinización. Dentro de las cualidades está la alta capacidad que tienen para retener nutrientes y agua, además de estar sobre geofomas planas.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA UNIDAD VERTISOL ÉUTRICO (VRe).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN
A	0 - 21/34 cm	De color pardo grisáceo en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, con estructura poliédrica angular moderadamente desarrollada de tamaño medio, con poros de grieta entre los peds, frecuentes vesículas y cámaras discontinuas dentro de los grumos. La textura es franco arcillosa y franco arcillo arenosa, compacto, de consistencia friable y firme, plástico y adhesivo, con intrusiones de escasas a frecuentes (algunos fragmentos de basaltos), la reacción a los carbonatos es ligera, las raíces finas son frecuentes pero no abundantes y de permeabilidad moderada.
C	21/34 - 65/155 cm	Con colores que vararán entre pardo grisáceo muy oscuro, pardo pálido a blanco en seco y pardo grisáceo muy oscuro a gris rojizo oscuro en húmedo, de textura arcillosa, con estructura poliédrica angular y subangular de tamaño grande y medio fuertemente desarrollada, la compactación varía de ligera a muy fuerte; son suelos plásticos y/o muy plásticos, de consistencia firme. Las intrusiones fluctúan entre frecuentes y abundantes, son de tamaño medio y grande de origen ígneo; las raíces son escasas y de diámetro medio, la reacción al ácido clorhídrico puede ser nula o ligera y de permeabilidad lenta.
R	>	Material sedimentario de origen ígneo o basalto.

Cuadro 21. Esquemas morfológicos resumidos de los Vertisoles éutricos detectados en la zona de estudio.

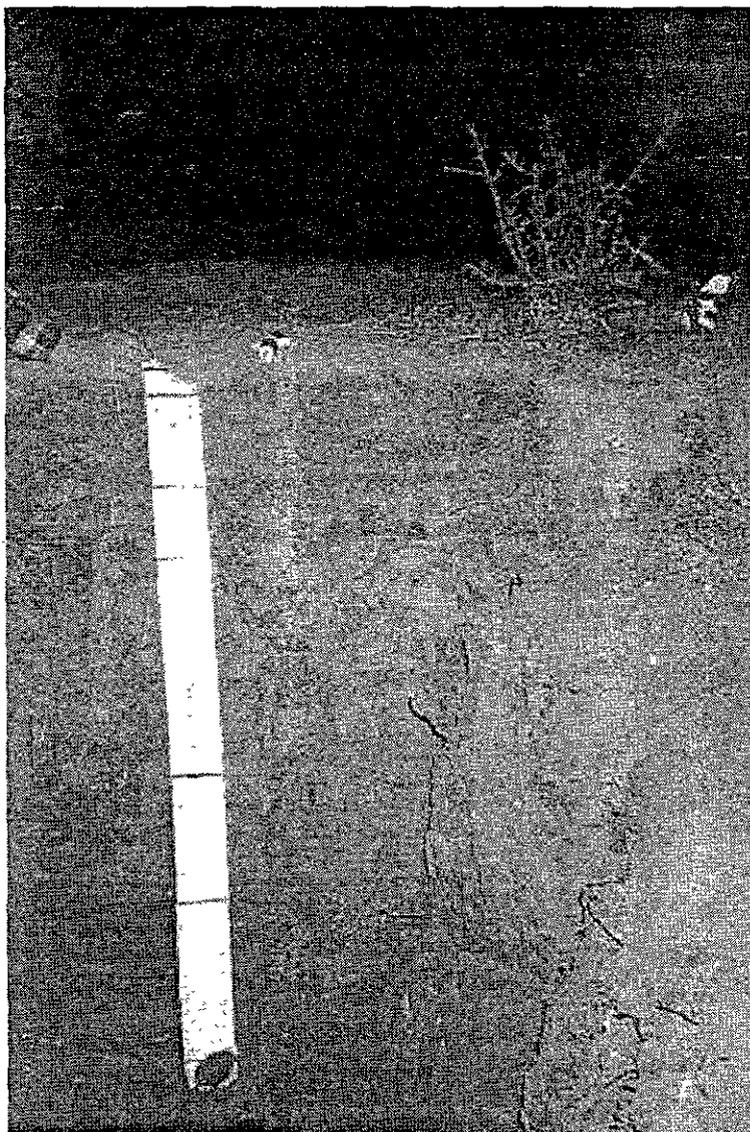


Fig. 18. Perfil representativo de la unidad Vertisol éútrico. Localizado al sur de Mixquiahuala, se trata de suelos oscuros, arcillosos, usados para la agricultura de riego.

VII. DISCUSIÓN

7.1 Uso del suelo.

A continuación se analizarán algunos aspectos que tienen que ver con las formas de utilización de los suelos, así como de los recursos bióticos y socioeconómicos de la zona, con la finalidad de tratar de entender mejor los tipos de relaciones que se establecen entre el recurso suelo y el ambiente socioeconómico y cultural que prevalece en la región estudiada.

No hay que olvidar que la conceptualización de una región, parte de la identificación de sitios en donde se dan interrelaciones humanas similares; tampoco hay que soslayar, que los factores ecológicos están condicionando las relaciones productivas que se establecen en un área. Es importante señalar que todas las regiones cambian a través del tiempo, todo esto como parte normal de un proceso histórico de desarrollo en donde se establecen nuevos tipos de relaciones entre los habitantes y su medio. Estos cambios son generados por la introducción de tecnologías e ideologías que inciden directamente sobre los medios y formas de producción.

Agricultura de temporal.

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 tradicionalista y minifundista, dependiente de los factores climatológicos y que ocupa el 23.12% del total de la superficie estudiada, en donde el propósito de la producción es la subsistencia familiar; de ahí que esta modalidad agrícola sea considerada de carácter social. La agricultura de temporal en el Valle del Mezquital es tan antigua como lo es la historia étnica de la región, el sistema fue practicado casi desde que llegaron las primeras tribus nómadas del norte y se establecieron aquí. Por lo que la riqueza cultural y tecnológica en torno a esta agricultura es muy amplia y abundante.

Los sistemas de agricultura de temporal se caracterizan, entre otras cosas, por su dependencia total de los factores climatológicos, también por su alto grado de parcelación, su instrumentación rudimentaria y por que los cultivos que manejan son para el autoconsumo y sólo en contadas ocasiones se comercializan.

La agricultura de temporal a nivel parcela presenta una estructura muy diversa, esto le confiere mayor estabilidad y mejor eficiencia energética. Sin embargo, la dependencia climática, la baja asistencia técnica y la deficiente organización económica limitan su eficacia productiva.

La diversidad biótica de la parcela permite un aprovechamiento mejor del espacio y tiempo, ya que una misma área es compartida por distintas plantas que producen a diferentes tiempos. Así, se tiene el caso de la parcela típica en donde el maíz se alterna con plantaciones de maguey, nopal, frijol y haba, e inclusive, con

algunas malezas de importancia alimenticia para el campesino como son: 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.

La gran expansión de la agricultura de riego, ha sido causa directa de la disminución del área que ocupa la agricultura de temporal, la cual cubre actualmente 25,617.17 ha, mismas que corresponden al 23.12% del total del área y al 47.63% del total cultivado. Una gran cantidad de hectáreas de temporal se han ido incorporando gradualmente al riego; sin embargo, otras tantas se han desmontado de algunas laderas y cerros para ser incorporadas a los agrosistemas temporales; de tal modo que en la actualidad, la agricultura temporalera ha quedado restringida a los terrenos con menor aptitud agrícola.

En consecuencia, la producción es muy baja y en la mayoría de los casos la cosecha no alcanza ni para subsanar las necesidades alimenticias de la familia y estas dependerán únicamente de los cultivos perennes (maguey y nopal) y del dinero que aportan los elementos que emigran hacia las ciudades. No obstante, si el maíz no llega a término, las cañas obtenidas se utilizan como forraje. Por otra parte, falta asesoría técnica sobre todo en aspectos fitosanitarios, almacenamiento de granos y, manejo de suelo y agua.

Vale la pena recalcar, que las áreas destinadas para esta agricultura son muy cambiantes y tienden a reducirse a un mínimo de acuerdo a los proyectos de expansión de las zonas de riego.

La problemática de las áreas de temporal es muy diversa y al mismo tiempo similar a la que se da en todo el país. El principal problema es la escasez y aleatoriedad de la precipitación, según la opinión de los campesinos cada vez llueve menos (alteración del ciclo hidrológico por erosión y tala inmoderada). Dada 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; esto determina indirectamente un impacto sobre la flora natural, alterando las poblaciones naturales.

Un problema colateral, es la invasión y desmonte de áreas naturales con el objeto de introducir cultivos de temporal; por lo general, muchas tierras no son aptas para la agricultura ya que se localizan sobre geoformas con pendientes inclinadas donde el suelo es delgado y pedregoso. Esto determina que en poco tiempo se erosione y se pierda irremediamente. Es pertinente aclarar, que los campesinos están conscientes de todos los cambios que se generan con estas acciones, pero en ocasiones no les queda otra alternativa.

En términos generales, las áreas de temporal requieren de gran apoyo económico, desde luego bien canalizado, sin caer en el sobreproteccionismo al que se ha llegado en otros sitios. Definitivamente, este apoyo tiene que estar dirigido hacia la implementación de programas de carácter productivo pero con transfondo social.

Por último, un aspecto más a considerar, es el alto índice de emigración que se presenta en la zona, dada la incertidumbre que existe en relación a producción agrícola, los jefes de familia e hijos emigran buscando ingresos en el trabajo asalariado. La emigración se dirige hacia los estados vecinos y a los Estados Unidos. Este fenómeno demográfico está determinando que muchas tierras se dejen de cultivar o bien sean trabajadas sólo parcialmente por los ancianos mujeres y niños.

Agricultura de Riego.

Este tipo de agricultura, responde a un modelo tecnificado en donde se requieren de altos insumos materiales y energéticos para producir (maquinaria agrícola, semilla seleccionada, uso de herbicidas, insecticidas, fertilizantes, combustible, etc.). En términos generales, presenta una estructura muy simplista e inestable ya que es poco diversa y por lo regular uno o dos cultivos son los que dominan en toda la parcela o en varias parcelas o bien en toda la región, creando de este modo una especialización productiva en torno a la cual gira toda la dinámica económica de la zona (Toledo, 1985).

Aparentemente, el sistema agrícola es muy diverso; sin embargo, al analizar los porcentajes totales de las superficies sembradas en el ciclo 93 - 94 (INEGI 1995), se observa que efectivamente hay muchos cultivos; pero tan sólo dos de ellos (maíz y alfalfa), ocupan el 76.85% de toda la superficie sembrada, quedando el 23.15% para más de 25 cultivos. De toda el área de riego comprendida en el Distrito de Desarrollo Rural 063 aproximadamente el 38.85% se destina al cultivo de forrajes y el 61.15% de plantas alimenticias para el consumo humano. De todo lo anterior se puede concluir que los cultivos de riego de mayor importancia son el maíz y la alfalfa y también que existe una tendencia hacia la disminución de la diversidad y mayor dependencia de los dos cultivos ya mencionados.

La agricultura con riego ocupa las mejores tierras, que se caracterizan por tener suelos profundos de relieve plano, sin problemas fuertes de obstrucciones y con buena comunicación. En esta modalidad agrícola, es en la que se da un mayor acaparamiento de tierras y en donde el propósito principal es la comercialización de la producción.

El crecimiento de las áreas de riego en el Valle del Mezquital se ha efectuado a pasos grandes y ha ido en constante incremento día con día. De acuerdo a los datos publicados por el IMTA (1990), la superficie regada aumentó en un 69% entre los años de 1957 y 1988; asimismo, el volumen de distribución de agua obtuvo un incremento del 266%. Actualmente la superficie que ocupan las áreas de riego dentro de la zona estudiada es de 28,158.253 ha, que representan el 25.41% del total estudiado y el 44.01% con respecto a toda la superficie regada en el Valle del Mezquital que es actualmente de 81,249 ha. Se tienen diversos proyectos para incrementar la cobertura del riego a 146,000 ha para el año 2000 (DDR 063. *op cit*).

Por otra parte, el Valle del Mezquital se caracteriza por ser una de las primeras regiones en México irrigadas con aguas residuales. Estas aguas provenientes de la Ciudad de México se han venido utilizando desde principios del siglo, pero su empleo excesivo se dio con la gran expansión de los proyectos de irrigación de la S.A.R.H. en la región. La utilización de las aguas negras representa un gran dilema para los agricultores, ya que por una parte disminuye los gastos generadores por la compra de fertilizantes y, por otra, tienen un efecto negativo sobre el medio ambiente ya que contiene una gran cantidad de compuestos tóxicos.

Dado el carácter tecnificado que presenta la agricultura de riego, su efecto sobre el medio ambiente es considerable. Definitivamente el riego con agua residual es uno de los mayores problemas ambientales que se presentan. Actualmente nadie puede saber con exactitud la magnitud del problema debido a que no hay una evaluación sistemática y continua que permita conocer los efectos de esas aguas sobre el suelo y los organismos a través del tiempo. Se tienen algunas investigaciones aisladas generadas por diversas instituciones, en algunos de estos trabajos se concluye que las aguas residuales no causan alteraciones a la salud o al medio y en otras se dice lo contrario.

Es necesario notar que los efectos adversos que trae consigo el uso de las aguas negras en la agricultura, no sólo se restringe a cuestiones sanitarias, ya que trascienden mucho más allá y pueden llegar a repercutir en toda la dinámica ecológica afectando a las cadenas tróficas. El contenido de sustancias tóxicas provenientes de las industrias y de los residuos agroquímicos son muy abundantes y variados. Actualmente se conoce poco acerca de su comportamiento dentro del suelo, de su paso por el subsuelo y de su interacción con las plantas y animales.

Otro problema más, es la salinización del suelo ocasionada por la mala calidad del agua, ya que lleva consigo una excesiva cantidad de sales solubles que arrastran durante su recorrido y que va depositan en los suelos, mismos que ya tienden a manifestar algunos signos del exceso de sales (manchas blancas sobre la superficie).

Ganadería.

Definitivamente no se puede considerar al Valle del Mezquital como una región ganadera, la ganadería es vista como una actividad secundaria y complementaria de la agricultura debido a sus limitadas condiciones de explotación. El ganado caprino y ovino es el más abundante, siguiéndole el bovino, las modalidades productivas que predominan son la ganadería de solar y la transhumante.

En la actualidad, la ganadería se encuentra rezagada principalmente por la incidencia de problemas como: la baja asistencia técnica y crediticia, baja calidad genética del ganado y escasa organización de los productores. La asistencia de veterinarios para desarrollar los programas de desparasitación y vacunación, no es del todo eficiente debido a que no se cuenta con el personal suficiente para llegar a todos los lugares .

La explotación de caprinos y ovinos es la modalidad productiva dominante y característica de la región, se practica básicamente por tradición, ya que el pastoreo de ovejas y cabras es parte misma de la identidad del pueblo Otomí. Este tipo de ganadería se alterna tanto con la agricultura de riego como de temporal, en la gran mayoría de los casos no existe un control sanitario y de manejo adecuado.

Flora.

A pesar de la gran dinámica socioeconómica y del impacto demográfico que se ha dado en el área de estudio, aún queda una buena extensión territorial ocupada por ecosistemas naturales (aproximadamente el 49%), todos ellos con diferentes grados de perturbación. Esta situación no es muy común de encontrar en otras regiones geográficas de nuestro país, en donde los ecosistemas naturales han sido prácticamente exterminados; sin embargo, el Mezquital es una afortunada excepción gracias por un lado a las mismas condiciones inhóspitas de su territorio y también por que aquí se asienta una cultura (Otomí) que siempre ha sentido un profundo cariño y respeto por su medio ambiente. A pesar de esto, el deterioro de la vegetación natural ha sido fuerte y cada día se va perdiendo más este recurso, sobre todo por las presiones demográficas y las actividades económicas relacionadas con la agricultura, el desarrollo urbano, industrial y minero.

