

4

0036924

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DEL MUNICIPIO DE  
TLAQUILTENANGO, MORELOS.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS (EDAFOLOGÍA)**

**P R E S E N T A:**

**BIOL. ROGELIO OLIVER GUADARRAMA**

**MÉXICO, D. F.**

**1998**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

26 2004



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DEL MUNICIPIO DE  
TLAQUILTENANGO, MORELOS.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS (EDAFOLOGÍA)**

**P R E S E N T A:**

**BIOL. ROGELIO OLIVER GUADARRAMA**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSÉ LÓPEZ GARCÍA**

**Este trabajo se realizó en la Laboratorio de Edafoclimatología, del Centro de Investigaciones Biológicas, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, con el apoyo de la Secretaría de Educación Pública y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior a través del programa SUPERA.**

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

**A la memoria del Maestro Nicolás Aguilera Herrera (1920-1996)**

**Maestro y amigo, quien solo escribió un libro de Edafología, pero cuyas acciones y enseñanzas podrían haber llenado varios tomos. Su obra consiste en páginas vivas que tienen nombre y apellido, y que son escritas cotidianamente por las personas que el formó e inspiró y que están logrando en México logros muy importantes en los estudios del suelo.**

## **DEDICATORIAS**

### **A MARISELA**

Por todo el apoyo brindado en la realización de este trabajo, por ser mi primera crítica, mi compañera de vida y académica, espero que el presente sea un triunfo de los muchos que lograremos.

### **A RAYMUNDO**

Por ser el impulso de mi trabajo diario, lo que me permitió una motivación extra para terminar esta investigación, esperando que el tiempo dedicado a la misma, no haya afectado el suyo.

### **A MIS PADRES**

**Sara y Federico**

Por su amor y cariño que siempre me han mostrado y por su fortaleza en su quehacer cotidiano, lo que me motiva a continuar dándoles satisfacciones, lo que espero alcanzar con este trabajo.

### **A MIS HERMANOS**

**María de los Angeles, José Luis y Martha Laura**

Con un inmenso cariño y amor, que día con día logremos, lo que cada uno anhela pero al final de la jornada, recordemos que la unión es lo más importante.

### **A TODA MI FAMILIA**

Tíos, tías, primos, sobrinos, cuñadas y cuñados con su afecto, comprensión y apoyo desmedido que hicieron posible ésta ardua tarea.

### **A LAS FAMILIAS**

**Taboada Salgado y Rojas Taboada,** especialmente a la Sra. Matilde, por la motivación y el apoyo en la culminación de este trabajo.

### **A MIS TESISISTAS**

**A Edgar, Luciano, Marcela, Martha Alicia, Larisa y Griselda** por confiar en mi, por su apoyo y la amistad que me han demostrado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. José López García, Investigador del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, por su valiosa dirección, asesoría y acertadas sugerencias para la realización de la presente investigación. Y por su apoyo en momentos difíciles.

Al Honorable Jurado, Dra. Norma Eugenia García Calderón, Dr. David Flores Román, Dr. José López García, M en C. Rafael Monroy Martínez, Dra. Teresa de Jesús Reyna Trujillo, Dr. Gilberto Hernández Silva, Dr. Jorge Enrique Gama Castro, por su tiempo empleado en la revisión y por valiosas sugerencias realizadas al trabajo y manuscrito final.

Agradezco al M. en C. Gerardo Avila García, su apoyo y el otorgamiento de becas para los estudios posgrado y la culminación de la presente Investigación.

Doy gracias por su amistad brindada y por sus consejos y recomendaciones a la Dra. Teresa Reyna Trujillo, y por alentarme hacia una superación constante.

Agradezco en todo lo que vale, su amistad y la confianza al M en C. Rafael Monroy Martínez, además de su apoyo constante para culminar esta investigación.

De manera muy especial, agradezco a mi Padre el Sr. Federico Oliver Gutiérrez, quién me acompañó en los recorridos de campo y me ayudo excavación de los perfiles, muchas gracias.

Agradezco a mis compañeras del Laboratorio de Edafoclimatología, del Centro de Investigaciones Biológicas, UAEM, Biols. Marisela Taboada Salgado, Andrea Elizabeth Granjeno Colín y María Eugenia Bahena Galindo por su apoyo en la realización de este estudio.

Al pueblo de Morelos y de manera particular a los pobladores del municipio de Tlaquiltenango, esperando que el presente trabajo, sirva para otros estudios que coadyuven en la conservación, aprovechamiento y manejo de sus recursos naturales de su territorio.

A todas las personas y amigos que de una ú otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.



## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
ÍNDICE	<i>i</i>
ÍNDICE DE GRÁFICAS, CUADROS Y MAPAS	<i>iii</i>
RESUMEN	<i>iv</i>
I. MARCO INTRODUCTORIO	1
II. OBJETIVOS	3
III. MARCO HISTÓRICO	4
1. Historia	4
2. Importancia	6
3. El Sistema FAO/UNESCO	8
4. Clasificación de la URSS	9
5. Clasificación Francesa	11
6. Taxonomía de Suelos de USDA	11
IV. MARCO GEOGRÁFICO	14
1. Localización del área de Estudio	14
2. Extensión y división política	14
3. Climatología	14
3. 1. Temperatura	17
3. 1. 1. Temperatura media anual	17
3. 1. 2. Oscilación anual de la temperatura	17
3. 1. 3. Marcha anual de la temperatura	17
3. 1. 4. Temperatura máxima promedio	18
3. 1. 5. Temperatura mínima promedio	18
3. 1. 6. Constante térmica	18
3. 1. 7. Insolación anual	19
3. 2. Precipitación	19
3. 2. 1. Cantidad de precipitación y régimen de lluvia	20
3. 2. 2. Probabilidad de lluvia	21
3. 3. Sequía intraestival	21
3. 4. Clima Sistema de Köppen	22
3. 5. Clima Segundo Sistema de Thornthwaite	22
3. 6. Balance de agua en el suelo	24
3. 6. 1. Evaporación	24
3. 7. Índices de aridez	28
3. 8. Régimen de humedad en el suelo	28
3. 9. Capacidad de campo	29
4. Hidrología	29
5. Geología	30
6. Geomorfología	33
7. Vegetación	35

8.	Uso actual del suelo	37
V.	MARCO PRÁCTICO Y ANÁLISIS DE LABORATORIO	43
	1. Trabajo de gabinete	43
	2. Análisis físicos	43
	3. Análisis químicos	43
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
	1. Unidades de Mapeo	45
	2. Descripción de las Unidades de Mapeo	47
	2. 1. Unidad de Mapeo Chimalacatlán	47
	2. 1. 1. Descripción del perfil 11	49
	2. 1. 2. Descripción del perfil 18	50
	2. 1. 3. Génesis de la Unidad de Mapeo Chimalacatlán	51
	2. 2. Unidad de Mapeo Santa María	52
	2. 2. 1. Descripción del perfil 1	53
	2. 2. 2. Génesis de la unidad de Mapeo Santa María	54
	2. 3. Unidad de Mapeo Mezquitera	55
	2. 3. 1. Descripción del perfil 6	56
	2. 3. 2. Descripción del perfil 10	56
	2. 3. 3. Descripción del perfil 20	58
	2. 3. 4. Descripción del perfil 21	59
	2. 3. 5. Génesis de la unidad de Mapeo Mezquitera	60
	2. 4. Unidad de Mapeo Huautla	61
	2. 4. 1. Descripción del perfil 16	62
	2. 4. 2. Descripción del perfil 17	63
	2. 4. 3. Génesis de la unidad de Mapeo Huautla	65
	2. 5. Unidad de Mapeo Coaxintlán	66
	2. 5. 1. Descripción del perfil 7	67
	2. 5. 2. Descripción del perfil 26	68
	2. 5. 3. Génesis de la unidad de Mapeo Coaxintlán	69
	2. 6. Unidad de Mapeo Vázquez	69
	2. 6. 1. Descripción del perfil 19	70
	2. 6. 2. Descripción del perfil 30	71
	2. 6. 3. Génesis de la unidad de Mapeo Vázquez	72
	2. 7. Unidad de Mapeo Tlaquiltenango	73
	2. 7. 1. Descripción del perfil 2	74
	2. 7. 2. Descripción del perfil 28	75
	2. 7. 3. Descripción del perfil 29	77
	2. 7. 4. Génesis de la unidad de Mapeo Tlaquiltenango	78
	3. Clasificación de los suelos	79
	4. Importancia de las Unidades de Mapeo	80
	5. El uso actual del suelo de las Unidades de Mapeo	81
VII.	CONCLUSIONES	82
VIII.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	83
	ANEXO	90