Entre los tipos de vegetación más afectados por la expansión demográfica y el desarrollo económico, está el matorrallar espinoso (mezquital), los cuales de acuerdo con los reportes citados por Bravo (1936) y González Quintero (1968), dominaban las extensas planicies intermontanas que hoy en día ocupan tanto la agricultura de temporal y riego así como los asentamientos humanos. Otros tipos de vegetación que también han padecido fuertes perturbaciones son los bosques de pino piñonero, encino y enebro, mismos que han quedado reducidos a unos cuantos manchones en las porciones más elevadas de las sierras.

Los ecosistemas de matorral tienen una problemática muy variada, ya que depende de su estructura y composición florística, sin embargo en términos generales se puede resumir de la siguiente manera:

- a) Sobreexplotación de especies de interés antropógeno (tala inmoderada y selectiva de especies de uso alimenticio, medicinal, bioenergético, ceremonial, etc.); ejemplo: lechuguilla, opuntias, mezquites, sangre de drago, ocotillo, etc.
- b) Sobrepastoreo, principalmente de caprinos y ovinos.
- c) Desmonte para abrir nuevas áreas a la agricultura de riego y temporal.
- d) Disminución de la diversidad, por desplazamiento de especies de interés comercial como la lechuguilla y el maguey pulquero.

Fauna.

La fauna es tal vez de los recursos naturales menos estudiado en el Valle del Mezquital; existen muy pocas referencias que permitan conocer la riqueza faunística y, desde luego, mucho menos aquellas que muestren el comportamiento de las dinámicas poblacionales. No obstante, a pesar de esta falta de información cuando se recorren las distintas sierras y valles es posible percatarse de la diversidad faunística que aún queda en la región.

Obviamente, la fauna también ha sido afectada y reducida tanto en cantidad como en diversidad, ya sea de una forma directa a través de la caza furtiva e indiscriminada o indirecta por medio de la destrucción de los hábitats, esto último ha sido lo más impactante.

Aspectos socioeconómicos.

La estructura social de un pueblo se puede analizar a través de la identificación de actitudes, objetivos y habilidades técnicas de personas que pertenecen a un grupo social. Los factores y atributos que sirven para caracterizar a una región desde la perspectiva social son: la cultura, lengua, costumbres, religión, economía y la organización social. Desde esta perspectiva, el Valle del Mezquital se caracteriza y se identifica por la presencia de la cultura Otomí, la cual ha sufrido un fuerte proceso de transculturización, que es más acentuado en las zonas de riego y en los grandes poblados.

En términos generales y para los fines de la presente investigación, se pueden reconocer tres subestructuras sociales: la primera asociada a las zonas urbanas, constituida mayoritariamente por mestizos y una pequeña población con un nivel de bienestar bueno; la segunda relacionada a las zonas de riego y muy vinculada con los pequeños poblados en donde la mayoría de los trabajadores del campo son indígenas asalariados y fuertemente transculturizados y la tercera, vinculada con las áreas de temporal en donde la mayoría de los pobladores son de origen Otomí y en donde existen severas limitaciones de servicios y por ende, menor bienestar social; no obstante, es la gente que conserva más su cultura y vive de acuerdo a sus tradiciones.

El municipio con mayor número de habitantes es Actopan y el de menor Santiago de Anaya. Por otra parte, el de mayor densidad es Progreso y el de mayor dispersión es Santiago de Anaya.

Asentamientos humanos.

Existe una gran variabilidad en las características de los asentamientos humanos que hay en la región estudiada. El proceso de urbanización guarda una relación muy cerrada con el crecimiento demográfico; es por esto que la magnitud del desarrollo urbano es un reflejo del aumento de la población. Se tienen tres áreas urbanas grandes con poblaciones que fluctúan de los 25 mil a los 40 mil habitantes, éstos son en orden decreciente: Actopan, Mixquiahuala, San Salvador y Francisco I. Madero son las que representan una mayor atracción por su mejor nivel de bienestar social y por que cuentan con mejores servicios públicos.

La distribución de la población en términos generales, es muy heterogénea y dispersa, la falta de planeación y el crecimiento sin control han derivado que muchos asentamientos humanos no cuenten con todos los servicios básicos; el drenaje y alcantarillado son los más resagados. la distribución de agua potable es también insuficiente.

En relación a las carreteras y caminos, la mayor parte de los poblados están comunicados, lo que hace mucha falta es mejorar las terracerías, pavimentar otras tantas y dar un mantenimiento frecuente a todos los caminos y carreteras. Por lo general, las terracerías se encuentran en malas condiciones lo que dificulta el acceso a muchas poblaciones. El medio de transporte público predominante son las llamadas "combis" (camionetas tipo van o pick up) y microbuses.

Para finalizar esta parte de la discusión, cabe aclarar que el análisis que se establezca con respecto a la utilización del suelo y en general de todos los recursos con los que cuenta una población es de vital importancia, ya que por un lado permite conocer ciertos aspectos de la dinámica social, económica y cultural de los pueblos y por otra, ayuda a comprender el tipo de relación que se establece entre los pobladores y el medio ambiente que los rodea. Además, la información que se deriva del análisis del uso del suelo sirve para cimentar las bases para el establecimiento de planes y programas de desarrollo integral que permitan verdaderamente elevar el bienestar de los grupos humanos que habitan en la región y al mismo tiempo, para hacer más eficiente el uso, manejo y conservación de los recursos naturales.

7.2 Los suelos identificados.

El área estudiada está conformada por un conjunto de valles cuyo origen data del Cretácico Superior; desde la perspectiva geomorfológica es, y ha sido, una región dinámica y compleja. La complejidad se ve reflejada en la diversidad y distribución de los suelos. De acuerdo a los resultados obtenidos por la presente investigación, se puede decir que los factores formadores que más han influido en el origen y desarrollo de los suelos del área estudiada son: clima, geología, relieve, y vegetación; esto se afirma con base en la interpretación de las propiedades morfológicas, físicas y químicas de los suelos analizados.

La acción climática, ha determinado la ruta evolutiva de la génesis edáfica a través de diversos procesos físicos y químicos, condicionados por el efecto de la temperatura y humedad. El clima seco templado que prevalece, donde la evapotranspiración supera a la precipitación, en el que la estacionalidad se caracteriza por la presencia de un largo período de sequía (ocho meses) y una breve temporada lluviosa (cuatro meses), ha sido un factor determinante para la presencia de los tipos de vegetación que se tienen; así como, para el desarrollo de la actividad biológica que se da en el suelo, misma que permanece disminuida al máximo, durante la época seca y fría del año, cuando los procesos químicos y biológicos disminuyen para después, súbitamente acelerarse con las primeras lluvias, lo que provoca un incremento importante en los procesos de crecimiento y propagación de la biomasa vegetal, misma que posteriormente durante el período de sequía se va incorporando parcialmente al suelo para integrarse como materia orgánica. Este proceso que se ha dado año tras año durante mucho tiempo, es el responsable de que los suelos del área desarrollen horizontes mólicos caracterizados por buenos contenidos de materia orgánica en color oscuro, pH neutro y estructura granular. Por otra parte, el origen calcáreo de los materiales depositados en el fondo de los valles y las fluctuaciones del nivel de las aguas subterráneas a lo largo de la historia geológica del valle, ha influido en gran medida sobre la formación de horizontes cálcicos y petrocálcicos.

La geomorfología ha jugado un papel muy relevante no sólo para la génesis edáfica sino también para la distribución de la vegetación y el uso del suelo generando de este modo patrones o correlaciones muy estrechas entre el relieve, la roca y vegetación; como ejemplo, se tiene la relación entre el matorral subinermes que se encuentra sobre geoformas cerriles y de montaña, cuya litología es de rocas calizas y donde los suelos son Leptosoles rendzínicos asociados con Feozems calcáricos; dicho patrón es muy recurrente y se cumple en toda el área de estudio. Otra correlación se da entre el matorral crasicauale que se ubica sobre sistemas de montaña de relieve irregular, con rocas ígneas y en donde el suelo está representado por la asociación entre Leptosol mólico y Feozem háplico.

De acuerdo a la procedencia de los materiales parentales, se reconocen a dos grupos de suelos: los transportados, formados a partir de material sedimentario no consolidado depositado durante el Terciario y Cuaternario, que se encuentran rellenando el fondo de los valles actuales y que en un tiempo pasado fueron grandes lagos. Dicho material presenta variaciones en cuanto a su composición y estratigrafía, pudiéndose reconocer en primera instancia, sedimentos de carácter calcáreo derivados del intemperismo de rocas calizas y, en segunda, materiales de origen ígneo provenientes de rocas como: andesitas, basaltos mezclados con cenizas y material piroclástico.

En consecuencia, los materiales calcáreos han favorecido la formación de suelos como: Regosol, Fluvisol y Feozem calcárico; por el contrario, los sedimentos ígneos permitieron el desarrollo de: Feozems háplicos; así como, Fluvisoles y Regosoles éutricos.

La interacción de todos los factores antes mencionados, dio como resultado la diversidad edáfica del área que comprende a cinco Grupos Mayores de suelos y once Unidades mismas que a continuación se discuten.

El grupo mayor Leptosol es el más ampliamente distribuido, presenta cuatro variantes que son: Leptosoles líticos, éutricos, mólicos y rendzínicos; los dos primeros se caracterizan por ser pedregosos y muy someros, se ubican en las partes más accidentadas de las sierras, sostienen diversos tipos de matorrales, el material parental subyacente es muy variable. Los mólicos y rendzínicos están fuertemente emparentados por la presencia de horizontes mólicos, representan la primera etapa de formación del Feozem calcárico. Sostienen matorrales inermes y subinermes, las principales limitantes que tienen son: el relieve inclinado, la escasa profundidad, la falta de agua y la abundante pedregosidad. En consecuencia, se sugiere que todos los Leptosoles, sean dejados como reservorios biológicos para la conservación de la flora y fauna y para la explotación forestal no maderable-doméstica regulada.

Los Feozems representan el Grupo Mayor morfológicamente dominante del área, son el resultado de la combinación de factores y procesos genéticos que se conjugaron en la zona y que, por lo tanto, son la respuesta a las actuales condiciones climáticas y geomorfológicas. La presencia de diferentes unidades de Feozem se debe básicamente a las variaciones del material geológico. El uso que tienen está determinado por la condición del relieve, la profundidad y el grado de pedregosidad. En términos generales, se trata de suelos muy productivos que cuando se encuentran sobre geformas planas y son profundos y sin obstrucciones, su aptitud agrícola es alta.

Los Vertisoles se localizan en la porción sur del área, donde el material parental está constituido por elementos volcánico-sedimentarios que de acuerdo a Fanning, (1989) favorecen la génesis de estos suelos; desde luego propiciado también por el clima y las condiciones del relieve. El uso que tienen es para la agricultura de riego, cultivándose en ellos maíz, alfalfa, chile y diversas hortalizas. Junto con los Fluvisoles, son las unidades más fuertemente impactadas por la agricultura en cuanto a contaminación se refiere, ya que el agua que se utiliza para el riego es residual y trae consigo una carga grande de residuos peligrosos, mismos que pueden ser retenidos dada la naturaleza arcillosa de los vertisoles.

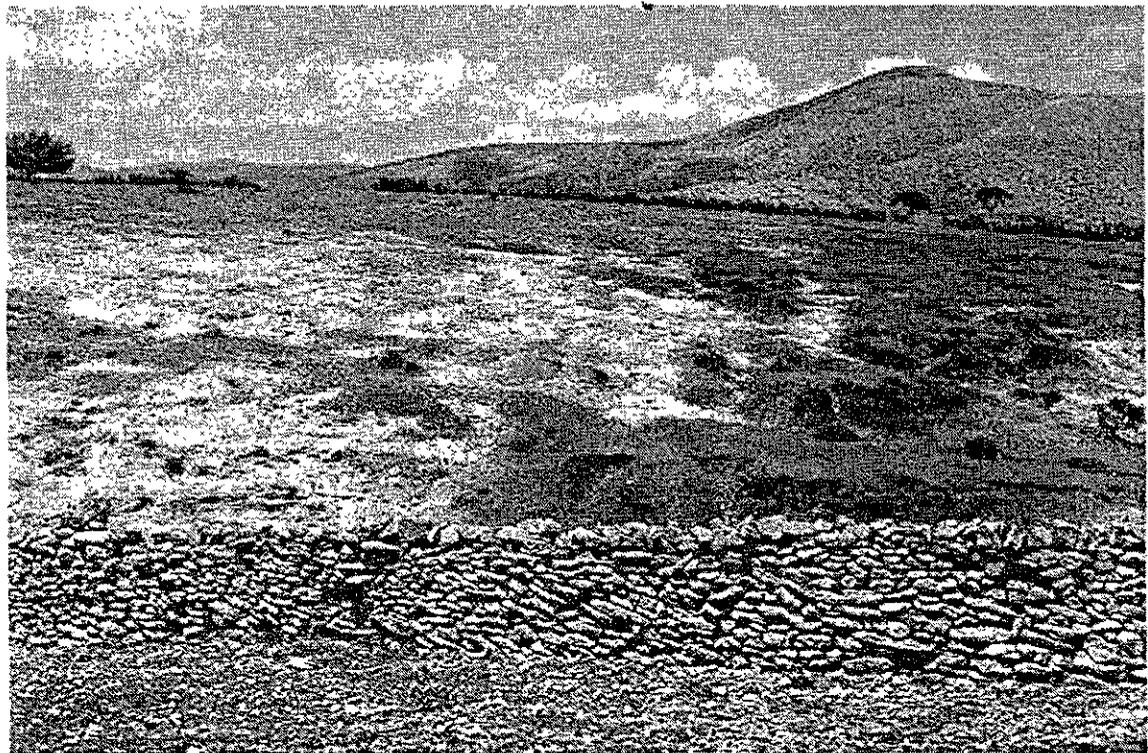
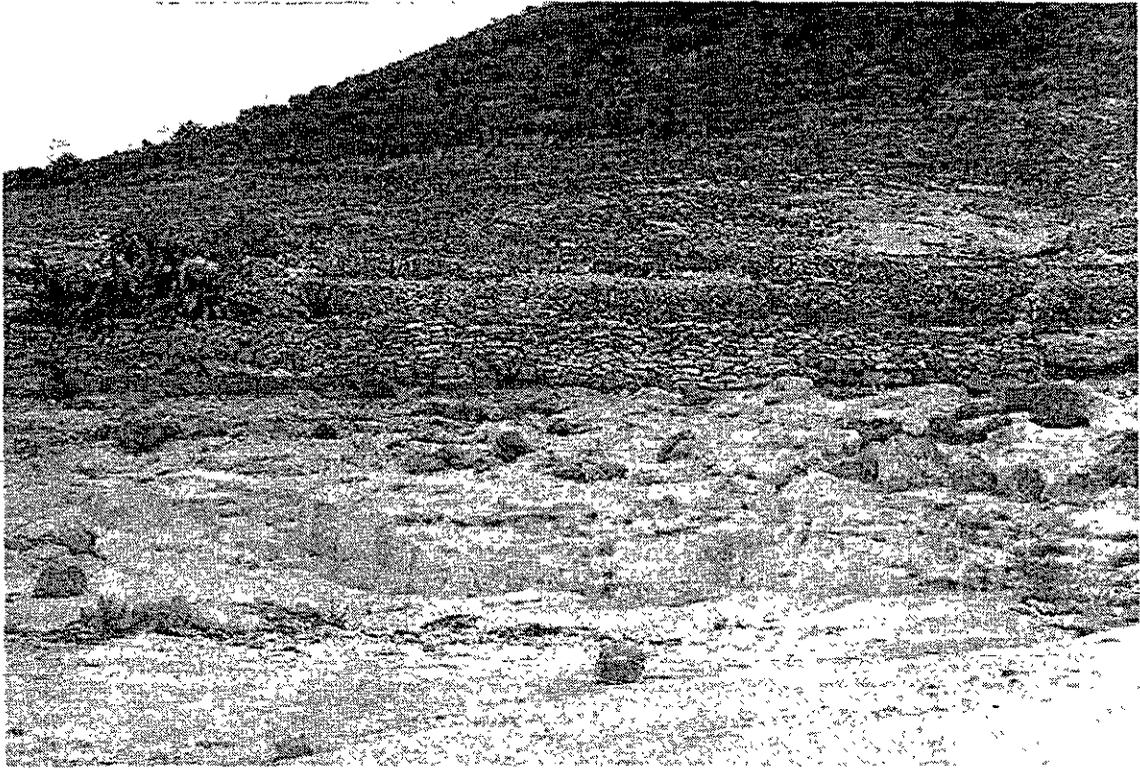
Los Fluvisoles se distribuyen sobre las partes más bajas de los valles, siguiendo el patrón natural del drenaje; por lo regular, se trata de suelos profundos y productivos, formados por el acarreo y depósito de material sedimentario reciente que proviene de las sierras aledañas. El uso que tienen es tanto para la agricultura de temporal como de riego. Las limitantes que presentan son en algunos casos: la pedregosidad, riesgo de inundación, nivel freático elevado por el sobre riego y el incremento en la salinidad.

Por último los Regosoles, que son los de menor presencia, se localizan principalmente en las inmediaciones de los cerros, sierras y terrazas sobre geoformas de taludes y declives. No presentan algún uso en particular y sólo sostienen vegetación natural en distintos grados de perturbación.

Los suelos del Valle del Mezquital, están sujetos a una fuerte presión por parte de los grupos humanos ahí asentados y sobre todo, por las diversas actividades económicas que realizan. Aunque el propósito de la presente investigación no fue la de realizar un diagnóstico de la situación en la que se encuentra el recurso suelo, no es posible dejar de mencionar algunos de los problemas que se detectaron por la presente investigación.

La erosión es el problema más fuerte en las partes elevadas, es inducida principalmente por la tala incontrolada y el sobre pastoreo; asimismo, se observó un fuerte deterioro de las tierras agrícolas de temporal, a causa del abatimiento de la materia orgánica y del contenido de nutrientes así como del efecto de la erosión eólica. En las zonas bajas y planas, la problemática es distinta ya que se vincula mucho con el modelo tecnológico empleado en la agricultura de riego; en consecuencia, se tienen fuertes problemas de salinidad, elevación del nivel freático, contaminación por la mala calidad del agua de riego y por el uso frecuente de pesticidas.

Por lo tanto, se sugiere realizar un trabajo completo de planeación ecológica que contemple aspectos como: diagnósticos ambientales para conocer la situación real del estado de los recursos naturales, pronósticos de la problemática a corto, mediano y largo plazo, así como las propuestas concretas para la restauración, conservación, prevención y manejo sustentable de los recursos.



Figs. 19 y 20. Uno de los principales problemas que se tiene en algunas partes del Mezquital, es la erosión; inducida por el cambio de uso del suelo y por la falta de un manejo adecuado.

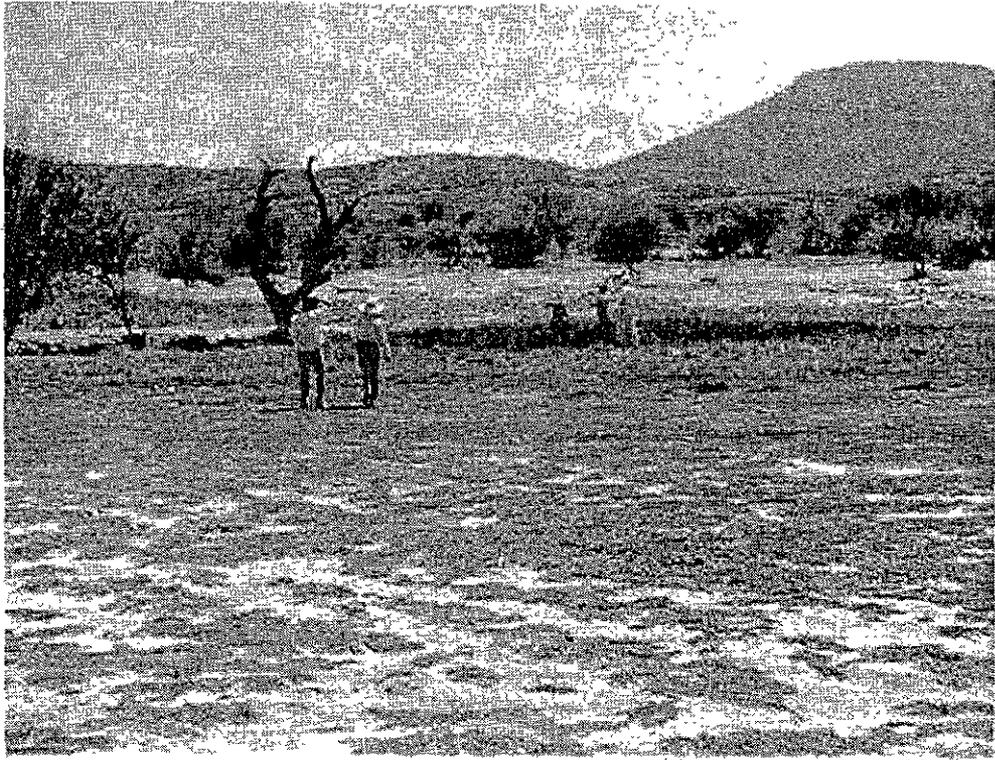


Fig. 21. Otro problema fuerte es la acumulación excesiva de sales en el suelo, que se da principalmente en las zonas bajas que tienen agricultura de riego.

VIII. CONCLUSIONES

- Los suelos del Valle del Mezquital son el producto de la gran variabilidad microecológica que se da en la región; ocasionada principalmente por fluctuaciones geofarmacológicas y microclimáticas que inciden directamente sobre la génesis y morfología de los suelos.
- Los suelos dominantes en la región son aquellos que desarrollan horizontes mólicos (Feozem, Leptosol mólico y Leptosol rendzínico), además entre ellos se encuentran intercalaciones de otros suelos formados por la acción de factores locales como es el caso de Fluvisoles, Regosoles y Leptosoles líticos.
- Los Grupos Mayores más afectados por el desarrollo de las actividades humanas son los Fluvisoles, Feozems y Vertisoles; ya que se ubican en sitios bajos y planos donde la presión demográfica es muy intensa.
- Los principales problemas de degradación de suelos que se detectaron en el área estudiada son: contaminación por el riego con aguas negras, elevación del nivel freático, salinidad, erosión, empobrecimiento de nutrimentos y de materia orgánica.
- El uso del suelo está condicionado por las variaciones del relieve y la aptitud del suelo, aunque está determinado por la situación socioeconómica y política.
- El uso principal del suelo, es la agricultura tanto de riego como de temporal, ya que ambos sistemas abarcan casi la mitad de la superficie del territorio estudiado.
- La agricultura de temporal tiende a reducirse por la expansión del riego; actualmente ocupa las tierras de menor aptitud donde las principales limitantes son: falta de agua, relieve irregular, erosión, empobrecimiento del suelo, falta de apoyos crediticios, sociales y de asesoría técnica.
- La agricultura de riego ocupa las mejores tierras, es poco diversa, demanda muchos insumos y energéticos. Su práctica es el principal agente de deterioro de los suelos de las áreas planas.
- Los ecosistemas cubren la mitad del territorio y se han conservado gracias a las características ambientales, como: relieve inclinado, suelos delgados y pedregosos; sin embargo, no dejan de estar fuertemente perturbados principalmente por el sobrepastoreo y la tala desmedida.
- Se sugiere realizar estudios de diagnóstico ambiental, ordenamiento ecológico territorial y crear programas de desarrollo sustentable; esto con la finalidad de favorecer el crecimiento económico sin sacrificar la calidad del medio, con un aprovechamiento racional, conservando los recursos naturales, restaurando los ambientes deteriorados y contribuyendo a la elevación de la calidad de vida en la región.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, H.N. 1989. Tratado de Edafología de México. Fac. de Ciencias, UNAM. México.
- American Society of Photogrammetry. 1960. Manual of photographic interpretation. Washington, USA.
- Blásquez, L. 1938. Memorias de la comisión geológica del Valle del Mezquital, Hgo. Instituto de Geología, UNAM. México.
- Buol, S. W., F.D. Hole y R. J. Mc.Cracken. 1981. Génesis y clasificación de suelos. Ed. Trillas. México.
- Bravo, H. 1936. Observación florística y geobotánica del Valle de Actopan. An. Inst. Biol. México. 7:392, p. 169-253
- Bravo, H. 1978. Las cactáceas de México. Instituto de Biología de la UNAM, Tomo I. México.
- Buenrostro, G., R. Rios, L. Castillo y M. Arteaga. 1995. Elementos constituyentes y contaminantes en hortalizas irrigadas con aguas residuales en Ixmiquilpan, Hgo. Simposio Universitario de Edafología. Fac. de Ciencias. UNAM. México. p. 160.
- Bullock, P. 1985. Handbook for soil thin section description. International Society of Soil Science. England.
- Butler, B.E. 1990. Soil classification. Soil Survey. Oxford Univ. Press. N.Y.
- Cantú, A. y G. Cortés. 1994. Caracterización físico-química y evaluación toxicológica utilizando bioensayos en agua, suelo y sedimento del Distrito de Desarrollo Rural 063, Hidalgo. Tesis profesional, ENEP Iztacala UNAM. México
- Carrillo, R., J. Cruz, y M. García. 1990. Cuantificación de Pb, Cd y Cr con diferentes extractantes químicos en suelos contaminados del D.D.R. 003 XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Comarca Lagunera, Torreón, Coahuila, Méx. Nov. 4-9. p. 59.
- C.N.A. 1991. El aprovechamiento de aguas residuales en el Valle del Mezquital y su impacto ambiental. Comisión Nacional del Agua. México.
- Cortés, A. 1982. Taxonomía de suelos. Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Rep. de Colombia.
- Cuanalo de la Cerda, H. 1981. Manual de descripción de perfiles de suelo en campo. C.P. Chapingo, México.

- Cuanalo de la Cerda, H. y Ortiz-Solorio, C. 1978. Metodología del levantamiento fisiográfico. C.P. Chapingo, México.
- Chapman, D.H. y P.F. Pratt. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Ed. Trillas. México.
- Delvin, S. F. and M.C.B. Fanning 1989. Soil morphology, genesis and classification. De. John Wiley & Sons. N.Y.
- Domínguez, I. y H.N. Aguilera. 1980. Metodología de análisis físico-químico de suelos. Fac. de Ciencias, UNAM. México.
- Drury, S.A. 1987. Image interpretation in geology. Ed. Allen and UNWN, London.
- Fanning, D.S. and C.B.M Fanning. 1989. Soil: morphology, genesis and classification. John Wiley & Sons. USA. 395 pp.
- FAO/UNESCO. 1988. Soil map of the world. Revised Legend .World soil resources report 60, Food and Agriculture ONU, Rome, Italy.
- FAO/UNESCO. 1990. Soil World Map. scale 1: 25 000 000. FAO Rome.
- FAO/UNESCO. 1994. Soil Map of the World. Reference Base for Soil Resources. International Soil Reference and Information Centre. Rome, Italy.
- Fernández, M.A. 1964. El Valle del Mezquital. SEP, Méx.
- Figueroa, N.R. 1979. Aspectos generales sobre la tenencia de la tierra en el Distrito de Riego del Valle del Mezquital. Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM. México.
- Fitzpatrick, E. A. 1984. Suelos su formación, clasificación y distribución. Ed. CECSA México.
- Fitzpatrick, E. A. 1990. Micromorfología de suelos. Ed. CECSA. México.
- Friedrich, E. 1989. Problemática ambiental del Valle del Mezquital (foro I) . Fundación Friedrich Ebert, Pachuca, Hidaigo, México.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- García, Z. et al. 1988. Estudio del Grado de contaminación por Pb, Cd y Cr en suelos y tejidos vegetales por el uso e aguas residuales en los municipios de Tlahuelipan, Tlaxcoapan y Atitalaquia , Hgo. XXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Juárez Chihuahua, Méx. p. 78.
- Gentry, H.S. 1982. Agaves of continental North America. University of Arizona Press, Tucson Arizona, USA.

- Gómez-Pompa, A. 1985. Los recursos bióticos de México. INIREB. Ed. Alhambra Mexicana. México.
- González - Quintero, L. 1968. Tipos de vegetación del Valle del Mezquital, Hgo. I.N.A.H. México.
- Gutiérrez, M.E. 1982. Estudio sobre contaminación de suelos agrícolas del Valle del Mezquital, Hgo. por A.B.S., Boro y metales pesados por el uso de aguas negras de la ciudad de México. Facultad de Ciencias. Tesis profesional, UNAM. México
- Hernández, G. et. al. 1989. Tendencia de la contaminación por elementos pesados debido al riego con aguas negras en el D.D.R.-064 XXII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Colegio de Posgraduados. Texcoco, México. P. 74.
- Hernández, G. L. 1994. Uso potencial agrícola, pecuario y forestal en el Valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis profesional, ENEP Iztacala UNAM. México.
- IMTA, 1990. Réhuso del agua en la agricultura: Experiencia México - Israel. Taller., S.A.R.H. México.
- INEGI, 1981. Guía para la interpretación cartográfica: Edafología. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- INEGI, 1982. Carta Edafológica: Pachuca, Esc. 1:250,000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- INEGI, 1987. Anuario estadístico para el Estado de Hidalgo. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- INEGI, 1989. Guía para la interpretación cartográfica: Uso del Suelo. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- INEGI, 1990. XI Censo general de población y vivienda. Secretaria de Programación y Presupuesto. México.
- INEGI, 1990. Hidalgo cuaderno para la planeación. Secretaría de Programación y Presupuesto. Méx.
- INEGI, 1995. Anuario estadístico para el Estado de Hidalgo. Secretaria de Programación y Presupuesto. México.
- Jackson, M.L. 1976. Análisis químico de suelos. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1987. Remote sensing and image interpretation. Ed. John Wiley & Sons. Singapore.
- Lira, J. 1987. La percepción remota. Ed. Fondo de Cultura Económica, México.