## INDICE DE FIGURAS, CUADROS Y MAPAS

	pág.
Cuadro 1. Ubicación de las estaciones climatológicas	14
Cuadro 2. Temperatura Media	17
Cuadro 3. Temperaturas máximas y mínimas promedio	18
Cuadro 4. Valores de constante térmica	19
Cuadro 5. Precipitación	20
Cuadro 6. Probabilidad de lluvia para el municipio de Tlaquiltenango	21
Cuadro 7. Valores de sequía relativa	22
Cuadro 8. Pozos de usos públicos urbanos	29
Cuadro 9. Pozos de uso agrícola	30
Cuadro 10. Unidades de suelos en el municipio de Tlaquiltenango	46
Cuadro 11. Órdenes de suelos en la Unidad de Mapeo Chimalacatlán	49
Cuadro 12. Órdenes de suelos en la Unidad de Mapeo Santa María	53
Cuadro 13. Órdenes de suelos en la Unidad de Mapeo Mezquitera	55
Cuadro 14. Órdenes de suelos en la Unidad de Mapeo Huautla	62
Cuadro 15. Órdenes de suelos en la Unidad de Mapeo Coaxintlán	66
Cuadro 16. Órdenes de suelos en la Unidad de Mapeo Vázquez	70
Cuadro 17. Órdenes de suelos en la Unidad de Mapeo Tlaquiltenango	74
Cuadro 18. Clasificación de los suelos <i>Soil Taxonomy</i> (USDA, 1994)	79
Gráfica 1. Climograma de la estación Huautla	25
Gráfica 2. Climograma de la estación San Pablo Hidalgo	26
Gráfica 3. Climograma de la estación Xicatlacotla	27
Gráfica 4. Uso actual del suelo en el municipio de Tlaquiltenango	37
Gráfica 5. Cultivos sembrados en 1990 en el mpio. de Tlaquiltenango	39
Gráfica 6. Cultivos sembrados en 1991 en el mpio. de Tlaquiltenango	39
Gráfica 7. Cultivos sembrados en 1992 en el mpio. de Tlaquiltenango	40
Gráfica 8. Cultivos sembrados en 1993 en el mpio. de Tlaquiltenango	40
Gráfica 9. Cultivos sembrados en 1994 en el mpio. de Tlaquiltenango	41
Gráfica 10. Cultivos sembrados en 1995 en el mpio. de Tlaquiltenango	41
Mapa 1. Localización del área de estudio	15
Mapa 2. Carta topográfica	16
Mapa 3. Carta climática	23
Mapa 4. Carta geológica	34
Mapa 5. Carta de Uso Actual de Suelo	38
Mapa 6. Unidades edáficas	48

## **RESUMEN**

El suelo es un recurso natural y fundamental para la producción primaria de cualquier país, por lo que su manejo y conservación dependen del conocimiento y aplicación racional, de sus propiedades, lo que garantiza su sostenibilidad.

Los sistemas modernos de clasificación de suelos se basan en el estudio edafogenético porque este constituye el producto definitivo del efecto de todos los factores y procesos de formación del suelo.

En este trabajo se plantea cumplir los siguientes objetivos: Clasificar los suelos del municipio de Tlaquiltenango, Morelos, para lo cual se toman como referencia la Soil Taxonomy y su equivalencia en el sistema FAO/UNESCO, así como representar los suelos cartográficamente en unidades de mapeo.

La metodología utilizada para alcanzar los objetivos planteados, se basó en el análisis fisiográfico con el fin de determinar las unidades de mapeo; la interpretación de fotos aéreas, escala 1:20 000 y la cartografía básica; todo lo cual permitió elaborar la cartografía de suelos del área en estudio. Además se realizaron reconocimientos y trabajo de campo para la descripción de perfiles de suelos y toma de muestras, para su posterior análisis físico y químico.

Los resultados permitieron establecer en el municipio de Tlaquiltenango, Morelos, siete asociaciones de suelos representadas en cuatro órdenes, según la taxonomía de suelos del USDA, y se estableció la correlación con el sistema FAO/UNESCO. Los órdenes son: Molisol, Vertisol, Alfisol y Entisol y su equivalencia esta representada por Feozems y Leptosoles; Vertisoles; Luvisoles, Fluvisoles, Regosoles y Litosoles, respectivamente.

La diversidad de suelos está en función de la litología, el relieve y el clima, lo que da como resultado unidades de mapeo con diferentes potencialidades y vocaciones de uso, de acuerdo con las necesidades de la región.

Una vez conocidas las unidades de mapeo de suelos, se concluye que, es posible establecer los usos más adecuados; además se ofrece cartografía de las asociaciones de suelos presentes en el municipio de Tlaquiltenango, lo que constituye una herramienta útil en el proceso de planeación de las actividades agropecuarias y forestales. El aporte de todos estos elementos facilita encontrar la vocación natural de los suelos, y evita los cambios de uso que originan su degradación.

## **I. MARCO INTRODUCTORIO**

Conocer la ubicación, características y potencialidad de los recursos naturales, resulta esencial, tanto para elaborar propuestas como para obtener éxito en el manejo ordenado y eficiente de los suelos, con el objeto de que un área determinada tenga un desarrollo sostenido.

Los suelos son los recursos naturales básicos para la producción primaria de toda comunidad pequeña, o de una de gran superficie. La utilización correcta del recurso edáfico depende de cómo se aplique el conocimiento de sus propiedades, así como de su extensión y localización. Además, su importancia es intrínseca porque constituye el sustrato donde crecen las plantas que el ser humano requiere para su subsistencia alimenticia; también produce fibras para sus vestiduras y maderas para sus construcciones.

Su diversidad es tanta como paisajes existen en el mundo, de ahí que, es necesario clasificarlos con un arreglo sistemático y ordenado basado en sus diferencias y similitudes; y elaborar su cartografía regional orientada hacia un uso sostenible y eficiente, con el fin de lograr un desarrollo regional de las comunidades que dependen directamente del recurso natural edáfico.

Históricamente, los primeros sistemas de clasificación de suelos fueron simples y prácticos, empero, al aumentar la tecnificación de la agricultura e incrementarse la diversidad y complejidad de los usos, su clasificación se ha hecho más sistemática y científica (Buol, *et al.* 1986).

La clasificación de los suelos sobre bases puramente edafológicas conforman el agrupamiento fundamental, científico o natural de los mismos. Esta clasificación se basa en la concepción de los suelos como cuerpos naturales independientes, tridimensionales y dinámicos que ocupan posiciones de la superficie terrestre, con características físicas, químicas y biológicas propias, como resultado de la acción

combinada de los factores de formación: clima, vegetación, material madre, topografía y tiempo (Mudarra, 1988). Estos se reconocen universalmente como los factores básicos de la formación de los suelos (Mejía, 1980). Los sistemas modernos de clasificación de suelos, se basan en el estudio edafogenético, porque éste constituye el producto definitivo y refleja el efecto de todos los factores y procesos de su formación.

Los factores de formación se consideran como procesos (adiciones, transformaciones, translocaciones y pérdidas), son numerosos y al actuar de manera individual ó colectiva son responsables de la composición, morfología, y grado de "horizontalización" del perfil de los suelos; así como de las características de cada una de las capas que integran el perfil de los diferentes tipos de suelos (Simonson, 1959; Mejía, *op cit.*).

Actualmente, los levantamientos modernos de suelos con aplicación práctica, señalan la ubicación de las diferentes clases de suelo, uso actual y, además, recomiendan los cultivos de mayor aptitud en cada caso. La dinámica con que varían los rasgos físicos, químicos y biológicos, obliga a establecer clasificaciones que permitan ajustarse a las aptitudes y optimización, para así lograr las metas de productividad.

Los suelos se clasifican en categorías que indican diferentes niveles -de lo más general a lo particular- y son los siguientes: Orden, Suborden, Gran Grupo, Subgrupo, Familia y Serie; estas últimas son importantes porque dan a conocer las diferencias locales y valorar la productividad del suelo (Tamhane, *et al*, 1986).

## **II. OBJETIVOS**

1. Clasificar los suelos del municipio de Tlaquiltenango, Morelos, tomando como referencia la *Soil Taxonomy* (1994) y su equivalencia en el sistema FAO/UNESCO (1989).
2. Elaborar la cartografía de las unidades de mapeo de suelos del municipio de Tlaquiltenango.



### **III. MARCO HISTÓRICO**

#### **1. Historia**

Las primeras clasificaciones sistemáticas de suelos se hicieron en China, hace alrededor de 40 siglos. Durante el reinado de Yao (2357-2261 a. C.), los suelos fueron ordenados en nueve clases, aparentemente sobre la base de su productividad (Ortiz, 1987).

Agroecológicamente, las primeras clasificaciones de suelos fueron elaboradas con base en los rasgos de la roca madre y se dividieron en geólogo-petrográficas, químicas, físicas y geológicas. Sin embargo, estas clasificaciones no lograron explicar el suelo como un cuerpo natural (Bollo, 1982).

Fallau (1862), clasificó los suelos, tomando como base su origen geológico y la composición litológica de lo que se denomina actualmente material original y formó así dos clases: suelos aluviales y residuales.

Dokuchaiev (1876) citado por Bollo (1982), creó las bases científicas para el estudio genético de los suelos, definiéndolos como cuerpos naturales independientes, cuyas propiedades son consecuencia de su evolución y desarrollo; los distinguió de otros cuerpos naturales, explicó el proceso de formación y determinó las leyes principales de su distribución geográfica, planteando así la primera clasificación geográfico-genética. Por su parte Sibirtsev en 1901, estableció el concepto de zonas de suelo y lo relacionó con el clima y la vegetación que, es un concepto en la actualidad básico en otras clasificaciones de suelos (Buol, *et al.* 1986.).

Richthofen (1886) desarrolló un sistema de clasificación de suelos, con bases geológicas y una nomenclatura de suelos denominándolos residuales y acumulados.

Los primeros estudios para la clasificación de los suelos de Estados Unidos fueron hechos por Hilgard (1911) y Coffey (1912), ambos consideran al suelo como un cuerpo

natural independiente de formación biogeológica que difiere netamente de la roca subyacente, aunque está estrechamente relacionado con ella (Aguilera, 1990). Además, Coffey consideró a los suelos como cuerpos naturales independientes que deberían clasificarse por sus propiedades y cuyas diferencias se debían a las condiciones climáticas asociadas con la vegetación. Propuso cinco grandes grupos de suelos: a) árido, b) pradera de color oscuro, c) forestal de color claro, d) pantanoso negro y e) orgánico. Sus conceptos y proposiciones no se aceptaron en general, pero sus ideas sirvieron para la clasificación de suelos de Norteamérica.