- López, F. & D. Muñoz. 1994. Resources evaluation environmental damage and ecological planning in land use in the Mezquital Valley , Hidalgo, Mexico. 15th World Congress of Soil Science, V: 6 b. Acapulco, México.
- Mascareño, C.F. 1975. Estudio preliminar sobre contaminación de suelos y de la producción agrícola en el Distrito de Riego 03 por el uso de aguas negras de la ciudad de México. C.P. . Tesis de maestría, Chapingo, México.
- Mayagoitia, D.H. 1959. Estudio físico-químico de algunos suelos del Valle del Mezquital. Acta Politécnica Mexicana, IPN. J:191-300, México.
- Miranda y Hernández, X. E. 1963. Los Tipos de vegetación de México y su clasificación, Bol. Soc. Bot. México.
- Ortiz-Solorio, C. y H.E. Cuanalo de la Cerda. 1981. Introducción a los levantamientos de suelos. C.P. Chapingo, México.
- Ortiz-Solorio, C., H.D. Pajarito y G.M. Castorena. 1994. Introducción a la leyenda del Mapa Mundial de Suelos FAO/UNESCO, versión 1988. Cuaderno de Edafología No. 20. Colegio de Postgraduados, Montecillos. México. 40 pp.
- Rangel, S. 1987. Etnobotánica de los agaves del Valle del Mezquital. Tesis profesional, ENEP Iztacala UNAM. México .
- Ruiz, A.P. 1984. Prospección de recursos naturales por percepción remota. Taller sobre percepción remota, Fac. de Ciencias UNAM. México.
- Salinas, P. J. 1983. Etnografía del Otomí. Instituto Nacional Indigenista. Hidalgo, México.
- S.A.R.H. 1974. Estudio Agrológico semidetallado de Chicvasco y Cañada Chica, Hgo. Dirección de Agrología, México.
- S.A.R.H. 1978. Guía para la interpretación de la leyenda del Mapa Mundial de Suelos FAO versión 1971. Dirección de Agrología. SARH. México.
- S.A.R.H. 1988. El Distrito de Desarrollo Rural 063. Bol. informativo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Mixquiahuala, Hidalgo, México.
- SEDESOL. 1993. Ordenamiento ecológico general del territorio nacional. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Segerstrom, K. 1962. Geology of the south central Hidalgo and northeastern México. U.S.Geol. Survey Bull.No. 1104-C; 87-162.
- SEP. 1980. Como hacer mejor: El Nopal. Serie SEP. México. 32 pp.

- Siebe, C. 1995. Efecto del Riego Agrícola con aguas residuales sobre la fertilidad de los suelos del D.D.R. 03, Hidalgo. Simposio Universitario de Edafología. Fac. de Ciencias UNAM. México. p. 128.
- Simonson, T.W. 1968. The Soil series as used in the USA. Trans. 8th Intern. Cong. Soil Sci. 5:17-24.
- Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. 1966. Recursos Naturales del Valle del Mezquital. Memoria del IV Congreso Nacional de Geografía. México.
- Soil Survey Staff. 1984. Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. Soil Survey Investigation Report No. 1-Soil Conservation Service Washington.
- Toledo, V.M. y J. Carabias. 1985. Ecología y autosuficiencia alimentaria. Ed. Siglo XXI. México.
- Tranfo, L. 1989. Vida y magia de un pueblo Otomi del Mezquital. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México.
- USDA/Soil Survey Staff. 1975. Soil taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. U.S. Dept. Agric. Handbook .

ANEXO 1

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 3

LOCALIZACIÓN: A 4.9 km al ENE de Actopan.
CLIMA: Seco templado.
GEOLOGÍA: Materiales volcano sedimentarios de la formación Tarango.
TOPOFORMA: Plano valle.
RELIEVE: Ligeramente ondulado.
PENDIENTE: Regular del 5%
USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal.
LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo y pedregosidad.
CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol redznínico

ZONA ECOLÓGICA: Árida.
DIVISIÓN: Eje neovolcánico
PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
SISTEMA: Tlaxcoapan.
FACETA: Terraza escalonada.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m3	DENSIDAD REAL Mg/m3	% DE POROS.	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap1	0 - 15	10YR 4/2	10YR 3/2	72	20	8	F.A.	1.12	2.47	54.65	7.6	2.39	22.53
C11	15 - 25	10YR 7/1	10YR 3/3	87	11	2	Arena	1.25	2.67	53.18	8.2	1.15	19.76
Ckm12	25 - 45	10YR 7/1	10YR 6/4	89	8	3	Arena	1.37	2.51	45.54	8.0	0.73	14.40

Reacción a los carbonatos con HCl: De violenta a muy violenta

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL . A4

LOCALIZACIÓN: A 3.5 Km al NNE de Actopan y a 1.8 Km al SW de la Estancia.
CLIMA: Seco templado.
GEOLOGÍA: Materiales volcano sedimentarios de la formación Tarango.
TOPOFORMA: Plano valle.
RELIEVE: Ligeramente ondulado.
PENDIENTE: Regular del 4%
USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal.
LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo y pedregosidad
CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendznínico.

ZONA ECOLÓGICA: Árida.
DIVISIÓN: Eje neovolcánico
PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
SISTEMA: Tlaxcoapan.
FACETA: Terraza escalonada.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m3	DENSIDAD REAL Mg/m3	% DE POROS.	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap11	0 - 13	10YR 4/3	10YR 3/2	65	30	5	F.A.	1.11	2.52	55.95	7.8	2.67	27.34
Ap12	13 - 30	10YR 4/1	10YR 2/2	66	28	6	F.A.	1.14	2.61	56.32	8.2	1.52	22.50
Ckm	30 - 120	10YR 7/1	10YR 6/3	69	27	4	F.A.	1.25	2.58	51.55	8.0	0.76	20.81

Reacción a los carbonatos con HCl: de violenta a muy violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A6

LOCALIZACIÓN: A 5.35 km al NNW de Actopan y a 4 km al ENE de Caxuxi.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Materiales volcano sedimentarios de la formación Tarango.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Plano

PENDIENTE: Regular del 3%

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

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo y pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO 1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Árida.

DIVISIÓN: Eje neovolcánico

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Terraza escalonada.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1-2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap1	0 - 17	10YR 4/3	10YR 3/2	79	8	13	F.A.	0.88	2.46	64.22	8.3	5.31	38.23
Ckm	17 - 38	5YR 5/1	10YR 7/1	75	17	8	F.A.	1.32	2.63	49.80	8.5	2.30	25.67

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 8

LOCALIZACIÓN: A 3 km al N de Actopan y a 1 km al SE de Cañada Chica.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Materiales volcano sedimentarios de la formación Tarango.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Plano

PENDIENTE: Regular del 3%

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

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo y pedregosidad

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Árida.

DIVISIÓN: Eje neovolcánico

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Terraza escalonada.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1-2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap1	0 - 10	10YR 5/3	10YR 3/3	65	17	18	F:A	1.14	2.43	53.08	7.8	3.25	34.76
AC	10 - 17	10YR 6/2	10YR 4/2	61	23	16	F:A	1.18	2.58	54.26	8.1	1.21	31.29
Ckm	17 - 30	10YR 7/1	10YR 4/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 9

LOCALIZACIÓN: A 3.8 km al NNE de Actopan y a 2 km al N de Daxtha.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5%

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego

LIMITANTES: Dureza del suelo y frecuente pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Árida

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap1	0 - 19	7.5YR 6/2	7.5YR 4/2	83	8	9	A.F	1.19	2.47	51.82	8.2	1.12	23.18
Ck1	19 - 42	7.5YR 7/2	7.5YR 5/2	95	4	1	A	1.25	2.74	49.39	8.3	0.69	18.41
C1	42 - 83	7.5YR 5/2	7.5YR 4/2	80	13	7	A.F	1.17	2.68	56.34	8.7	0.82	17.95
C2	83 - 113	7.5YR 6/2	7.5YR 4/2	92	4	4	A	1.21	2.70	55.18	9.8	0.48	14.38

Reacción a los carbonatos con HCl: violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 11

LOCALIZACIÓN: A 1.2 km al S de González Tapia y a 3.5 km al SE de Santiago de Anaya.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5%

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego

LIMITANTES: Falta de agua, dureza del suelo y riesgo de erosión.

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Fluvisol éutrico.

ZONA ECOLÓGICA: Árida

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap1	0 - 23	10YR 6/2	10YR 4/4	72.88	14.0	13.12	FA	1.21	2.63	53.99	8.6	1.31	26.75
C1	23 - 40	10YR 6/4	10YR 4/4	78.88	18.72	2.4	AF	1.14	2.58	55.81	8.4	0.41	22.38
C21	40 - 56	10YR 7/4	10YR 6/6	76.88	20.0	3.12	AF	1.11	2.49	55.43	8.7	0.73	20.09
C22	56 - 84	10YR 7/4	10YR 6/6	86.88	16.0	5.12	AF	1.13	2.61	56.70	8.8	0.63	17.44
C31	84 - 102	10YR 7/4	10YR 4/4	86.25	12.25	2.00	A	1.18	2.70	56.29	9.1	0.77	21.80
C32	102 - 120	10YR 7/4	10YR 4/4	87.20	8.0	4.4	AF	1.12	2.65	57.73	9.1	0.76	19.74
2C33	120 - 163	10YR 8/2	10YR 7/4	62.88	24.72	12.4	AF	1.11	2.61	57.47	9.2	0.25	22.13

Reacción a los carbonatos con HCl: moderada.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 12

LOCALIZACIÓN: A 11.45 km al NNW de Actopan y a 600 m al ESE de González Tapia.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario del la formación Tarango.

TOPOFORMA: Terraza.

RELIEVE: Ligeramente ondulado

PENDIENTE: Regular del 4 al 5%

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Terreno sin uso; sin embargo en los alrededores se observan algunos cultivos de nopal y maguey.

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo y pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Terraza escalonada.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap1	0 - 11	10YR 4/2	10YR 3/3	77	19	4	A.F	1.11	2.42	54.13	8.3	1.932	28.15
Ckm	11 - 74	10YR 7/3	10YR 4/4	91	5	4	A	1.38	2.50	44.80	8.6	1.02	17.83

Reacción a los carbonatos con HCl: muy violenta

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 13

LOCALIZACIÓN: A 1 km al S de Santiago de Anaya.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario reciente.

TOPOFORMA: Fondo de valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 4 al 6 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral espinoso y crasicuale.

LIMITANTES: Clima, pedregosidad superficial, relieve y probable salinidad.

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Sistema de Imerios.

FACETA: Depresión.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A1	0 - 13	10YR 4/3	10YR 3/2	77	12	11	F.A	1.17	2.38	50.84	8.6	0.82	24.14
C1	13 - 47	10YR 6/2	10YR 4/2	78	16	6	A.F	1.26	2.55	50.58	9.0	0.34	22.57
C21	47 - 95	7.5YR5/4	7.5YR3/3	88	9	3	A	1.22	2.73	55.31	8.8	0.13	18.38
C22	95 - 117	7.5YR5/4	7.5YR 3/3	88	11	1	A	1.38	2.69	48.69	8.9	0.53	15.60

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 14

LOCALIZACIÓN: A 15 km al NW Actopan en la Ranchería del Mezquital.
 CLIMA: Seco templado
 GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la formación Tarango.
 TOPOFORMA: Loma
 RELIEVE: Ondulado.
 PENDIENTE: Del 6 al 8 %.
 USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de Temporal.
 LIMITANTES: Clima, topografía y erosión.
 CLASIFICACIÓN FAO (1990): Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida
 DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.
 PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA: Tlaxcoapan.
 FACETA: Lomerios.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap1	0 - 22	10YR4/3	10YR 3/2	73	18	9	F.A	1.18	2.43	51.44	8.6	2.8	29.37
C1	22 - 68	10YR 7/3	10YR 5/4	69	18	13	F.A.	1.19	2.52	52.77	8.5	0.78	26.57
C2	68 - 102	10YR 7/3	7.5YR 4/4	66	22	12	F.A.	1.11	2.61	57.47	8.7	0.34	22.16

Reacción a los carbonatos con HCl: muy violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 15

LOCALIZACIÓN: A 14.3 km al NNW de Actopan en la localidad de la Lagunilla.
 CLIMA: Seco templado.
 GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.
 TOPOFORMA: Valle.
 RELIEVE: Plano
 PENDIENTE: Del 2 %
 USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego
 LIMITANTES: Salinidad, drenaje deficiente y nivel freático elevado.
 CLASIFICACIÓN FAO (1990): Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Árida
 DIVISIÓN: Eje Neovolcánico
 PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
 SISTEMA: Tlaxcoapan.
 FACETA: Depresión.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 18	10YR 5/3	10YR3/2	35	26	39	F.R.L	1.15	2.58	55.42	8.7	2.28	32.67
C11	18 - 57	10YR 6/3	10YR 4/4	26	31	43	R.L	1.14	2.52	54.76	8.6	0.91	45.15
C12	57 - 150	10YR 6/3	10YR 3/3	31	26	43	R.L	1.05	2.62	59.92	8.6	1.25	41.80

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A16

LOCALIZACIÓN: A 15.2 km al NW de Actopan y a 1.9 km al SEE de Patria Nueva.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Cerro.

RELIEVE: Moderadamente inclinado.

PENDIENTE: Del 14 al 18 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subinermes de *Flourensia resinosa* y *Agave striata*.

LIMITANTES: Clima, relieve, profundidad del suelo, afloramientos y pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Occidental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril (ladera).

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 25	10YR 3/1	10YR 2/1	76	21	3	A.F	0.88	2.48	64.45	8.0	6.24	35.69
R	Roca	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl; Muy violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A17.

LOCALIZACIÓN: A 15.8 km al NW de Actopan y a ½ km al S de Patria Nueva.

CLIMA: Seco Templado

GEOLOGÍA: Sedimentos del reciente.

TOPOFORMA: Fondo de microcuenca.

RELIEVE: Ligeramente ondulado

PENDIENTE: Del 3 al 5%

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

LIMITANTES: Clima, relieve y algo de pedregosidad superficial.

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Terraza de escurrentía

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap1	0 - 17	7.5Y6/2	7.5Y 5/2	60	22	18	F	1.12	2.55	56.07	8.2	1.22	33.70
AC	17 - 45	10YR 5/2	7.5YR 4/0	55	22	23	F	1.16	2.58	55.03	8.3	1.03	29.82
2C1	45 - 80	7.5YR 6/2	10YR 4/4	83	10	7	A.F	1.15	2.67	56.92	8.4	0.35	24.16
C2	80 - 156	7.5YR 6/2	10YR 5/8	71	23	6	F.A	1.23	2.61	52.87	8.3	0.76	25.59

Reacción a los carbonatos con HCl; Muy violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A18

LOCALIZACIÓN: A 11 km al WNW de Actopan y a 1.15 km al SSE de Teofani.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5%

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de Riego.

LIMITANTES: Relieve irregular y erosión

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Base de ladera.

HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 -10	10YR 5/2	10YR 3/2	71	22	7	F.A	1.16	2.49	57.02	8.3	2.27	38.56
C1	10 - 23	10YR 6/1	10YR 3/1	70	20	10	F.A	1.03	2.52	53.39	7.9	1.14	27.91
C21	23 - 67	10YR 5/2	10YR 4/2	72	17	11	F.A	1.17	2.55	54.11	8.2	0.17	25.07
C22	67 - 95	10YR 5/3	10YR 3/4	70	21	9	F.A	1.20	2.51	52.19	7.9	1.11	28.80
C3	95 - 143	10YR 4/3	10YR 3/3	69	24	7	F.A	1.05	2.64	60.22	8.0	0.95	20.58
C4	143 - 188	10YR 5/3	10YR 4/3	73	16	11	F.A	1.10	2.60	57.69	8.3	0.70	22.36

Reacción a los carbonatos con HCl: violenta

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 20

LOCALIZACIÓN: A 6.8 km al WNW de Actopan y a 1.2 km al ENE de San Salvador.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario reciente.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 2 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Salinidad y nivel freático elevado.

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Fluvisol éutrico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión (fondo de Valle).

HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 23	10YR 5/3	10YR 3/2	77	5	18	F.A	1.19	2.50	52.40	8.5	1.30	38.23
C1	23 - 38	10YR 5/2	10YR 3/2	57	22	21	F.R.A	1.21	2.53	52.17	8.7	1.61	37.10
2C2	38 - 62	10YR 6/1	10YR 3/2	75	9	16	F.A	1.23	2.66	53.75	8.5	0.34	33.09
3C3	62 - 122	10YR 6/1	10YR 3/1	92	5	3	A	1.15	2.70	57.40	8.1	0.75	22.73

Reacción a los carbonatos con HCl: ligera

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 25

LOCALIZACIÓN: A 6.55 km al WSW de Actopan y a 1.2 km al S de San Antonio Zaragoza.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la formación Tarango.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3 al 6%

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Relieve y profundidad efectiva del suelo.

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Feozem háplico. La capa Cm es un tepetate amarillento de arena semicementada con carbonato de calcio.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida

DIVISIÓN: Eje neovolcánico

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Terraza.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 12	10YR 5/2	10YR 3/1	81	5	14	A.F	1.02	2.58	60.46	7.9	2.39	30.95
Cm	12 - 66	10YR 6/4	10YR 4/4	95	3	2	A	1.37	2.56	46.48	8.2	0.45	18.77

Reacción a los carbonatos con HCl: violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A26

LOCALIZACIÓN: A 5 km al SW de la Loma en el poblado de Chicavasco.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Materiales sedimentarios del Reciente.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego.

LIMITANTES: Relieve y posible salinidad.

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Fluvisol calcárico .

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje neovolcánico

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 30	10YR 6/2	10YR 3/2	63	13	24	F	1.05	2.49	57.83	7.8	1.91	32.16
C1	30 - 87	10YR 6/2	10YR 3/3	79	12	9	F.A	1.26	2.68	52.98	8.2	1.45	25.04
2C21	87 - 111	10YR 4/1	10YR 2/2	65	18	17	F.A	1.20	2.60	53.84	8.1	0.89	28.92
2C22	111 - 123	10YR 4/2	10YR 2/2	63	17	20	F.A	1.12	2.56	56.25	8.1	0.92	27.50

Reacción a los carbonatos con HCl: violenta

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 27

LOCALIZACIÓN: A 2 km al S de Tepatepec.
CLIMA: Seco templado
GEOLOGÍA: Materiales volcano sedimentarios de la formación Tarango.
TOPOFORMA: Valle.
RELIEVE: Plano.
PENDIENTE: 2 a 3 %
USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN:
LIMITANTES: Drenaje deficiente,
CLASIFICACIÓN FAO (1990): Vertisol éutrico.

ZONA ECOLÓGICA: Árida
DIVISIÓN: Eje neovolcánico
PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
SISTEMA: Tlaxcoapan.
FACETA: Planicie.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 27	10YR 5/1	10YR 3/2	34	38	28	FR	1.18	2.50	52.80	7.63	1.78	32.64
C11	27 - 50	10YR 6/1	10YR 3/2	32	32	36	FR	1.17	2.49	52.43	7.44	1.59	38.16
C12	50 - 90	10YR 6/2	10YR 3/1	36	28	36	FR	1.28	2.39	46.44	7.51	1.07	41.52
C13	90 - 110	7.5YR 5/2	7.5YR 3/2	38	28	34	FR	1.13	2.45	53.38	7.29	1.02	36.79
C2	110 - 140	10YR 6/2	10YR 3/2	50	30	20	F	1.15	2.48	53.62	7.46	0.16	30.44

Reacción a los carbonatos con HCl: nula

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 28

LOCALIZACIÓN: A 1.5 km al SE de Mixquiahuala.
CLIMA: BSI Seco templado.
GEOLOGÍA: Sedimentos lacustres, materiales volcano- sedimentarios.
TOPOFORMA: Planicie de valle.
RELIEVE: Plano.
PENDIENTE: 2%
USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego.
LIMITANTES: Riego con aguas residuales y drenaje interno deficiente.
CLASIFICACIÓN FAO (1990): Vertisol éutrico.

ZONA ECOLÓGICA: Árida.
DIVISIÓN: Eje neovolcánico.
PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
SISTEMA: Tlaxcoapan.
FACETA: Planicie.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A1	0 - 35	10YR 4/1	10YR 2/1	34	26	40	FR	1.03	2.56	59.76	7.62	3.89	43.38
C11	35 - 65	10YR 4/1	10YR 2/1	26	22	52	R	1.12	2.27	50.66	7.64	1.94	47.60
C12	65 - 77	10YR 4/1	10YR 3/1	24	22	54	R	1.10	2.39	53.97	7.46	1.02	45.83
C2	77 - 106	5YR 4/1	5YR 3/1	28	28	44	R	1.10	2.47	55.46	7.34	0.73	42.19

Reacción a los carbonatos con HCl: nula

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL A 29

LOCALIZACIÓN: A 1.5 km del Rosario, Mpo. de Francisco I. Madero.

CLIMA: Templado seco.

GEOLOGÍA: Sedimentos clásticos calcareos, formación Tarango.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: 2 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal con cultivos de maíz, avena y vegetación arvense.

LIMITANTES: Escasa precipitación y drenaje lento.

CLASIFICACIÓN FAO (1990): Vertisol éutrico.

ZONA ECOLÓGICA: Árida.

DIVISIÓN: Eje neovolcánico

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Planicie.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 5	10YR 4/1	10YR 2/1	36	32	32	FR	1.25	2.51	50	7.43	2.87	30.61
C11	5 - 25	10YR 4/1	10YR 2/1	26	32	42	R	1.06	2.37	55	7.60	2.02	39.48
C11	25 - 60	10YR 4/1	10YR 2/1	28	30	42	R	1.03	2.29	55	7.48	1.28	37.12
C2	60 - 110	10YR 5/1	10YR 2/1	22	30	48	R	1.11	2.27	51	7.46	0.75	40.55
C3	110 - 120	10YR 5/2	5YR 4/2	36	30	34	FR	1.04	2.37	55	7.56	0.32	35.89

Reacción a los carbonatos con HCl: nula

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 3

LOCALIZACIÓN: Ladera norte del Cerro la Cruz en el Municipio de Francisco I. Madero Tepatepec.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Cerro (ladera).

RELIEVE: Moderadamente inclinado.

PENDIENTE: Del 16 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral inerme de *Flourensia resinosa* y *Agave striata*.

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo, relieve y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril, Sierra de San Miguel.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 35	10YR 3/1	10YR 2/1	64	32	4	F.A	0.93	2.47	62.34	8	4.51	33.45
R	35 - 43	caliza	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P-4

LOCALIZACIÓN: A 1 km al E de la cima del Cerro Juárez.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Conglomerado.

TOPOFORMA: Ladera.

RELIEVE: Moderadamente inclinado.

PENDIENTE: Del 14%

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral inerme de *Flourensia resinosa*.

LIMITANTES: Clima, relieve y pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem háplico

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Declive.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 11	7.5YR 4/2	7.5YR 2/0	42	48	10	F	1.04	2.46	57.72	8.68	3.42	37.84
2AC	11 - 27	2.5YR 5/3	5YR 2.5/1	30	6	64	R	1.10	2.51	56.17	8.12	2.65	42.05
2C1	27 - 39	7.5YR 6/0	7.5YR 4/2	30	16	54	R	1.21	2.58	53.10	8.11	1.73	36.97
3C2	39 - 54	5YR 8/1	10YR 7/2	40	36	24	F	1.12	2.60	56.92	8.3	0.85	23.45

Reacción a los carbonatos con HCl: Moderada.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 5

LOCALIZACIÓN: A 2 km al sur de Xuchitlán sobre la base de una ladera.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Cerro (ladera).

RELIEVE: Inclinado.

PENDIENTE: Del 20 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral inerme de *Flourensia resinosa* y *Agave striata*..

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo, relieve y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril, Sierra de San Miguel.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1-2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 41	10YR 4/2	10YR 3/2	48	30	22	F	1.01	2.48	59.92	8.17	3.04	37.08
Ckm	41 - 56	10YR 8/2	10YR 6/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
R	56 - 60	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL No. P-6

LOCALIZACIÓN: Declive del Cerro Puntiaugudo, cerca de San Miguel Acambay extremo sur del Cerro de San Miguel de la Cal.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Cerro (ladera).

RELIEVE: Moderadamente inclinada.

PENDIENTE: Del 16 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Uso minero extracción de mármol y cal. Asociación de matorral inerme y crasicauale.

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo, relieve y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril, Sierra de San Miguel.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1-2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 40	10YR 4/1	10YR 2/1	62	20	18	F.A	1.06	2.54	58.26	8.58	3.35	32.36
R	40 - 46	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 7

LOCALIZACIÓN: Ladera del Cerro Corazón. a 1.2 km al WSW de la cima.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Cerro (ladera).

RELIEVE: Inclinada.

PENDIENTE: Del 26%.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral inerme *Flourensia resinosa* y *Agave striata*.

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo, relieve y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril, Sierra de San Miguel.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (±)/kg
A	0 - 15	10YR 3/2	10YR 2/1	66	32	2	F.A	0.94	2.60	63.84	8.2	4.94	35.74
R	15 - 21	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 8

LOCALIZACIÓN: Cerro El Tablón, Sierra de San Miguel de la Cal.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Cerro (ladera).

RELIEVE: Moderadamente inclinada.

PENDIENTE: Del 16%.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral inerme *Flourensia resinosa*, *Karwinskia humboldtiana* y *Agave striata*.

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo, relieve y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril, Sierra de San Miguel.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (±)/kg
A	0 - 30	10YR 4/2	10YR 3/1	58	32	10	F.A	0.86	2.48	65.32	8.15	6.06	28.19
R	30 - 37	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 9

LOCALIZACIÓN: A 750 m al N se Santa Ana Batha y a 1.5 km al S del Mejay.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario reciente.

TOPOFORMA: Planicie de acumulación.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 2 %.

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

LIMITANTES: Clima seco, frecuente pedregosidad interna.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Plano Valle.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T. cmol (+)/kg
Ap	0 - 36	10 YR 5/1	10 YR 4/2	60	24	16	F.A	1.16	2.60	55.38	8.7	0.59	22.82
2C11	36 - 87	10 YR 6/1	10 YR 4/2	30	60	10	F.L	1.21	2.55	52.54	8.5	1.51	23.55
2C12	87 - 115	10 YR 6/1	10 YR 4/2	30	58	12	F.L	1.07	2.57	58.36	8.8	1.08	21.18
2C2	115 - 178	10 YR 8/1	10 YR 6/3	34	42	24	F	1.15	2.49	53.81	8.9	0.13	26.04

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 10

LOCALIZACIÓN: Cerro la Palma, ladera este.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Cerro (ladera).

RELIEVE: Moderadamente inclinada.

PENDIENTE: La pendiente natural es del 14%; sin embargo se han construido terrazas.

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

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo, salinidad y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril, Sierra de San Miguel.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T. cmol (+)/kg
Ap	0 - 39	10YR 4/3	10YR 2/2	26	66	8	F.L	1.13	2.49	54.61	8.7	2.77	21.73
R	39 - 44	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 11

LOCALIZACIÓN: A 1.5 km al NNE del poblado de Benito Juárez, Mpio. de Progreso.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario reciente.

TOPOFORMA: Fondo de microvalle.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3 %.

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

LIMITANTES: Clima seco, frecuente pedregosidad interna.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Barranca.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 12	10YR 5/2	10YR 3/2	56	28	16	F.A	1.14	2.54	55.11	8.3	0.97	28.39
C1	12 - 50	10YR 6/1	10YR 3/2	56	32	12	F.A	1.07	2.58	58.52	8.6	1.70	25.61
C2	50 - 65	10YR 6/1	10YR 3/3	52	18	30	F.R:A	1.11	2.60	57.30	8.4	0.66	32.40
2C3	65 - 87	10YR 5/1	10YR 3/3	76	20	4	A.F	1.15	2.67	56.92	8.1	1.15	22.18
3C4	87 - 112	10YR 6/2	10YR 3/3	42	34	24	F.	1.09	2.62	58.39	8.1	0.54	27.38

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 12

LOCALIZACIÓN: Cerro Tordillo a 2.3 km al E de Xochitlán.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Cerro (ladera).

RELIEVE: Moderadamente inclinada.

PENDIENTE: La pendiente es del 16 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subinorme de *Flourensia resinosa* y *Agave striata*.

LIMITANTES: Clima, relieve profundidad del suelo y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril, Sierra de San Miguel.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 29	10YR 5/2	5YR 2.5/1	62	26	12	F.A	1.02	2.47	58.70	8.01	3.28	27.15
Cmk	29 - 34	10YR 7/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R	34 - 37	caliza gris											

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 13

LOCALIZACIÓN: A 1km al WSW de Jagüey Blanco y a 3 km al ENE de Progreso.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la formación Tarango.

TOPOFORMA: Planicie.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 2 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Profundidad efectiva del suelo y pedregosidad interna.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Plano Valle.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 25	10YR 4/2	10YR 2/1	60	20	20	F.A	1.12	2.56	56.25	8.33	3.63	20.87
Ckm	25 - 37	10YR 7/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 14

LOCALIZACIÓN: A 2 km. al NNE de Progreso.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Roca basáltica.

TOPOFORMA: Planicie.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 2 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Profundidad efectiva del suelo y pedregosidad interna.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Vertisol éutrico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Plano Valle.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 26	10YR 4/2	10YR 3/1	48	22	30	F.R.L	1.13	2.55	55.68	8.24	3.32	32.80
C1	26 - 57	10YR 3/1	10YR 2/1	36	12	52	R	1.25	2.63	52.47	8.35	1.76	37.63
Cmk2	57 - 63	10YR 7/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P-15

LOCALIZACIÓN: A 3.0 km al N de Xochitlán, municipio de Progreso.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor y material clástico calcáreo.

TOPOFORMA: Cerro (ladera).

RELIEVE: Moderadamente inclinada.

PENDIENTE: La pendiente natural es del 13%; sin embargo se han construido terrazas.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Zona perturbada por la actividad minera (explotación de cal).

LIMITANTES: Clima, escasa profundidad del suelo, fuerte erosión y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol éútrico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Declive del cerro Dorodeje..

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE PORÓS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 15	7.5YR 6/2	5YR 4/2	36	52	12	FL	1.17	2.63	55.51	8.17	0.65	24.99
C	15 - 20	7.5YR 7/4	7.5YR 5/4	22	74	4	FL	1.18	2.65	55.47	8.56	0.74	23.91
R	20 - 22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta.

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 16

LOCALIZACIÓN: Cerro la Palma ladera W.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Cerro (ladera).

RELIEVE: Moderadamente inclinada.

PENDIENTE: La pendiente es del 20 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subierme de *Flourensia resinosa* y *Agave striata*.

LIMITANTES: Clima, relieve profundidad del suelo y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril, Sierra de San Miguel.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE PORÓS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 32	10YR 3/2	10YR 2/1	30	66	4	FL	0.88	2.46	64.22	7.9	5.53	26.08
R. caliza	32 - 37	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta

A = arena L = limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 17

LOCALIZACIÓN: A 1 km al SW de La Estancia y 1 km al NNE de Tlacotalpilco.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Derrame basáltico del Cuaternario.

TOPOFORMA: Planicie.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 2 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Profundidad efectiva del suelo y pedregosidad interna.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol mólico asociado con Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Mesa.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 28	10YR 5/2	10YR 3/2	22	70	8	F. limoso	1.21	2.53	51.60	7.93	1.83	22.82
Ckm	28 - 60	10YR 8/1	10YR 6/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 19

LOCALIZACIÓN: A 500 m al Nor-noreste del Alberto

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Conglomerado de la formación San Juan.

TOPOFORMA: Loma.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: Del 8 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasirosetifolio con: *Agave lechuguilla*, *Karwinskia humboldtiana* y *Myrtillocactus geometrizans*.