Marbut (1922) creó la primera clasificación norteamericana, que introdujo el concepto de series y unidades taxonómicas superiores, con criterio genético, mientras que en las unidades taxonómicas inferiores, utilizó criterios morfológicos. El mismo autor (1922, 1927) introdujo en su clasificación los factores climáticos y la vegetación para la formación de suelos y desarrolló ideas sobre la clasificación en etapas sucesivas en su obra *Atlas of American Agriculture*, publicada en 1935.

Mill (1925) analizó la organización, la similitud, las propiedades y las relaciones entre las diferentes clases de suelos como bases lógicas y principios de clasificación. Asimismo, hizo notar que en la clasificación natural se deben tomar en consideración todas las características y separar las diversas clases.

En su obra publicada en 1931, Glinka presentó al mundo occidental los nuevos conceptos rusos sobre los suelos y su clasificación, y los principales tipos de suelo con los nombres de: *Chernozems, Podzol y Solonetz* e hizo hincapié en la geografía de los suelos, su formación y los procesos de intemperización.

Baldwin, Kellogg y Thorp (1938), emplearon el concepto de zonalidad, y reconocieron tres clases: zonales, intrazonales y azonales, recalcando la tridimensionalidad de los suelos como cuerpos (Buol, *et al*, 1986). Además, estos autores dieron nombres a las categorías propuestas por Marbut, utilizando para los niveles superiores las denominaciones de Orden, Suborden, Gran Grupo y Familia y para las unidades

inferiores para cartografía de suelos en el campo se proponen las denominaciones de Serie, Tipo y Fase (Aguilera, 1990).

En 1949, Thorp, Smith y Riecken, Smith, iniciaron el periodo moderno de la clasificación. Agregaron nuevos grandes grupos de suelos, revisaron y refinaron las definiciones. Thorp y Smith modificaron las clasificaciones realizadas por Marbut en 1922. Su clasificación consta de seis unidades taxonómicas que son los Órdenes, Subórdenes y Grandes Grupos que constituyen las unidades superiores y la Familia, Serie y Tipo de suelo que forman las unidades inferiores; con ello se logra tener una clasificación más avanzada con una doble aproximación, una parte para su uso en técnicas agrícolas y una cartografía que ofrecen la solución de problemas concretos dirigida con preferencia a los agricultores y ganaderos (Aguilera *op cit.*).

En 1960, se publicó la *Séptima Aproximación* (Soil Survey Staff) que constituyó el desarrollo completo sobre los niveles de las series de suelos. A partir de esta fecha se han publicado algunos suplementos y varias revisiones posteriores (1964 y 1967) (Buol, *et al.* *op cit.*).

## **2. Importancia**

Los autores Ortiz-Villanueva y Ortiz-Solorio (1987), indican que para estudiar provechosamente un agrupamiento lógico de cualquier conjunto de materiales heterogéneos o de individuos, es necesario utilizar un sistema conocido como clasificación.

Cline en 1949 menciona que en el arreglo de las propiedades que particularizan una clase sistemáticamente se dan grados de semejanza, por lo cual se forma un sistema jerárquico en las clasificaciones. Los sistemas de clasificación de suelos son herramientas útiles para obtener un marco científico en el que es posible:

- Organizar sistemáticamente los conocimientos de la génesis, clasificación y uso del suelo.
- Diferenciar las características de los suelos y facilitar la comparación entre ellos.
- Explicar las relaciones entre los suelos y su ambiente natural.
- Facilitar la transferencia del conocimiento de los suelos.

El mismo autor agrega que en el caso de los sistemas de clasificación de suelos, la clase es la unidad taxonómica fundamental, ya que integra un grupo de individuos (clases individuales) o también un grupo de clases (categorías) por su similitud a partir de un conjunto de propiedades previamente seleccionadas.

Es común que los perfiles de suelos no presenten límites claros y precisos en forma natural, sino que siempre se dan por definición de las clases en las que se agrupan a definiciones supuestas; esto es más claro en la medida en que se pretenda que individuos de una clase tengan mayor intensidad con las semejantes (Cline, *op cit.*).

Cuanalo (1972), menciona que algunos autores han intentado por medio de diversas técnicas, encontrar los perfiles modales de suelos, alrededor de los cuales se agrupen otros individuos, formando así las clases naturales de suelos, según el concepto expuesto por Cline.

Cline, (citado por Smith en 1965) hace énfasis en que el propósito de cualquier clasificación es el de organizar el conocimiento, de manera que las propiedades de los objetos puedan ser recordadas y entendidas fácilmente por las relaciones mutuas, dadas con un fin específico. Este proceso incluye la formación de clases a través del agrupamiento basado en sus propiedades comunes. El sistema de clasificación más útil es aquel que se hace en grupos donde es posible hacer el mayor número de afirmaciones, así como las más exactas e importantes desde el punto de vista del objetivo.

FitzPatrick 1984, menciona que, no obstante su importancia, la nomenclatura y clasificación de horizontes, dista de estar perfeccionada. A la fecha resulta más una actividad empírica basada en la experiencia que un verdadero método analítico con principios científicos definidos.

Buol *et al.*, en su obra ya citada, agrega que los primeros sistemas de clasificación de suelos fueron muy sencillos y prácticos; sin embargo, al aumentar el refinamiento de la agricultura y los conocimientos sobre los suelos como conjunto de cuerpos naturales independientes al incrementarse también la diversidad y la complejidad de los usos, su clasificación se ha hecho científica, importante y organizada. Aguilera (1990), por su parte afirma que la *Soil Taxonomy* tiene ventajas por el empleo de criterios precisos; los horizontes de diagnóstico se expresan con claridad y pueden ser medidos, las características se expresan cualitativa y cuantitativamente (cualidades difíciles de encontrar en otras clasificaciones).

Aunque muchos países han desarrollado sus propios sistemas de clasificación de suelos, los principales por la importancia de su área de influencia son los siguientes:

### **3. El sistema FAO/UNESCO**

López 1991, comenta en su trabajo de tesis que el sistema de clasificación FAO-UNESCO no es estrictamente un sistema taxonómico, sino más bien, una recuperación de nombres de los principales suelos de diferentes partes del mundo, que sirve como leyenda para el Mapa Mundial de Suelos, elaborado por la FAO/UNESCO.

Bramao 1968, y Dudal 1969, (citados por Aguilera en 1990), afirman que se establecieron dos categorías (Unidades y Subunidades), aproximadamente equivalentes a los grandes grupos de suelo del sistema de clasificación de Estados Unidos y al tipo de suelo de la clasificación de la hoy ex URSS. Las subunidades de

suelo se han establecido por estado de transición de una unidad a otra, o por la presencia de horizontes especiales.

Las nomenclaturas para los horizontes de diagnóstico se tomaron de los nombres de las clasificaciones clásicas de suelos, como son: Fluvisol, Chernozems, Andosoles, Xerosol, Arenosol, Gleysol, Castañozems, Greyzems, Yermosol, Planosol, Solonchaks, Phaeozems, Rendzina, Regosol, Luvisol, Solonetz, Cambisol, Litosol, Podzoluvisol, Vertisol, Ferralsol, Histosol, Ranker, Acrisol, Nitosol y Podzol.

#### **4. Clasificación de la URSS**

Este sistema hizo suyos los conceptos de Dokuchaiev (1883) y que fueron retomados por Sibirtsev y Glinka. Tiene un fuerte énfasis genético, resalta las propiedades y procesos de formación del solum con relación a los factores de formación. El estudio de los perfiles de suelos con respecto a su clasificación tiene tres componentes principales en el análisis utilizado por la mayoría de los edafólogos actuales de la ex URSS: las propiedades de los suelos, los procesos edafogénéticos o de formación de los suelos, y los agentes o los factores de formación del mismo (Rozov e Ivanova, 1968).

Prasolov (1931), define al tipo de suelo como la “unidad de origen, transformación de sustancias, migración y acumulación, o sea, generalizaciones de muchos suelos reales que tienen un origen común y procesos edafogénéticos similares” (Buol, *et al.* 1986).

La definición y el diagnóstico de los tipos de suelo en la clasificación soviética, se basan en la morfología del perfil, la composición química y mineralógica, la composición de la materia orgánica, las fases líquida y gaseosa del suelo, las propiedades fisicoquímicas, la humedad y los regímenes de humedad de los terrenos (Rozov e Ivanova, *op cit.*)

Hasta 1986, en la ex-Unión Soviética la edafología manifestaba dos vertientes principales: clasificación de suelos que se ocupa de los niveles categóricos de los tipos

de suelo, las categorías superiores, y sobre todo, la génesis a escala amplia y la sistemática de suelos, cuyo interés se centra en la taxonomía de los suelos en los niveles más bajos que los del tipo de suelos y que se ocupa primordialmente de los problemas cartográficos. Además toma como base los esquemas publicados por Gerasimov, Zavalishin e Ivanova (1939), con modificaciones (Gerasimov, 1968; Kovda, Rozanob y Samoylova, 1969; Kowalinski, 1966; Liverosky, 1969; Rozov e Ivanova, 1968) (Buol, *et al.* 1986.; Aguilera, 1990).