LIMITANTES: Profundidad efectiva del suelo, fuerte erosión y pedregosidad interna.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Sistema de lomerios

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 19	10YR 3/3	10YR 2/2	76	10	14	F. A	0.94	2.50	62.99	8.04	4.95	39.94
R conglo	19 - 25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 20

LOCALIZACIÓN: A 600 m al Nor noroeste del Bethi y a 1.5 km al Sur del Dadho.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Conglomerado de la formación San Juan.

TOPOFORMA: Loma.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: Del 6 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subierme con especies como: *Flourensia resinosa*, *Agave striata* y *Opuntia cantabrigensis*.

LIMITANTES: Clima seco, profundidad efectiva del suelo y pedregosidad interna.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Sistema de lomerios.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 26	10YR 5/2	10YR 4/3	64	32	4	F.A	1.04	2.49	58.23	8.12	2.86	22.83
Ckm	26 - 38	10YR 7/1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
R conglo	38 - 42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 21

LOCALIZACIÓN: Cerro Peña Colorada a 3.5 km al NNE del poblado de Benito Juárez Mpio de Progreso.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Rocas ígneas de la formación Pachuca (Riolita).

TOPOFORMA: Cerro.

RELIEVE: Inclinado.

PENDIENTE: Del 25%

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicaule y rosetifolio con especies como: *Hecthia glomerata*, *Karwinskia humboltiana*, *Opuntia Sps.* y *Myrtillocactus geometrizans*

LIMITANTES: Clima seco, relieve inclinado, suelo delgado y abundantes afloramientos.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol mólico asociado con Feozem háplico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Dorodeje (Sierra de San Miguel de la Cal).

FACETA: Ladera inclinada.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 29	7.5YR 4/2	10YR 2/2	74	24	2	AM	0.93	2.57	63.81	8.86	4.20	11.30
R	29 - 34	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Nula.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 22

LOCALIZACIÓN: A 1 km. al N de Chilcuautla.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material transportado.

TOPOFORMA: Planicie.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 2 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Profundidad efectiva del suelo, compactación interna y problemas de drenaje deficiente.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico .

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Plano Valle.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 28	10YR 5/1	10YR 3/2	60	18	22	MRA	1.03	2.50	58.80	8.62	2.22	23.91
C1	28 - 45	10YR 6/2	10YR 4/3	52	30	18	MRA	1.12	2.57	56.42	8.76	1.03	22.82
2C21	45 - 58	10YR 6/2	10YR 4/3	22	68	10	ML	1.19	2.58	53.87	8.75	0.34	20.04
2C22	58 - 66	10YR 5/2	10YR 3/1	22	66	12	ML	1.24	2.52	50.79	8.68	0.92	18.97

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 23

LOCALIZACIÓN: A 3.5 km al E de Chilcuautla en el poblado de Francisco Villa.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario reciente.

TOPOFORMA: Planicie acumulación.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3%

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Salinidad y riesgo de inundación.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión de escurrentía.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 36	10YR 6/1	10YR 3/3	74	24	2	A.F	1.05	2.60	59.61	8.45	2.10	36.09
C1	36 - 84	10YR 6/2	10YR 3/3	82	12	6	A	1.26	2.63	52.09	8.65	0.64	16.49
2C2	84 - 127	10YR 7/2	10YR 4/2	58	28	14	F.A	1.11	2.57	56.80	8.91	0.95	22.66

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 24

LOCALIZACIÓN: A 2.3 km al NNE de Xochitlán y a 3.3 km al ESE de Chilcuautla.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Sedimentos clásticos calcáreos lacustres.

TOPOFORMA: Planicie.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 2 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Profundidad efectiva del suelo y abundantes intrusiones de caliche.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: : Leptosol rendzínico

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Plano Valle.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 15	10YR 4/2	10YR 2/1	36	50	14	ML	0.95	2.48	61.69	8,26	3,85	26.84
Ckm	15 - 21	10YR 8/1	10YR 7/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 25

LOCALIZACIÓN: A 4 km al W de Xochitlán Progreso.

CLIMA: Seco templado

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la Formación Tarango.

TOPOFORMA: Planicie

RELIEVE: Plano

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales cultivos de maíz y alfalfa.

LIMITANTES: Profundidad del suelo y abundantes fragmentos de caliche.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

FACETA: Plano valle.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 16	10YR 4/1	10YR 3/1	46	24	30	FR	1.18	2.52	53.17	8.58	1.31	23.91
Ckm	16 - 28	10YR 8/2	10YR 7/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 26

LOCALIZACIÓN: Cerro Elefante a 3.5 km al Este de Tunititlán, Mpio de Progreso.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Rocas ígneas de la formación Pachuca (Riolita).

TOPOFORMA: Cerro.

RELIEVE: Inclinado.

PENDIENTE: Del 25%

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicaule y rosetifolio con especies como: *Hecthia glomerata*, *Karwinskia humboltiana*, *Opuntia Sps.* y *Myrtillocactus geometrizans*

LIMITANTES: Clima seco, relieve inclinado, suelo pedregoso con abundantes afloramientos.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem háplico .

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Pachuca.

FACETA: Talud.

HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (±)/kg
A	0 - 33	10YR 3/3	5YR 3/3	35	45	20	ML	0.98	2.53	61.26	8.2	3.06	26.15
2C1	33 - 57	10YR 3/1	5YR 3/3	28	20	52	R	1.07	2.49	57.02	8.2	2.05	32.22
3C21	57 - 94	10YR 7/3	10YR 3/3	38	28	34	MR	1.02	2.51	59.36	8.0	1.35	29.74
3C22	94 - 115	5YR 7/3	10YR 3/3	30	28	42	R	1.09	2.54	57.08	8.6	0.83	31.90

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy ligera.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 27

LOCALIZACIÓN: A 2.5 km WNW de Tunititlán y a 2 km al SW de Texcatepec.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario reciente.

TOPOFORMA: Planicie de acumulación.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3%

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

LIMITANTES: Falta de agua y erosión.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión de escurrentia.

HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (±)/kg
Ap	0 - 8	10YR 6/1	10YR 4/1	34	60	6	FL	1.18	2.57	54.08	8.17	0.81	19.45
C1	8 - 27	10YR 6/2	10YR 3/2	44	54	2	FL	1.14	2.60	56.15	8.09	0.80	17.30
C2	27 - 42	10YR 5/1	10YR 3/1	40	24	36	FR	1.07	2.59	58.68	8.25	0.95	28.69
2C3	42 - 77	10YR 4/1	10YR 3/1	26	20	54	R	1.09	2.54	57.70	8.17	1.05	37.74
3C4	77 - 110	10YR 4/1	10YR 3/2	28	56	16	FL	1.11	2.52	55.95	7.98	0.56	30.62

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 28

LOCALIZACIÓN: Valle de la Tórtola Mpio. de Tunititlán a 3.6 km al EEN de Texcatepec Mpio. de Tunititlán.

CLIMA: Seco templado

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la Formación Tarango.

TOPOFORMA: Planicie.

RELIEVE: Plano con pendiente del 3%.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego y de temporal.

LIMITANTES: Profundidad del suelo, frecuente pedregosidad superficial y contaminación por el uso de aguas negras.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan..

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE gr/cc	DENSIDAD REAL gr/cc	% DE POROS	pH rela 1-2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T meq/100gr
Ap	0 - 54	10YR3/2	10YR2/1	46	28	26	MRA	1.11	2.58	56.97	8.14	2.99	22.82
Ckm	54 - 57	10YR 8/2			Horizonte	petrocálci	co						

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 29

LOCALIZACIÓN: A 2km al WWS de Chilcuautla.

CLIMA: Seco templado

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la Formación Tarango.

TOPOFORMA: Declive.

RELIEVE: Ondulado con pendiente del 7 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego.

LIMITANTES: Profundidad del suelo, relieve, frecuente pedregosidad superficial (fragmentos de tepetate) y contaminación por el uso de aguas negras.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Suelo truncado.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan..

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE gr/cc	DENSIDAD REAL gr/cc	% DE POROS	pH rela 1-2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T meq/100gr
C	0 - 39	10YR 7/3	10YR 4/4	12	84	4	L	1.22	2.63	53.61	8.79	0.75	23.91
C km	39 - 42	10YR 8/2			Horizonte	petrocálci	co						

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 30

LOCALIZACIÓN: A 1 km al S del entronque del camino al Rancho Zinthe sobre el canal central de riego Mpio. de Chilcuautla.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Conglomerado ígneo de la formación San Juan.

TOPOFORMA: Sierra Xinthé

RELIEVE: Inclinado

PENDIENTE: Del 20 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicaule *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia sps*, *Ferocactus latispinus* y *Mamillaria sp*.

LIMITANTES: Clima seco, relieve inclinado, frecuentes afloramientos y alta pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

ACETA: Pie de monte.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1-2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 22	10YR 4/2	10YR 3/2	30	62	8	FL	1.12	2.68	58.20	7.88	1.67	23.91
C1	22 - 45	10YR 6/2	10YR 5/2	36	48	16	F	1.16	2.55	54.50	8.57	1.29	22.82
Ckm2	45 - 55	10YR 5/3	10YR 3/3	48	48	4	FL	1.27	2.48	48.79	8.50	0.47	24.89
R	55 - 58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 31 bis

LOCALIZACIÓN: A 1.5 Km al ENE del poblado de el Dadho, Mpio. de Ixmiquilpan.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Derrame basáltico del Cuaternario.

TOPOFORMA: Planicie.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Vegetación secundaria con dominio de especies como *Jatropha dioica*, *Opuntia sp.* *O. microdasis*, *O. tunicata* y *Prosopis sp.*

LIMITANTES: Escasa profundidad efectiva del suelo y frecuentes pedregosidad de tepetate calcareo.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol lítico. Puede ser un suelo truncado.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Mesa.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1-2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 11	10YR 6/2	10YR 3/2	32	56	12	FL	1.24	2.58	51.93	8.69	0.77	23.91
CKm	11 - 35	10YR 8/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Moderada.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 31

LOCALIZACIÓN: A 1 km al WNW de la Estancia y a 3 km al N de Tlacotalpilco Mpio. de Ixmiquilpan.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Derrame basáltico del Cuaternario.

TOPOFORMA: Planicie.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal cultivos de maíz y haba.

LIMITANTES: Limitada profundidad del suelo y abundantes fragmentos de tepetate.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Mesa .

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 34	10YR 5/2	10YR 3/2	78	20	2	FA	1.03	2.53	59..28	8.06	3.47	27.65
Ckm	34 - 40	10YR 8/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 32

LOCALIZACIÓN: Rancho el Gallinero a 4 km al W de Chilcuautla.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Conglomerado ígneo de la formación San Juan.

TOPOFORMA: Sierra Xinthé

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 5 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicaule con especies como: *Yucca filifera*, *Myrtillocactus geometrinzans*, *Prosopis juniflora*, *Karwinskia humboldtiana*, *Opuntia matudae* *Ferocactus sp* y *Opuntia cantabrigensis*.

LIMITANTES: Clima seco, relieve irregular, frecuentes afloramientos y alta pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Pie de monte.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A11	0 - 20	10YR 4/2	10YR 3/1	42	46	12	F	0.95	2.58	63.17	8.11	3.83	30.99
A12	20 - 28	10YR 4/3	10YR 2/1	44	44	12	F	1.07	2.66	59.77	8.33	2.35	24.78
Ckm	28 - 38	10YR 8/1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
R	conglome	rado	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Muy Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 33

LOCALIZACIÓN: A 5 Km al NNW de Texcapetec y a 2.5 Km al S del Rancho el Gallinero.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Conglomerado ígneo de la formación San Juan.

TOPOFORMA: Sierra Xinthé

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicaule con especies como: *Yucca filifera*, *Myrtillocactus geometrinzans*, *Prosopis junliflora*, *Karwinskia humboldtiana*, *Opuntia matudae* *Ferocactus sp* y *Opuntia cantabrigensis*.

LIMITANTES: Clima seco, relieve irregular, frecuentes afloramientos y alta pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol mólico

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Pie de monte.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 30	10YR 4/1	10YR 2/1	38	40	22	Franco	1.07	2.53	57.70	7.66	2.39	24.98
R	30 - 35	conglome	rado	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Moderada en el suelo y violenta en la roca.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 35

LOCALIZACIÓN: A 2.5 km al W de Texcatepec.

CLIMA: Seco templado

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la Formación Tarango.

TOPOFORMA: Planicie.

RELIEVE: Plano con pendiente del 3%.

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

LIMITANTES: Profundidad del suelo, frecuente pedregosidad superficial y contaminación por el uso de aguas negras.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan..

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 20	10YR 5/2	10YR 3/2	52	34	14	FA	1.09	2.57	57.58	7.8	2.49	22.36
CKm	20 - 39	10YR 8/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: muy violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P-36

LOCALIZACIÓN: Ladera norte del Cerro Elefante, Municipio de Progreso.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Riolitas.

TOPOFORMA: Ladera de Cerro.

RELIEVE: Inclinado.

PENDIENTE: Del 25%.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicaule.

LIMITANTES: Clima, relieve, profundidad del suelo y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol mólico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Declive de Cerro.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1-2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 14	10YR 3/3	10YR 3/2	50	18	32	F.R.A	0.95	2.59	63.32	7.63	4.93	37.63
R	14 - 20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Nula.

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL P 37

LOCALIZACIÓN: A 500 mts, al ENE de Xochitlan municipio de Progreso.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Ladera.

RELIEVE: Ligeramente ondulada.

PENDIENTE: La pendiente natural es del 6%; sin embargo se han construido algunas terrazas.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego y pastoreo de ganado ovino y caprino.

LIMITANTES: Clima, relieve, profundidad del suelo, fuerte erosión y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: suelo erosionado

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Declive, Sierra de San Miguel.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1-2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 34	10YR 6/2	10YR 3/2	50	32	18	Franco	1.16	2.48	53.22	9.13	0.95	22.82
2Ck	34 - 50	10YR 5/3	10YR 3/3	30	58	12	FL	1.37	2.60	47.30	9.05	0.47	23.91
R	50 - 54	Roca	caliza	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con HCl: Violenta.

A = arena L= limo R = arcilla F = franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S1

LOCALIZACIÓN: A 750 m. al NW de Xitza y a 1.5 km al SE de Santiago de Anaya.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la formación Tarango.

TOPOFORMA: Loma

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: Del 4 al 6 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicaule.

LIMITANTES: Clima, relieve, escasa profundidad y frecuentes pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Lomerios.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 29	10YR5/2	10YR 3/2	76	18	6	F.A	1.13	2.51	54.98	7.7	2.94	27.84
Ckm	29 - 43	10YR 7/1	10YR 5/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S2

LOCALIZACIÓN: A 1.5 km al EN de Santiago de Anaya y a 2.3 km al SW de Hermosillo.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la formación Tarango.

TOPOFORMA: Valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 4 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal cultivos perennes de Maguey y nopal..

LIMITANTES: Clima, escasa profundidad y frecuente pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Terraza.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 25	10YR 4/2	10YR 2/2	54	28	18	F.A	1.12	2.59	56.75	7.6	3.5	34.36
2C11	25 - 38	10YR: 7/1	10YR 5/2	84	4	12	A.F	1.21	2.44	50.40	7.9	1.06	21.70
2Ckm12	38 - 45	10YR 7/1	10YR 5/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S3

LOCALIZACIÓN: A 500 m al SW de Hermosillo y a 500 m al W del Cerro la Cruz.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.

TOPOFORMA: Terraza fluvial.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal cultivos de maíz y frijol..

LIMITANTES: Clima, relieve y algo de pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol mólico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión de escurentía.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A1p	0 - 12	10YR 4 /3	10YR 3/2	62	20	18	F.A	1.11	2.48	55.24	7.3	1.18	34.17
2C11	12 - 29	10YR 5 /3	10YR 3 /2	26	32	42	R	1.15	2.53	54.54	7.5	0.92	36.09
2C12	29 - 42	10YR 5 /3	10YR 3 /2	34	40	26	F	1.07	2.45	56.32	7.5	1.12	32.62
2C21	42 - 90	10YR 6 /3	10YR 4/3	32	34	34	F.R	1.14	2.58	55.81	7.2	0.74	27.56
2C22	90 - 180	10YR 6 /3	10YR 4/3	28	38	34	F.R	1.11	2.62	57.63	7.8	0.90	35.18

Reacción a los carbonatos con el HCl: Nula.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S4

LOCALIZACIÓN: A 400 m al E de Hermosillo y 1 km al SW del cerro Tendanhe.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Conglomerado ígneo del Terciario.

TOPOFORMA: Loma

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: Del 6 al 9 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicaule perturbado..

LIMITANTES: Clima, relieve, escasa profundidad y frecuente pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Lomerios.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 34	10YR 4/2	10YR 2/1	74	20	6	F.A	1.04	2.40	56.66	7.7	3.52	36.27
R	conglomera do		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S5

LOCALIZACIÓN: A 1.5 km al SE del Porvenir y a 1.6 km al NE de Hermosillo.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.

TOPOFORMA: Terraza fluvial.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 4 al 6 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal cultivos de maíz y frijol..

LIMITANTES: Clima y relieve. .

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol éutrico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión de escurrentía.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 22	10YR 4/3	10YR 2/2	38	42	20	F	1.14	2.45	53.46	7.9	1.77	33.97
AC	22 - 35	10YR 4/3	10YR 3/3	28	50	22	F	1.08	2.50	56.80	7.9	0.85	32.24
C11	35 - 51	10YR 5/3	10YR 3/3	16	42	42	R.L	1.06	2.52	57.93	7.9	1.19	31.28
C12	51 - 94	10YR 5/3	10YR 4/3	20	38	42	R	1.11	2.48	55.24	7.7	0.88	38.79
C13	94 - 120	10YR 5/3	10YR 4/3	14	50	36	F.R.L	1.06	2.55	58.43	7.7	0.31	30.05

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 6

LOCALIZACIÓN: A 700 m al S del poblado del Encino.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Lutitas metamorizadas de la formación Mezcala.

TOPOFORMA: Loma.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: Del 6 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral espinoso perturbado y bosque de enebro.

LIMITANTES: Relieve, abundantes intrusiones y erosión.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem háplico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona Templada.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Agua Hedionda.

FACETA: Lomerio.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 18	10YR 3/1	10YR 2/1	50	34	16	F.R.A	1.01	2.58	60.85	7.7	2.93	34.93
AC	18 - 27	10YR 5/2	10YR 4/2	54	30	16	F.R.A	1.09	2.60	58.07	7.5	1.28	28.99
2C11	27 - 57	10YR 4/2	10YR 3/3	36	22	42	R	1.12	2.57	56.42	7.8	0.77	40.27
2C12	57 - 83	2.5YR 8/4	2.5YR 7/6	30	24	46	R	1.17	2.56	54.29	7.9	0.29	41.15

Reacción a los carbonatos con el HCl: Moderada.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 8

LOCALIZACIÓN: A 1 km al E de la Barranca de los Olivos y a 2.4 km al NE del poblado del Encino.

CLIMA: Templado subhúmedo.

GEOLOGÍA: Calizas de la formación el Doctor.

TOPOFORMA: Cerro.

RELIEVE: Muy inclinado.

PENDIENTE: Del 30 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Bosque de pino piñonero.

LIMITANTES: Relieve, profundidad del suelo y erosión.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona Templada.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karts Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Ladera cerril.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 10	5Y 3/1	5Y 2.5/1	88	8	4	A	1.13	2.51	54.98	7.7	3.62	31.88
Ckm	10 - 34	5YR 8/2	5YR 8/3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: muy violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S9

LOCALIZACIÓN: A 2 km al N de Hermosillo y a 4 km al al Sureste del Encino.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Conglomerado ígneo del Terciario.

TOPOFORMA: Loma.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: Del 4 al 7 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matrorral crasicaule y algunas áreas con cultivos perenes de agave y nopal.

LIMITANTES: Clima, relieve, profundidad del suelo y erosión severa.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol lítico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje neovolcánico

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Mineral del Chico.

FACETA: Pie de monte (sistema de lomerios).

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 7	10YR 3/2	10YR 2/1	58	36	6	F.A	1.05	2.44	56.96	7.7	5.04	36.28
Ckm	7 - 18	10YR 8/1	10YR 6/3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Muy Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S11

LOCALIZACIÓN: A 3.5 km al SW del Águila y a 3.8 km al W del Encino en la localidad de Puerto Tavera.

CLIMA: Seco templado.

GEOLOGÍA: Rocas ígneas metamorizadas.

TOPOFORMA: Loma.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: Del 4 al 6 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subinermes perturbado.

LIMITANTES: Clima, relieve, pedregosidad y profundidad efectiva.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem háplico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona templada.

DIVISIÓN: Zona de transición entre el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Transición entre la Provincia de las Llanuras y la del Karst Huasteco.

SISTEMA: Transición entre los sistemas Agua Hedionda y Mineral del Chico.

FACETA: Lomeríos.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T. cmol (+)/kg
A	0 - 34	5YR3/2	5YR 2.5/1	64	26	10	F.A	1.10	2.48	55.64	6.9	2.73	33.01
C	34 - 56	5YR5/2	5YR3/3	58	16	26	F.R.A	1.13	2.57	56.03	6.5	1.14	26.52
Roca	56 -60	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Nula.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S12

LOCALIZACIÓN: A 2 km al N de la Barranca Potrero y a 5 ½ km al NW del Encino.

CLIMA: Templado subhúmedo.

GEOLOGÍA: Lutitas de la formación Mezcala.

TOPOFORMA: Loma.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: Del 6 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Bosque perturbado de Pino piñonero, enebro y *Flourensia resinosa*.

LIMITANTES: Relieve, pedregosidad y erosión.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona templada.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Agua Hedionda.

FACETA: Lomeríos.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T. cmol (+)/kg
A	0 - 43	10YR 3/1	10YR 2/1	78	16	6	F.A	0.98	2.54	61.41	7.4	4.23	36.64
CII	43 - 73	10YR 8/2	10YR 6/3	82	14	4	A.F	1.22	2.63	53.61	7.2	1.12	17.89
Ckm12	73 - 112	10YR 8/2	10YR 6/3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Muy Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franc

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 14

LOCALIZACIÓN: A 250 m. al SW de la Barranca Jonhe y a 200 m. del cruce del camino principal.

CLIMA: Templado subhúmedo.

GEOLOGÍA: Material sedimentario reciente.

TOPOFORMA: Lecho de escurrentía.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3 %

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

LIMITANTES: Pedregosidad y erosión hídrica

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona templada.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Agua Hedionda.

FACETA: Depresión.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 28	10YR 7/2	10YR 5/3	44	22	34	F	1.14	2.52	54.76	7.6	1.05	27.64
2C11	28 - 67	10YR 6/3	10YR 4/2	86	8	6	A.M	1.21	2.67	54.68	7.6	0.47	21.31
2C12	67 - 160	10YR 6/3	10YR 4/2	80	10	10	A.M	1.17	2.60	55.00	7.7	0.93	20.73

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 16

LOCALIZACIÓN: Cerro Dhunqui a 3 km al N de Santiago de Anaya.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Riollitas de la formación Pachuca.

TOPOFORMA: Cerro.

RELIEVE: Moderadamente inclinada.

PENDIENTE: Del 12 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Nopalera.

LIMITANTES: Clima, relive, profundidad del suelo, afloramientos y abundante pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem háplico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Mineral del Chico.

FACETA: Cerril.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 14	10YR 3/3	10YR 3/1	60	20	20	F.R.A	1.13	2.61	56.70	6.7	2.64	35.07
2C	14 - 40	5Y 6/4	10YR 5/6	82	10	8	A.F	1.15	2.68	57.08	7.2	0.67	28.16
Roca	--	--	--	--	--	--	-	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Nula.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 17

LOCALIZACIÓN: A 1.2 km al N de González González.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.

TOPOFORMA: Terraza fluvial.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal cultivos de maíz y frijol.

LIMITANTES: Clima, abundantes intrusiones y relieve irregular.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión de escurentía.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 25	10YR 5/3	7.5YR 3/2	52	44	4	F.A	1.14	2.54	55.11	7.6	2.07	21.69
C1	25 - 66	10YR 5/2	10YR 2/2	58	40	2	F.A	1.19	2.48	52.01	7.8	1.24	23.20
2C21	66 - 81	10YR 5/3	10YR2/2	78	16	6	A.F	1.35	2.58	47.67	7.9	0.61	19.86
2C22	81 - 112	10YR 4/3	10YR 2/1	74	20	6	F.A	1.23	2.64	53.40	7.8	1.03	25.31
2C3	112 - 118	10YR 5/1	10YR 4/3	86	8	6	A.F	1.35	2.66	49.24	7.8	0.84	22.47
2C4	118 - 185.	10YR 5/2	10YR 2/2	74	18	8	F.A	1.28	2.57	50.19	8.0	0.28	17.95

Reacción a los carbonatos con el HCl: Muy violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 18

LOCALIZACIÓN: A 1 km al NW de Santiago de Anaya y a 1 ½ km al SE de González Ortega.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.

TOPOFORMA: Terraza fluvial.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal cultivos de maíz y frijol.

LIMITANTES: Clima, algunas intrusiones y relieve.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión de escurentía.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 8	10YR 5/2	10YR 2/2	80	14	6	A.F	1.11	2.58	56.97	7.9	0.85	22.06
C1	8 - 25	10YR 5/3	10YR 3/3	68	26	6	F.A	1.06	2.46	56.91	7.6	1.41	20.79
C2	25 - 48	10YR 5/2	10YR 3/2	82	12	6	A.F	1.13	2.55	55.68	7.4	1.37	24.30
2C31	48 - 57	10YR 5/2	10YR 2/2	60	32	8	F.A	1.21	2.64	54.16	7.3	1.51	27.58
2C32	57 - 88	10YR 5/3	10YR 3/3	70	22	8	F.A	1.17	2.60	55.00	7.8	0.63	25.72
2C4	88 - 127	10YR 5/4	10YR 3/3	54	38	8	F.A.	1.18	2.58	54.26	7.6	0.44	28.06

Reacción a los carbonatos con el HCl: muy variable de nula a Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S19

LOCALIZACIÓN: A 2 km al W de Santiago de Anaya.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la formación Tarango.

TOPOFORMA: Loma.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal cultivos de maíz y frijol..

LIMITANTES: Clima, algunas intrusiones y relieve irregular.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Sistema de lomeríos.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 26	10YR5/2	10YR3/2	62	32	6	F.A	1.16	2.51	53.78	8.0	1.89	27.05
AC	26 - 52	10YR6/3	10YR4/3	64	24	12	F.A	1.23	2.58	52.32	8.6	1.22	30.70
2C1	52 - 82	10YR8/3	10YR5/3	46	44	10	F	1.15	2.66	56.76	8.6	0.54	27.24
3C2	82 - 92	10YR7/3	7.5YR4/4	78	18	4	A.M	1.27	2.63	51.71	8.7	0.81	25.72
3C3	92 - 104	7.5YR6/4	7.5YR4/4	86	6	8	A.M	1.25	2.59	51.73	8.6	0.40	22.63
3C4	104 - 135	5YR4/4	5YR3/4	76	18	6	F.A	1.19	2.57	53.69	8.8	0.25	24.15
4C5	135 - 165	7.5YR5/4	7.5YR4/6	54	22	24	F.R	1.21	2.61	53.63	8.8	0.34	29.80

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta a ligera en las últimas 4 capas.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 21

LOCALIZACIÓN: A 2 km. al EN de Guerrero y a 3 km al N de González.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario y conglomerado de la formación Tarango.

TOPOFORMA: Loma.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal cultivos de maíz y frijol..

LIMITANTES: Clima, frecuentes intrusiones, escasa profundidad y relieve.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Sistema de lomeríos.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 31	10YR5/2	10YR2/2	74	18	8	F.A	1.13	2.50	54.80	8	1.27	27.18
Ck	31 - 50	10YR 8/2	10YR 6/3	60	36	4	F.A	1.22	2.65	52.34	7.7	0.27	24.57
Conglo-merado	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 22

LOCALIZACIÓN: A 300 m al N de Guerrero Municipio de Santiago de Anaya.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.

TOPOFORMA: Terraza fluvial.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal cultivos de maíz y frijol.

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo, algunas intrusiones y relieve.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión de escurentía.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 18	10YR 6/3	10YR 2/2	76	18	6	A.F	1.18	2.60	54.61	7.9	1.26	20.14
C1	18 - 43	10YR6/5	10YR 4/3	64	28	8	F.A	1.24	2.65	53.20	7.8	0.58	27.33
2C2	43 - 58	7.5YR 7/2	7.5YR 5/4	82	16	2	A.F	1.21	2.52	51.98	7.7	0.74	18.41

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S24

LOCALIZACIÓN: A 550 m al SW del Mezquital y a 2.5 km al este de Patria Nueva.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario y conglomerado de la formación Tarango.

TOPOFORMA: Loma.

RELIEVE: Ondulado.

PENDIENTE: Del 5 al 7 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicauela.

LIMITANTES: Clima, frecuentes intrusiones, escasa profundidad y relieve.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem háplico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Sistema de lomerios.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 29	10YR 4/3	10YR 2/2	78	16	6	A.F	1.05	2.63	60.52	6.6	2.20	30.25
AC	29 - 56	10YR 5/4	10YR 4/4	75	17	8	F.A	1.09	2.60	58.55	7.2	1.07	34.60
C	56 - 75	10YR 6/4	10YR 4/4	70	24	6	F.A	1.21	2.58	53.10	7.6	0.06	32.19

Reacción a los carbonatos con el HCl: ligera.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 26

LOCALIZACIÓN: A 2.5 km al SW de Guerrero y a 1.2 km al ENE de La Blanca, Mpio. de Santiago de Anaya.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.

TOPOFORMA: Terraza fluvial.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Drenaje deficiente.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol éutrico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Depresión de escurentía.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 18	10YR 4/2	10YR 3/2	23	39	38	F.R	1.03	2.49	58.63	8.3	1.32	36.48
C1	18 - 38	10YR 5/2	10YR 2/2	18	40	42	R	1.08	2.53	57.31	8.1	1.04	39.13
C2	38 - 70	10YR 6/2	10YR 4/3	20	32	48	R	1.12	2.58	56.58	8.0	0.21	45.08

Reacción a los carbonatos con el HCl: ligera.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 27

LOCALIZACIÓN: A 1,750 m. al EN de Patria Nueva y a 950 m. al E del Cerro Gaxioho.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario.

TOPOFORMA: Fondo de valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 4 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subinermé.

LIMITANTES: Clima, abundantes intrusiones, erosión y relieve irregular.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisoll calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Fondo de cañada.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 18	10YR 6/3	10YR 3/3	54	42	4	F.A	1.18	2.63	55.13	8.1	0.69	27.26
C1	18 - 51	10YR 7/3	10YR 5/3	55	42	3	F.A	1.17	2.61	55.17	7.8	0.41	23.58
C2	51 - 110	10YR 8/3	10YR 6/3	56	38	6	F.A	1.22	2.67	54.30	8.0	0.11	21.39

Reacción a los carbonatos con el HCl: muy violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 30

LOCALIZACIÓN: A 4.5 km al N de Yolotepec y a 3.5 km al EN de Villagran sobre el Cerro Cebadero.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Rocas calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Ladera.