Este sistema tiene las siguientes unidades: Clases (definidas por el clima o la vegetación); Subclases (asociadas a los tipos de drenaje); Tipo (indica las manifestaciones definidas de los grandes procesos de formación); Subtipo (se distingue por diferencias cualitativas de la temperatura); Géneros (se definen con base en la roca madre); y Especie (indica el grado de desarrollo de un proceso importante). Los rasgos característicos del tipo genético de suelo, se determinan por:

- Características biofísicoquímicas de la materia orgánica y sus formas de distribución
- Uniformidad en los procesos de destrucción de la masa mineral, en la síntesis de los nuevos minerales y en el tipo de complejos órgano-minerales originados
- Movilización semejante de los constituyentes del suelo
- Similitud en la estructura del perfil del suelo
- Manejo de los suelos semejantes para el uso y aplicación de los fertilizantes y abonos

La nomenclatura de los suelos en esta clasificación utiliza nombres regionales, que se establecen como un idioma común para la comprensión de su genética (Aguilera, *op cit.*).

## **5. Clasificación Francesa**

Este sistema que se usa en Francia y en muchas partes de Europa, está basado en el sistema de Aubert (1965). Los criterios son genéticos y plantea cuatro categorías o unidades taxonómicas: Clase, Subclase, Grupo y Subgrupo. Los principios en que se funda pueden resumirse en:

- El grado de evolución del perfil (de menos a más evolucionado), perfiles con horizontes: AC, A(B)C, ABC. La (B) indica un horizonte B de color claro, sin acumulación de arcilla.
- Se consideran las características de todo el perfil, con énfasis en las alteraciones del tipo de humus, el “complejo de absorción”, la estructura y la humedad.
- Las propiedades debidas a condiciones hidromórficas son consideradas y ordenadas en las categorías de altos niveles de abstracción (clases).
- El grado de lixiviación (traslocación física de partículas de arcilla) es considerado para la diferenciación de las clases en las categorías inferiores (Aubert, 1968, citado por Buol, *et al.* y Aguilera).

Actualmente ORSTOM, maneja la clasificación francesa fundada en los principales elementos edafológicos propuestos por Aubert (1965 y 1968), la cual contiene diez clases, a saber: suelos esqueléticos poco intemperizados, suelos de desarrollo pobre y mínimo, suelos calcomagnesimórficos, vertisoles y paravertisoles, suelos isohúmicos, suelos mull, podzoles y suelos podzólicos, suelos de sesquióxidos con materia orgánica mineralizada rápidamente, suelos halimórficos y suelos hidromórficos.

## **6. Taxonomía de suelos de USDA**

Los primeros estudios de clasificación de suelos de los Estados Unidos fueron hechos por Coffey (1912) y Marbut (1922), este último desarrolló una clasificación a partir de



las “series”, y empleó las características: número de horizontes, color de los horizontes superficiales, textura, estructura, disposición relativa, composición química, espesor de los horizontes, naturaleza geológica del material de origen. Además, usó dos términos, Pedocal y Pedalfer, con lo cual dividía geográficamente al país en dos zonas, una occidental y otra oriental (Aguilera, 1990).

Posteriormente, Baldwin, Kellogg y Thorp (1938) dieron nombre a las categorías propuestas por Marbut, utilizando para los niveles superiores las denominaciones de Orden, Suborden, Gran Grupo y Familia; las unidades inferiores para cartografía de suelos en el campo se proponen como Serie Tipo y Fase, donde se incluyen características como: disposición y propiedades de los horizontes, textura del horizonte superficial, pendiente, pedregosidad y erosión.

Thorp y Smith elaboraron en 1949 una clasificación avanzada con una doble aproximación; para uso con técnicas agrícolas y cartografía que ofrecía soluciones a problemas concretos de agricultores y ganaderos. Por otra parte, la clasificación de la *Séptima Aproximación* se propuso en 1960 y en 1975 (después de modificarla), se elaboró el documento *Soil Taxonomy*, donde se indicaron 23 horizontes de diagnóstico utilizando las características de color, profundidad, porcentaje de materia orgánica y grado de saturación (Aguilera, *op cit*).

El *Soil Taxonomy*, se constituye por 11 órdenes, y su nomenclatura se basa en términos derivados de raíces griegas y latinas; estos nombres consisten en tres o cuatro sílabas y cada nombre termina con el sufijo “sol” (suelo) y sus denominaciones son los siguientes: Alfisols, Andisols; Aridisols, Entisols, Histosols, Inceptisols, Molisols, Oxisols, Spodosols, Ultisols y Vertisols (United States Department of Agriculture, 1994; citado por Ortiz *et al.*, 1995).

Los horizontes superiores de diagnóstico son denominados Epipedones que de acuerdo a sus características, son los siguientes: Antrópico, Hístico, Melánico, Ocrico, Plaggen y Umbrico. Los horizontes de diagnóstico subsuperficiales están ubicados en

los horizontes A y B, de acuerdo a sus características son: Agrico, Albico, Argílico, Cálxico, Duripán, Fragipán, Glósico, Kándico, Nátrico, Petrocálxico, Plácico, Sállico, Sómbrico, Espódico y Sulfúrico.

## IV. MARCO GEOGRÁFICO

### 1. Localización del área de Estudio

El área de estudio es el municipio de Tlaquiltenango, que se encuentra ubicado a los 18° 37" de latitud norte y 99° 09" de longitud oeste, localizado geográficamente al sur centro del estado de Morelos, limita al norte con el municipio Tlaltizapán, al noroeste con Ciudad Ayala; al este con Tepalcingo; al sureste con el estado de Puebla (municipio de Jolalpan); al suroeste con el estado de Guerrero (municipio de Huitzucos); y al oeste con los municipios de Jojutla, Zacatepec y Puente de Ixtla (Secretaría de Gobernación, 1990, INEGI, 1981; Guerrero, 1993) (Mapa 1).

### 2. Extensión y división política

Es el municipio más extenso del estado de Morelos con una superficie de 58,177.8 km<sup>2</sup>, ocupa el 11.7 % de la superficie estatal. Su altitud oscila entre 800 y 1500 msnm. Políticamente está dividido en 29 localidades, las más importantes son: la cabecera municipal, Ajuchitlán, Huixtla, Coaxitlán, Chimalacatlán, Los Elotes, La Era, Huautla, Lorenzo Vázquez, La Mezquitera, Nexpa, Quilamula, San José Pala, San Pablo Hidalgo, Valle de Vázquez y Xicatlacotla (Secretaría de Gobernación, 1981; INEGI, 1990) (Mapa 2).

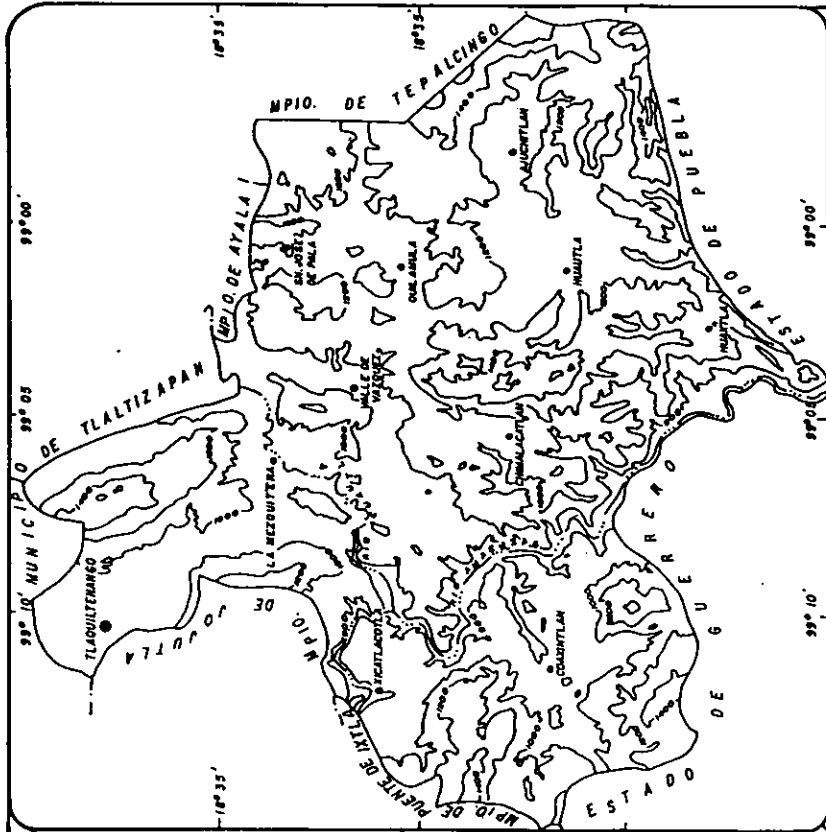
### 3. Climatología

Con objeto de establecer las características climáticas del municipio de Tlaquiltenango se cuantificaron los datos disponibles de las estaciones climatológicas ubicadas en la zona, a saber:

**Cuadro 1. Ubicación de las estaciones climatológicas**

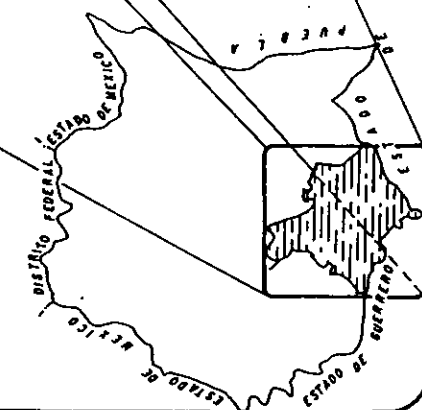
Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (msnm)	Periodo de análisis
Huautla	18°26'	99°01'	930	1927-1990
Sn Pablo Hidalgo	18°35'	99°02'	1060	1980-1991
Xicatlacotla	18°31'	99°11'	820	1964-1992

Fuente: Taboada, S. M. *et al.*, 1992 y 1993.