RELIEVE: Moderadamente inclinado

PENDIENTE: Del 7 al 15 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subinorme de *Flourensia resinosa* y *Agave striata*.

LIMITANTES: Clima, escas profundidad del suelo, abundantes intrusiones, erosión y relieve irregular.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 27	10YR 4/2	10YR 2/2	68	22	10	F.A	0.95	2.37	59.91	7.8	4.93	33.40
Ckm	27 - 40	2.5YR 8/2	2.5YR8/4	70	24	6	F.A	1.37	2.59	47.10	8.0	1.06	28.54
R	40 - 50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: muy violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 32

LOCALIZACIÓN: Cerro Teptha a 4 km al NNE de Patria Nueva.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Rocas calizas de la formación el Doctor.

TOPOFORMA: Ladera.

RELIEVE: Inclinado

PENDIENTE: Del 13 al 20 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subinorme de *Flourensia resinosa* y *Agave striata*.

LIMITANTES: Clima, escas profundidad del suelo, abundantes intrusiones, erosión y relieve irregular.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A11	0 - 31	10YR 4/2	10YR2/1	74	20	6	F.A	0.88	2.38	63.02	7.3	7.59	48.27
A12	31 - 55	10YR 4/2	10YR2/1	72	21	7	F.A	1.08	2.57	57.97	7.6	3.45	37.90
R	55 - 65	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: muy violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 33

LOCALIZACIÓN: A 1 km al N de Julián Villagrán y a 1.7 km de la Loma.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.

TOPOFORMA: Planicie.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 2 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Drenaje deficiente, nivel freático elevado y salinidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Plano Valle.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 30	5YR 6/1	10YR 3/2	22	32	46	R	1.05	2.54	58.66	8.4	1.08	37.42
C1	30 - 65	5YR7/1	10YR 3/2	12	32	56	R	1.12	2.55	56.07	8.2	0.97	49.85
C2	65 - 100	5YR7/1	10YR 3/2	16	34	50	R	1.18	2.59	54.44	8.1	1.20	40.74

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 34

LOCALIZACIÓN: A 1,500 m al E de Ocotzá, sobre la ladera poniente del cerro Cebadero.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Rocas calizas de la formación el Doctor.

TOPOFORMA: Ladera.

RELIEVE: Moderadamente inclinado

PENDIENTE: Del 7 al 10 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Terreno sin uso, solo con pasto inducido.

LIMITANTES: Clima, escas profundidad del suelo, abundantes intrusiones, erosión y relieve irregular.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Regosol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje.

FACETA: Cerril.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 35	7.5YR 6/2	7.5YR 4/2	74	16	10	F.A	1.19	2.64	54.92	8.6	1.45	24.38
Roca	35 - 40	10YR 8/1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 36

LOCALIZACIÓN: A 1,200 m al S de Yolotepec.
GEOLOGÍA: Material volcánico sedimentario de la formación Tarango.
TOPOFORMA: Terraza.
RELIEVE: Ligeramente ondulado.
PENDIENTE: Del 3 al 6 %
USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de temporal.
LIMITANTES: Clima, relieve y erosión.
CLASIFICACIÓN FAO/1990: Regosol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.
DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.
PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
SISTEMA: Tlaxcoapan.
FACETA: Terraza de erosión.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 45	10YR 7/2	10YR 3/3	68	20	12	F.A	1.11	2.56	56.64	8.1	0.97	26.28
C1	45 - 117	10YR 7/3	10YR 3/3	68	22	10	F.A	1.18	2.58	54.26	8.2	0.46	23.14
C2	117 - 165	10YR 7/3	10YR 3/3	64	32	4	F.A	1.25	2.63	52.47	7.8	0.26	22.07

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 37

LOCALIZACIÓN: A 2 km al SW de Yolotepec y a 1.5 km al S de Julián Villagrán.
CLIMA: Seco Templado.
GEOLOGÍA: Material sedimentario del reciente.
TOPOFORMA: Terraza fluvial.
RELIEVE: Ligeramente inclinado
PENDIENTE: Del 3 al 5 %
USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego.
LIMITANTES: Relieve, erosión y profundidad del suelo.
CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.
DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.
PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.
SISTEMA: Tlaxcoapan.
FACETA: Terraza de acumulación.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 24	10YR 6/2	10YR 3/3	72	20	8	F.A	1.15	2.59	55.59	7.8	1.02	30.72
C1	24 - 41	10YR 7/1	10YR 3/3	62	26	12	F.A	1.19	2.64	54.92	7.4	0.54	29.46
2C2k	41 - 60	10YR 6/2	10YR 4/3	84	10	6	A.F	1.29	2.52	48.80	7.5	1.06	20.83

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 38

LOCALIZACIÓN: A 750 m al SE del Mejay y a 1.750 km

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario reciente.

TOPOFORMA: Valle

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego.

LIMITANTES: Relieve, riesgo de inundaciones y probable salinidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico .

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Terraza de acumulación.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 18	10YR 6/2	10YR 3/3	42	32	26	F	1.17	2.56	54.29	8.5	1.10	33.21
C1	18 - 27	10YR6/2	10YR 3/3	48	30	22	F	1.13	2.59	56.37	8.4	0.76	33.02
C21	27 - 46	10YR7/ 2	10YR 4/4	48	32	20	F	1.12	2.62	57.25	8.4	1.01	35.54
C22	46 - 66	10YR 7/3	10YR 4/4	54	26	20	F.A	1.15	2.57	55.25	8.3	0.45	29.55
2Ckm3	66 - 74	10YR 8/1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: violenta.

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 39

LOCALIZACIÓN: A 1.25 km al W de Maguey Blanco y a 1.3 km al N del Tablón.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Basalto.

TOPOFORMA: Mesa.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 6 %

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

LIMITANTES: Clima, relieve y pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Mesa

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap1	0 - 15	10YR 5/3	10YR 3/2	72	16	12	F.A	1.13	2.44	53.68	7.9	3.13	34.36
Ap2	15 - 30	10YR 5/2	10YR 4/2	56	28	16	F.A	1.18	2.52	53.17	8.1	2.32	33.98
C1	30 - 87	10YR 6/2	10YR 4/2	72	14	14	F.A	1.13	2.58	56.20	8.5	1.10	37.63
Ckm2	87 - 110	10YR 7/3	10YR 4/3	88	8	4	A	1.41	2.56	44.92	8.6	0.74	21.05

Reacción a los carbonatos con el HCl: muy violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 40

LOCALIZACIÓN: A 1.7 km al SW del Tephé y a 2.4 km al E de Maguey Blanco, sobre el cerro Venus.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Riolitas y Basalto.

TOPOFORMA: Cerro.

RELIEVE: Ligeramente inclinado.

PENDIENTE: Del 6 al 15 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicuale.

LIMITANTES: Clima, profundiadd del suelo, relieve y pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol mólico

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Declive.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 22	10YR 5/2	10YR 2/2	64	26	10	F.A	1.08	2.58	58.13	7.9	3.28	33.70
R	22 - 27	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 42

LOCALIZACIÓN: A 8.5 km de la carretera Actopan - Ixmiquilpan sobre la desviación a Cañada Chica y a 1.2 km del entronque de la desviación.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario reciente.

TOPOFORMA: Fondo de valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Relieve, riesgo de erosión, algo de pedregosidad y drenaje rápido.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico .

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Planicie de acumulación.

HORI-ZONTE	PROFUN-DIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTU-RA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGANICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 46	10YR 6/2	10YR 3/2	62	26	12	F.A	1.10	2.68	58.95	8.6	1.20	27.07
C1	46 - 73	10YR 5/2	10YR 4/2	64	26	10	F.A	1.08	2.53	57.31	8.6	0.83	25.15
C21	73 - 114	10YR 6/2	10YR 4/2	70	20	10	F.A	1.12	2.65	57.73	8.5	1.07	26.30
C22	114 - 172	10YR 5/2	10YR 3/2	72	18	10	F.A	1.15	2.58	55.42	8.6	0.39	18.62

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 47

LOCALIZACIÓN: A 1 km. al W del Maye y a 3 ½ km al E de Panales.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Riolitas y conglomerados ígneos.

TOPOFORMA: Cerro.

RELIEVE: Ligeramente inclinado.

PENDIENTE: Del 8 al 15 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasorosulfolio espinoso.

LIMITANTES: Clima, profundidad del suelo, relieve y pedregosidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem háplico con características vérticas.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Moctezuma Llano Grande.

FACETA: Declive.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 21	10YR 3/1	10YR 2/1	38	30	22	F.R	1.05	2.48	57.66	7.1	3.27	39.91
C1	21 - 46	10YR6/4	10YR 5/3	30	26	44	R	1.12	2.50	55.20	7.8	1.20	45.70
2C2	46 - 57	10YR 7/4	10YR 5/4	90	8	2	A	1.22	2.51	51.39	8.6	0.13	18.89

Reacción a los carbonatos con el HCl: Ligera.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 48

LOCALIZACIÓN: A 1 ½ km al S de Dios Padre y a 2.5 km al NNW del Tephe.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario lacustre.

TOPOFORMA: Fondo de valle.

RELIEVE: Plano.

PENDIENTE: Del 3 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego con aguas residuales.

LIMITANTES: Elevación del nivel freático, salinidad y riesgo de inundaciones.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico .

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Planicie de acumulación.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 9	10YR 6/2	10YR 3/3	66	22	12	F.A	1.17	2.48	52.82	8.1	1.91	24.45
C1	9 - 47	10YR 7/1	10YR6/3	74	20	6	A.F	1.20	2.66	54.88	8.4	0.51	20.76
2C2	47 - 54	10YR 6/5	10YR5/3	44	50	6	F.L	1.23	2.60	52.69	8.1	0.87	25.13
3Ckm3	54 - 60	10YR 7/1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S49

LOCALIZACIÓN: A 2 km al SE de Dios Padre y a 2 km al NNW de Pueblo Nuevo.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario lacustre.

TOPOFORMA: Fondo de Valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Terrenos sin uso específico.

LIMITANTES: Salinidad y drenaje rápido

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico .

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Planicie de acumulación.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 41	10YR 7/1	10YR 4/2	60	28	12	F.A	1.21	2.56	52.73	7.8	0.41	24.19
2C1	41 - 48	10YR 7/2	10YR 4/3	92	5	3	A	1.25	2.74	54.37	8.2	0.69	13.07
3C2	48 - 64	10YR 7/2	10YR 4/3	70	20	10	F.A	1.20	2.63	54.37	8.5	0.75	19.46
4C3	64 - 68	10YR 7/2	10YR 4/3	90	6	4	A	1.23	2.69	54.27	8.6	0.38	11.58
4C4	68 - 72	10YR 6/3	10YR 5/4	76	14	10	F.A	1.21	2.60	53.46	8.3	0.46	28.74

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S50

LOCALIZACIÓN: A 1 km al EN de Pueblo Nuevo y a 750 m al SW de la Loma.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material sedimentario lacustre.

TOPOFORMA: Fondo de valle.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 3 al 5 %

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Agricultura de riego.

LIMITANTES: Relieve y escasa profundidad del suelo.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Planicie de acumulación.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1:2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 13	10YR 6/2	10YR 3/2	56	34	10	F.A	1.21	2.54	52.36	8.3	1.42	22.84
C1	13 - 18	10YR 6/2	10YR 3/2	66	24	10	F.A	1.20	2.56	53.12	8.1	0.78	28.99
C21	18 - 23	10YR 6/3	10YR 3/3	68	21	11	F.A	1.27	2.60	51.15	7.8	0.41	25.33
C22	23 - 50	10YR 6/3	10YR 3/3	68	19	13	F.A	1.27	2.63	51.71	8.2	0.67	25.34
Cx3	50 - 62	5YR 7/3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 51

LOCALIZACIÓN: A 1km al E de la Loma y a 2.5 km al ENE de Pueblo Nuevo.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Material volcano sedimentario de la formación Tarango.

TOPOFORMA: Terraza.

RELIEVE: Ligeramente ondulado.

PENDIENTE: Del 4 al 6 %

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

LIMITANTES: Clima, relieve, pedregosidad y escasa profundidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Feozem calcárico

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Eje Neovolcánico.

PROVINCIA: Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo.

SISTEMA: Tlaxcoapan.

FACETA: Terraza de erosión.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
Ap	0 - 34	7.5 YR5/2	7.5YR 3/2	88	8	4	A	1.23	2.59	52.50	8.0	1.91	24.96
C1	34 - 41	7.5YR6/2	7.5YR4/2	74	16	10	F.A	1.30	2.64	50.75	8.3	0.68	22.08
Ckx2	41 - 53	7.5YR7/2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: muy violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 53

LOCALIZACIÓN: Cerro la Palma a 2.5 km al WSW del Mejay y a 1 km al S de Santa Ana Batha.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Rocas calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Ladera.

RELIEVE: Inclinado

PENDIENTE: Del 13 al 20 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral subinermes de *Flourensia resinosa* y *Agave striata*.

LIMITANTES: Clima, escasa profundidad del suelo, abundantes pedregosidad, erosión y relieve inclinado.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Leptosol rendzínico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje (Sierra de San Miguel).

FACETA: Cerril.

HORIZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HÚMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS.	pH rela. 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 31	10YR 3/2	10YR 2/1	64	28	8	F.A	1.07	2.45	60.40	7.8	5.74	42.67
R	Caliza	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Reacción a los carbonatos con el HCl: Muy violenta.

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

DATOS FÍSICO - QUÍMICOS DEL PERFIL S 55

LOCALIZACIÓN: A 1.2 km al NNE de Patria Nueva y a 1.5 km al W del Mezquital.

CLIMA: Seco Templado.

GEOLOGÍA: Rocas calizas de la formación Doctor.

TOPOFORMA: Pequeña depresión.

RELIEVE: Ondulado

PENDIENTE: Del 6 al 10 %.

USO DEL SUELO O TIPO DE VEGETACIÓN: Matorral crasicaule.

LIMITANTES: Clima, relieve, abundante pedregosidad, erosión y salinidad.

CLASIFICACIÓN FAO/1990: Fluvisol calcárico.

ZONA ECOLÓGICA: Zona árida.

DIVISIÓN: Sierra Madre Oriental.

PROVINCIA: Karst Huasteco.

SISTEMA: Dorodeje Barranca Xenfhai .

FACETA: Talud.

HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	% DE ARENAS	% DE LIMOS	% DE ARCILLA	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE Mg/m ³	DENSIDAD REAL Mg/m ³	% DE POROS	pH rela 1: 2.5	MATERIA ORGÁNICA %	C.I.C.T cmol (+)/kg
A	0 - 21	10YR 5/2	10YR 3/2	74	14	12	F.A	1.18	2.60	54.61	8.3	1.75	26.31
2C1	21 - 56	10YR 7/3	10YR 4/3	54	32	14	F.A	1.13	2.64	57.19	8.7	0.79	21.05
2C21	56 - 69	10YR 8/3	10YR 6/4	38	44	18	F	1.19	2.58	53.87	9.1	1.72	19.69
2C22	69 - 106	10YR8/3	10YR 5/4	42	32	26	F	1.14	2.55	55.29	9.0	1.24	23.18
2C23	106 - 150	10YR7/3	10YR 5/4	46	36	18	F	1.13	2.56	55.85	8.7	0.66	20.47
2C3	150 - 170	10YR6/4	10YR 5/6	60	34	6	F.A	1.18	2.68	55.97	9.1	0.91	18.83

Reacción a los carbonatos con el HCl: Violenta

A= arena L= limo R= Arcilla F= Franco

ANEXO 2