AREA DE ESTUDIO

LOCALIZACION



Forma: Regalio Oliver Guaderrama  
Dibujo: Jose Corona Vázquez  
Mapa No. 1

MUNICIPIO.  
TLAQUILTENANGO

CARTA  
TOPOGRAFICA

SIMBOLOGIA

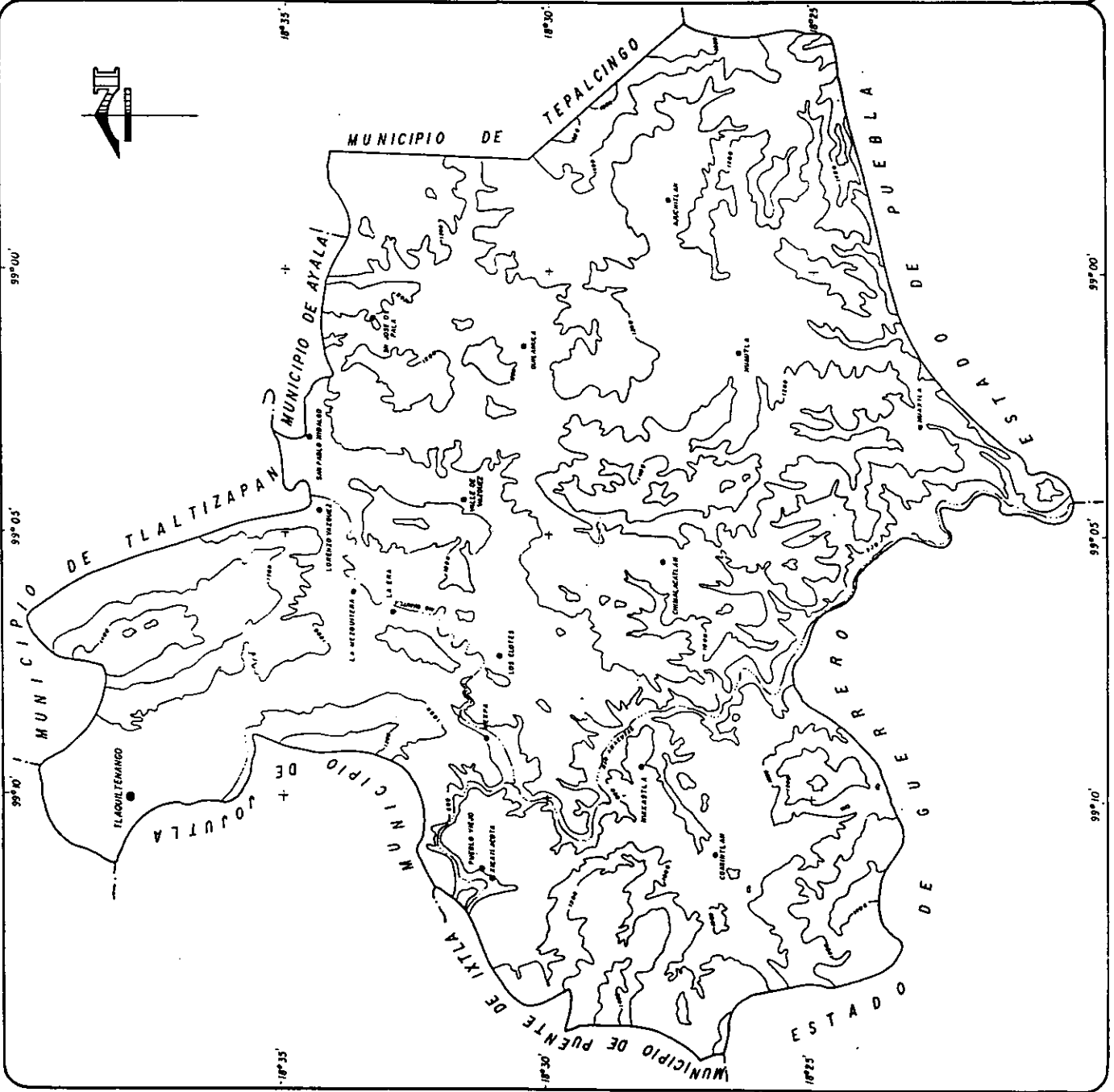
- CURVA DE NIVEL CADA 200 METROS
- CABECERA MUNICIPAL
- LOCALIDAD

FUENTE  
CARTAS CENTRAL NO. 2 000-2000, 2000-4000  
Escala 1:100,000



Forma: Regalio Oliver Guadarrama  
Diseño: Juan Corona Velázquez

MAPA No. 2



### 3. 1. Temperatura

A la temperatura se le ha considerado como la esencia del clima y es, tal vez, el elemento climático más estudiado y del que mejor se conocen sus relaciones con el desarrollo de las plantas. Consiste principalmente en una manifestación de la radiación: es el grado sensible de calor de un cuerpo. En el transcurso del año la temperatura varía y su oscilación es diferente según la latitud y la altitud. La variación del aire es uno de los principales fenómenos producidos por la radiación solar al incidir ésta en nuestra atmósfera.

Dentro del territorio estatal, en las áreas que tienen un relieve muy vigoroso, las curvas que unen puntos de igual temperatura reflejan la orografía existente.

#### 3. 1. 1. Temperatura media anual (Cuadro 2)

El municipio de Tlaquiltenango presenta una zona cálida, que ocupa el 60 % de la extensión territorial del estado registra entre 24 y 26°C de temperatura media anual, el mes más caliente se tiene en mayo (más de 25°C) y los más fríos diciembre y enero.

**Cuadro 2. Temperatura media (°C)**

Estaciones	Anual	Mes más frío		Mes más caliente		Oscilación térmica	Marcha anual de temperatura
Huautla	24.3	Enero	22.7	Mayo	25.5	2.8	ganges
San Pablo Hidalgo	24.4	Enero	20.5	Mayo	28.1	7.6	ganges
Xicatlacotla	25.2	Dic.	21.1	Mayo	29.1	8-0	ganges
Promedio	24.6	21.4		27.5		6.1	ganges

#### 3. 1. 2. Oscilación anual de la temperatura

La variación de la temperatura durante el año se mantiene entre 2.8 y 8°C, es decir, isotermal en Huautla y extremo en San Pablo Hidalgo y Xicatlacotla.

#### 3. 1. 3. Marcha anual de la temperatura

En toda la zona el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano (21 de junio) por lo que la marcha es de tipo ganges.

### 3. 1. 4. Temperatura máxima promedio (Cuadro 3)

El promedio de la temperatura máxima que se registra en el área es superior a 32°C. En abril las temperaturas máximas alcanzan valores superiores a 37°C. Las temperaturas máximas en diciembre y enero alcanzan valores de 31°C.

**Cuadro 3. Temperaturas máximas y mínimas promedio (°C)**

Estaciones	Prom.	Temperaturas máximas				Temperaturas mínimas				
		TM		Tm		Prom	TM		Tm	
Huautla	32.4	Mayo	34.4	Dic.	31.0	16.7	Jun.	19.0	Ene.	13.5
San Pablo Hidalgo	33.6	Abril	37.7	Enero	31.7	12.4	Jun.	16.5	Ene.	7.6
Xicatlacotla	33.6	Abril	37.8	Enero	31.7	16.4	Mayo	20.7	Ene.	10.5

### 3. 1. 5. Temperatura mínima promedio (Cuadro 3)

La temperatura mínima promedio registrada en la región es del orden de 12°C en el norte del municipio, y de 16°C en el resto. El promedio de temperatura mínima en enero es entre 7.6 y 13.5°C. En tanto que, las temperaturas mínimas en los meses veraniegos aumentan paulatinamente hasta alcanzar 20.7°C en la región.

### 3. 1. 6. Constante térmica (Cuadro 4)

La constante térmica es la cantidad de calor que se acumula de febrero a octubre, en regiones donde la temperatura mensual permanece por arriba de los 20° (caso específico de la zona en estudio), ésta determina en los vegetales etapas fenológicas como la floración y fructificación, por lo que es importante cuantificarla.

En las localidades de Huautla, San Pablo Hidalgo y Xicatlacotla se reciben anualmente entre 3187 y 3532 grados calor.

Consecuentemente, si las temperaturas medias más elevadas se presentaron en abril y mayo, estos fueron los meses que registraron mayor cantidad de grados calor, en tanto que en febrero es donde se registraron los valores más bajos.

**Cuadro 4. Valores de Constante Térmica (grados calor)**

<b>Estaciones</b>	<b>Anuales</b>	<b>Mes con mayor acumulación</b>	<b>Mes con menor acumulación</b>
Huautla	3532.9	Abril 415.5	Febrero 346.3
San Pablo Hidalgo	3293.6	Mayo 436.5	Febrero 270.9
Xicatlacotla	3187.8	Mayo 514.8	Febrero 330.0

### **3. 1. 7. Insolación anual**

Como ocurre con la mayor parte de los fenómenos terrestres, los atmosféricos se realizan gracias a la transformación de la energía solar. La insolación en determinado punto de la superficie terrestre es el número de horas de sol brillante recibido en el mismo. La duración de la insolación en un lugar y fecha determinados y en ausencia de nubes, es igual a la duración del día en la misma fecha, por lo que, a su vez, depende de la latitud del lugar y de la inclinación de los rayos solares.

Por su ubicación geográfica, pendiente y posición del sol durante el año, entre otras, el municipio de Tlaquiltenango es uno de los que mayor cantidad de radiación solar recibe. De acuerdo a lo reportado por Pérez-Villegas (1989) es, en promedio, de 2400 horas.

### **3. 2. Precipitación**

La cantidad de precipitación en un lugar determinado depende del vapor de agua que la atmósfera contenga, de la época del año, así como también de la topografía del terreno (presencia de barreras naturales) que permitirá o no por medio de los vientos la libre transportación de la humedad (Vidal, 1980).

Convencionalmente, la cantidad de lluvia que cae sobre un lugar determinado de la superficie de la tierra se mide por el almacenamiento producido suponiendo que el suelo es lo suficientemente impermeable y plano para impedir que el agua corra o se infiltre. El espesor acumulado es medido en milímetros y expresa la cantidad de agua caída en un periodo preciso, que puede ser día, mes o año (Taboada, 1995).



### 3. 2. 1. Cantidad de precipitación y régimen de lluvia (Cuadro 5)

Por su posición geográfica y su particular topografía, la zona en estudio es afectada por sistemas de circulación atmosférica que definen claramente dos épocas: la húmeda (mayo a noviembre inclusive) y la seca (diciembre a abril, principalmente), lo que determina un régimen pluviométrico de verano.

Durante la época húmeda, los vientos alisios del hemisferio norte pasan por el Golfo de México donde recogen humedad, que depositan posteriormente en forma de lluvias abundantes. Los valores más altos de precipitación total anual se registran en las estribaciones elevadas de la Sierra Madre del Sur, esto es, en los límites con el estado de Guerrero donde se reciben precipitaciones anuales superiores a 885 mm; en tanto que en el resto de municipio de Tlaquiltenango se reciben entre 800 y 784 mm. Los meses más lluviosos son junio, y septiembre, con aproximadamente 190.4, 192.6 y 199.2 mm de precipitación, en San Pablo Hidalgo, Xicatlacotla y Huautla respectivamente.

En invierno los alisios se debilitan, se hacen descendentes y secos, por lo que en la época fría del año deja de llover, aunque ocasionalmente se recibe una invasión de "nortes" que, por haber adquirido suficiente profundidad, pueden tramontar barreras montañosas y producir alguna precipitación de tipo frontal en la zona. De tal manera que, el mes de diciembre resultó ser el más seco en toda esta área, al recibir en promedio 1.4 mm de precipitación. Aun así, la lluvia que se concentra en los meses invernales (diciembre a marzo) es menor al 2% de la total anual.

**Cuadro 5. Precipitación (mm)**

<b>Estaciones</b>	<b>Prec. Total Anual</b>	<b>Mes más seco y precipitación</b>		<b>Mes más húmedo y precipitación</b>		<b>% de lluvia invernal</b>
Huautla	885.6	Dic.	0.8	Sep.	199.2	1.9
San Pablo Hidalgo	784.4	Dic.	2.3	Jun.	192.6	0.56
Xicatlacotla	800.8	Dic.	1.4	Jun.	190.4	1.4

### 3. 2. 2. Probabilidad de lluvia (Cuadro 6)

Este valor permite conocer, expresado en porcentaje, la probabilidad de recibir una cantidad determinada de lluvia por mes o por año. Para la zona en estudio las probabilidades de recibir más de 800 mm al año son de 48%, en tanto que para tener cantidades mensuales reales de lluvia entre 2 y 16 mm en la época seca se tienen probabilidades bajas (24 a 28%) de ser recibidas; en los meses lluviosos, para recibir las cantidades asignadas, la probabilidad es mayor al 40%.

**Cuadro 6. Probabilidad de lluvia (%)**

Mes	Precipitación calculada (mm)	Probabilidad de lluvia
Enero	8	24
Febrero	2	28
Marzo	4	24
Abril	4	28
Mayo	64	40
Junio	175	44
Julio	150	44
Agosto	175	44
Septiembre	150	44
Octubre	64	40
Noviembre	16	28
Diciembre	4	28
<b>Anual</b>	<b>800</b>	<b>48</b>

Fuente: García, *et al.* 1975.

Es también interesante para la región, el considerar que el número de días al año con precipitación apreciable (mayor de 0.1 mm) oscila entre 100 a 120 días, en tanto que, el número de días con precipitación inapreciable, también al año, está entre 20 y 40 días. La precipitación máxima en 24 horas que se ha registrado en el área, siempre ha sido menor a los 100 mm.

### 3. 3. Sequía intraestival (Cuadro 7)

Durante julio y agosto suele presentarse una ligera disminución de la lluvia que se conoce como sequía de medio verano, sequía relativa o "canícula" y provoca serios problemas en la agricultura de temporal; por lo general ésta es abatida por la presencia de ciclones tropicales. Los valores de sequía relativa calculados para el área,

corresponden a periodos de 1927 a 1992; en la zona, los meses en que se presentó esta sequía fueron julio y agosto. En las tres localidades se registraron valores mayores de 15% en Huautla, San Pablo Hidalgo y Xicatlacotla, por la posición geográfica que tiene y las actividades productivas que en ellas se realizan, el impacto en la producción agrícola puede representar graves pérdidas para la agricultura de temporal (Taboada, *et al.* 1993).

**Cuadro 7. Valores de sequía relativa**

<b>Estación</b>	<b>Sequía Relativa (%)</b>	<b>Mes en que se presenta</b>
Huautla	15.12	Julio
San Pablo Hidalgo	15.77	Agosto
Xicatlacotla	15.78	Julio

### **3. 4. Clima Sistema de Köppen**

Al integrar los datos de temperatura y precipitación disponibles y de acuerdo con el sistema de Köppen modificado por García (1964) y aplicado por Taboada (1981), la zona presenta clima  $Aw_0(w)i/eg$ , cálido subhúmedo, con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos, con presencia de sequía relativa o “canícula”, porcentaje de lluvia invernal menor de cinco, isotermal y/o extremoso, con marcha de temperatura tipo ganges (Mapa 3).

### **3. 5. Clima Segundo Sistema de Thornthwaite**

Este sistema utiliza los siguientes índices: de calor mensual y anual, de humedad, de aridez y pluvial (Jiménez, 1992). Los parámetros necesarios para el cálculo del clima según este sistema son: precipitación, temperatura y duración media de la iluminación solar, y se expresan generalmente en valores medios mensuales así el clima calculado para esta región es semiseco cálido, con pequeña o nula demasía de agua.

MUNICIPIO  
TLAQUILTENANGO

CARTA  
CLIMATICA

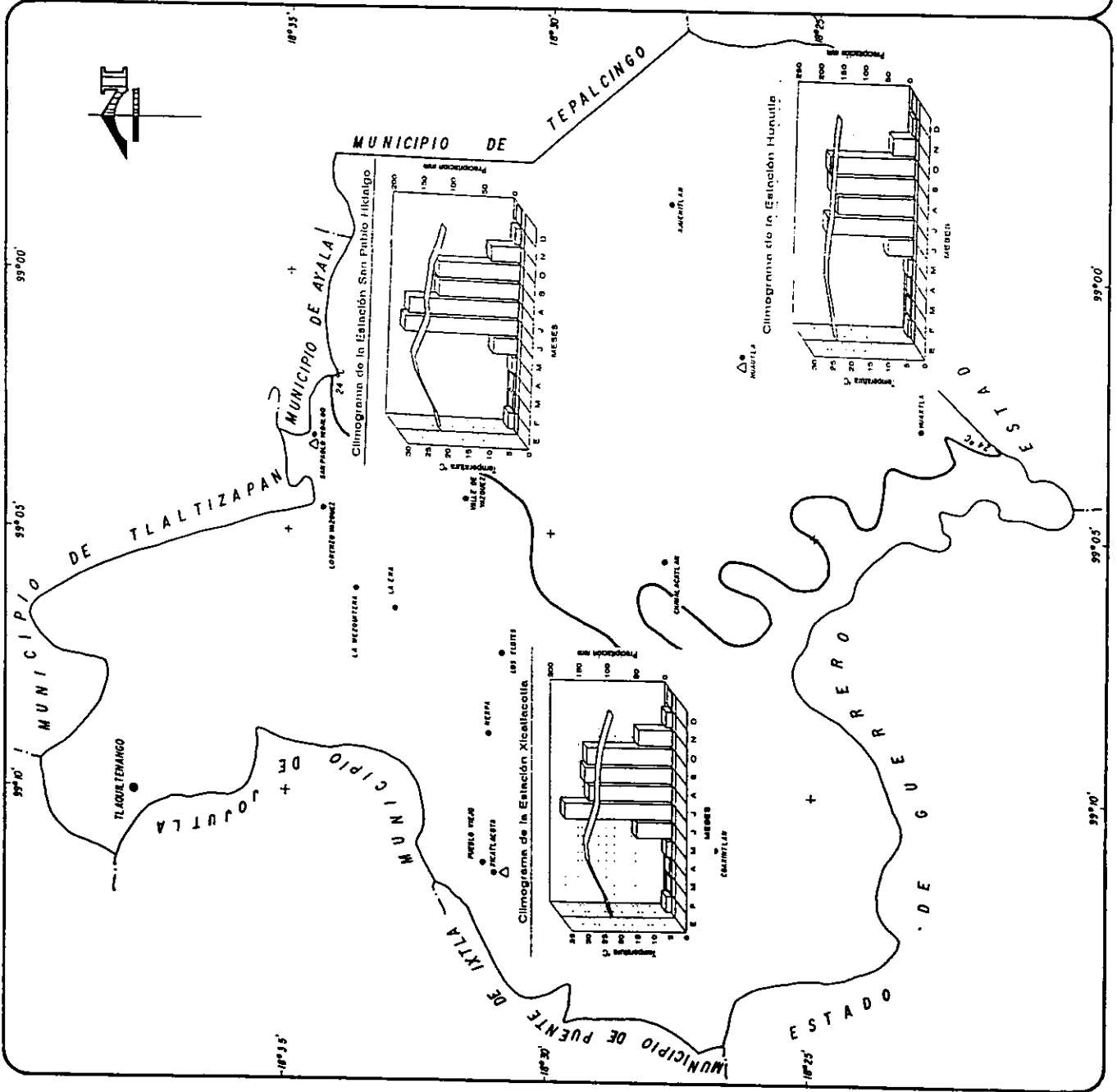
SIMBOLOGIA

- ISOTERMA 24 °C
- CABECERA MUNICIPAL
- LOCALIDAD
- △ ESTACION CLIMATOLOGICA

PARTE  
INFORMACION TEMPERATURA: GRADOS DE  
TEMPERATURA, PRECIPITACIONES Y SEMES  
INDICATIVAS.



Ferme Regilio Olivieri Godarione  
Dibujó: Juan Carlos Velazquez



### **3. 6. Balance de agua en el suelo**

El suelo tiene un comportamiento climático diferente al clima atmosférico y no resulta fácil encontrar datos por la dificultad de realizar mediciones en el suelo; o bien, por la carencia de equipo adecuado (Fitzpatrick, citado por Meza, 1988). En los estudios de génesis de suelos es de suma importancia poder reconocer la influencia del drenaje climático: “un factor ecológico general que da indicaciones medias y que permite precisar la tendencia evolutiva de los suelos en una zona determinada” (Duchaufour citado por Meza, *op cit.*).

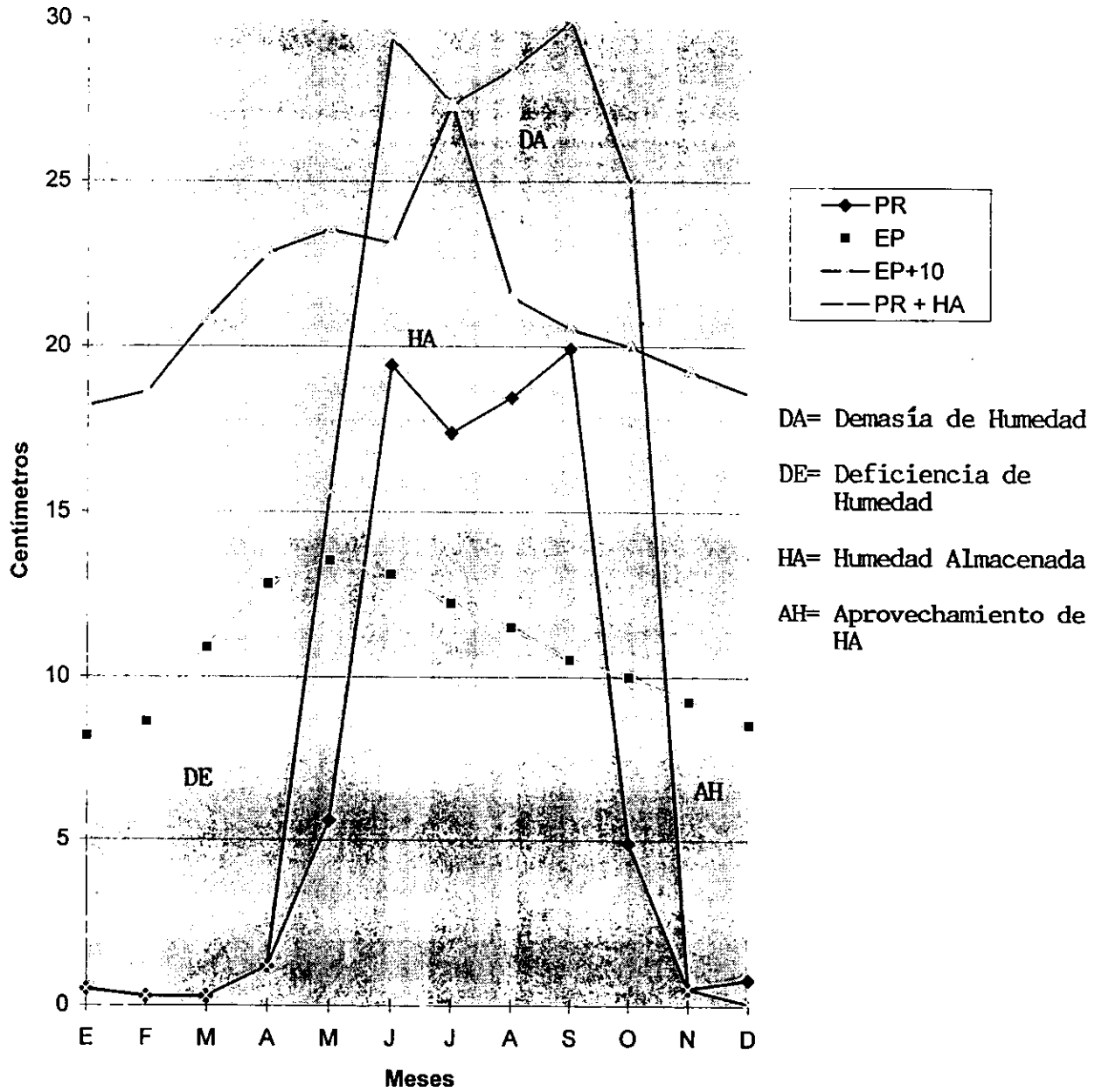
En la presente investigación se procedió a calcular dicho drenaje con los datos atmosféricos, y se utilizó el segundo método propuesto por Thornthwaite para caracterizar climas. En el área de estudio la época de humedad coincide con la temporada de lluvia mayo-noviembre, el aprovechamiento de esta humedad es en noviembre-diciembre y enero-abril es la temporada que tiene deficiencias de humedad por la falta de precipitación y alta evapotranspiración (Gráficas 1, 2, 3).

#### **3. 6. 1. Evaporación**

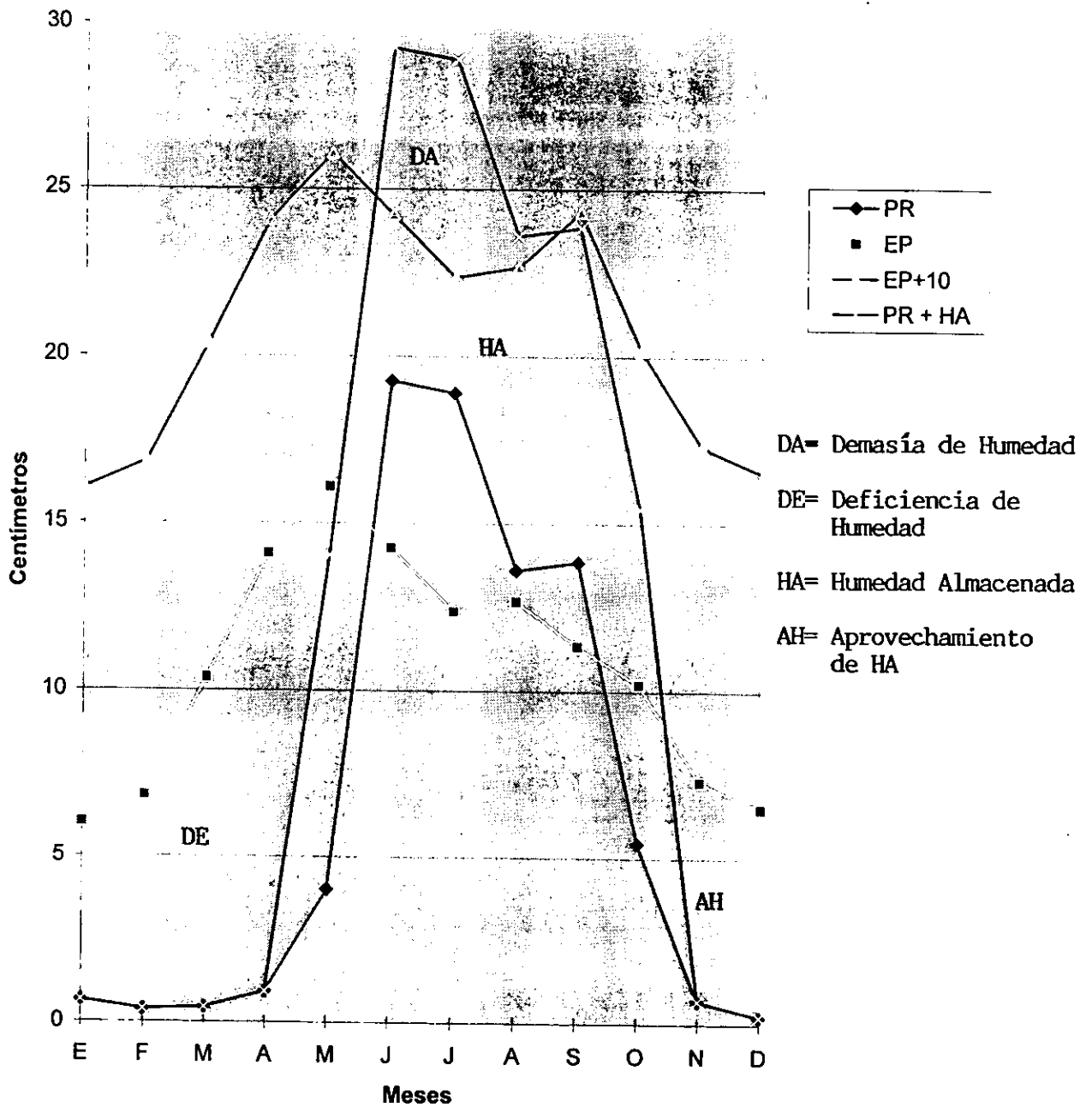
Derivada del calentamiento que los rayos solares producen sobre la superficie de la tierra se presenta otro fenómeno importante: la evaporación. Esta se presenta en las superficies líquidas (mares, lagos, ríos, etc.) y en los suelos húmedos a cualquier temperatura. El fenómeno consiste en la conversión del vapor de agua, mientras la atmósfera no esté saturada a la temperatura ambiente o el viento no produzca movimientos, dando oportunidad a que se presente una masa de aire con un grado de humedad menor, lo cual mantiene activo el proceso. Para llevar a cabo este fenómeno, el agua toma calor de su alrededor y es por eso, que la evaporación siempre va acompañada de enfriamiento de la superficie líquida o del suelo.

Los volúmenes evaporados son función de las superficies capaces de producir vapor; por ello, aunque potencialmente la evaporación puede realizarse en cualquier parte, es el elemento agua el factor indispensable para que se lleve a cabo.

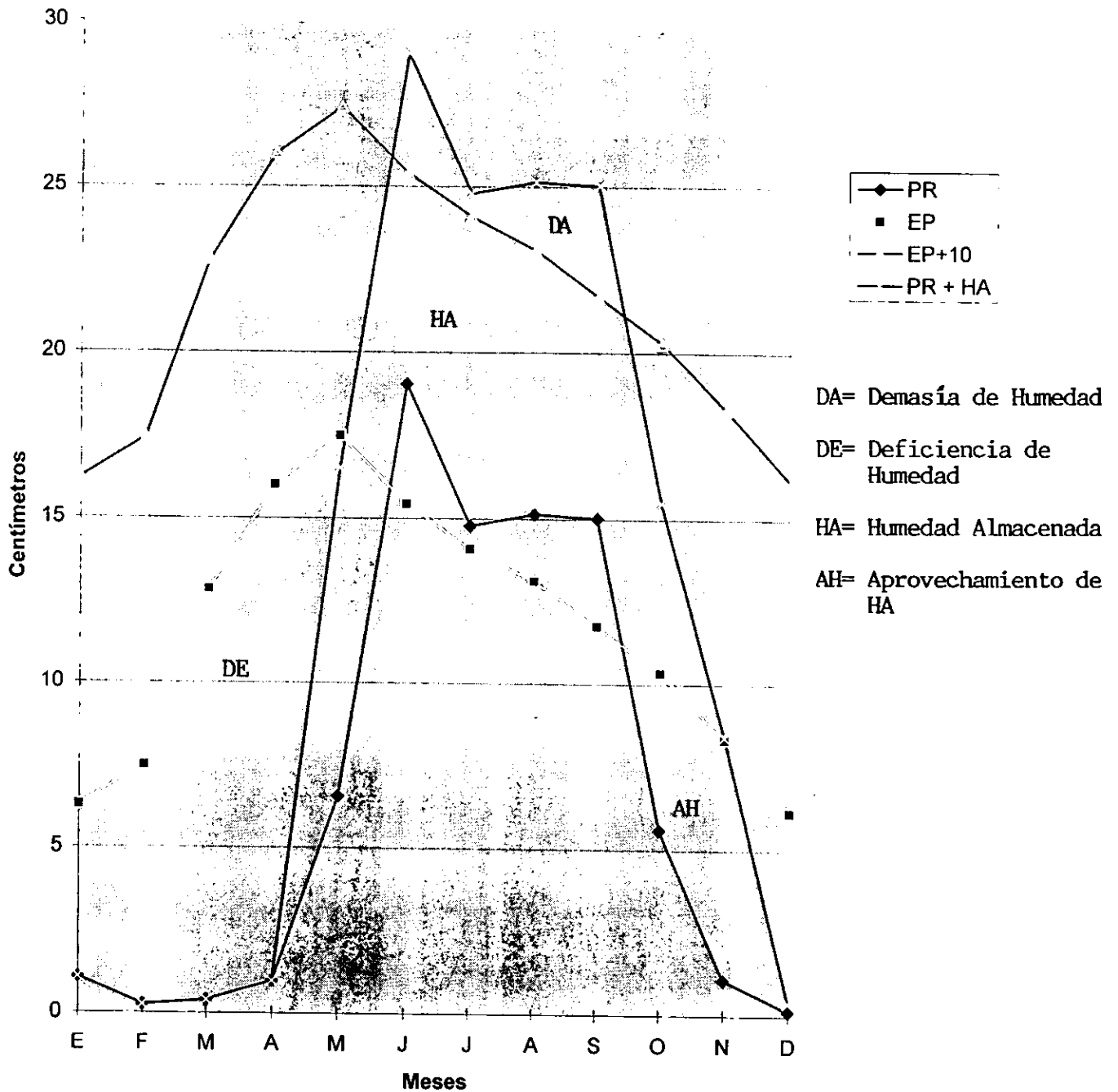
**Gráfica 1. Climograma de la estación Huautla, municipio de Tlaquiltenango, Mor.**



**Gráfica 2. Climograma de la estación San Pablo Hidalgo, municipio de Tlaquiltenango, Mor.**



**Gráfica 3. Climograma de la estación Xicatlacotla, municipio de Tlaquiltenango, Mor.**





La evapotranspiración real media anual para el municipio de Tlaquiltenango según Turc (1976) -reportado por Maderey (1991)- es de 800 mm, de tal manera que la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración real es de 100, son 1800 mm los que se evaporan anualmente en esta área.

### **3. 7. Índices de aridez**

La propuesta de diversos autores para la utilización de Índices de Aridez permite, de acuerdo con la designación de cada uno de ellos, establecer las condiciones de humedad en una área.

En este sentido, y según Davidson citado por Hernández (1989), el área de estudio puede designarse como una zona subhúmeda, por presentar un valor de 0.5 a 0.75 respecto a su índice P/E (precipitación total anual/evaporación total anual). Consideración relativamente semejante propone Lang con su índice P/T (precipitación total anual/temperatura media anual), como una zona subhúmeda intermedia en aquellos sitios en los que el índice registre valores entre 43.2 y 55 y de acuerdo al índice pluvial de Thornthwaite (función de: demasía, deficiencia de agua y evapotranspiración anual), el área se considera subhúmeda, con un índice de 0.20.

### **3. 8. Régimen de humedad en el suelo**

El régimen de humedad que presenta el municipio de Tlaquiltenango es ústico se caracteriza por presentar una humedad limitada que está presente, cuando existen condiciones favorables para el crecimiento de las plantas.

En regiones de climas subhúmedos o semiáridos, las estaciones lluviosas son usualmente la primavera y el verano, o la primavera o el verano, pero nunca el invierno. Las plantas nativas son anuales en su mayoría o tienen un periodo de dormancia mientras el suelo esta seco (Soil Survey Staff, 1994).

### 3. 9. Capacidad de campo

La capacidad de campo es el agua retenida por el suelo después que han actuado las fuerzas de gravedad (tensión de 0.3 atmósferas). La mayor parte de los cultivos requiere de esta cantidad de agua para germinar y crecer. La capacidad de campo varía según las características del suelo y la humedad que prevalezca localmente (Maples-Vermeersch, 1992).

En el área de estudio, el número de meses al año en los que el suelo permanece a capacidad de campo es de 3 a 5 meses, que son: junio, julio, agosto, septiembre y octubre. La agricultura que prevalece en el municipio de Tlaquiltenango es de riego y de temporal (Morales, 1996).

### 4. Hidrología

Los recursos hidrológicos del municipio de Tlaquiltenango son los ríos: Amacuzac que lo atraviesa de oeste a sureste; el Cuautla, que lo cruza al norte y se une al río Amacuzac al oeste de Nexpa; el Yautepec lo atraviesa al noroeste para unirse en Jojutla al río Apatlaco; existen cauces intermitentes que descienden de la sierra en épocas de lluvias; los manantiales presentes son: el Rollo, Nexpa, Los Elotes, Valle de Vázquez y Las Huertas; además, está la presa Cruz Pintada. Asimismo, cuenta con 21 pozos para usos públicos urbanos y cinco para uso agrícola y extracción de agua (Cuadro 8 y 9).

**Cuadro 8. Pozos de usos públicos urbanos**

LOCALIDAD	Lt/seg	Lt/año
Ajuchitlan	3.0	47,304
Chimalacatlan	2.0	31,536
Coaxintlan	6.0	94,608
Huautla	7.0	110,376
Huaxtla	2.0	31,536
La Mezquitera	2.0	31,536
Lorenzo Vázquez	6.0	94,608
Los Elotes	3.0	47,304
Nexpa	4.0	63,072
Quilamula	3.0	47,304
Rancho Viejo	1.0	15,768
San José de Pala	3.0	47,304

continúa...		
Tlaquiltenango	95	1,497.960
Valle de Vázquez	7.0	110,376
Xantiopa	1.0	15,768
Xicatlacotla	2.0	31,536
Xicatlacotla P V.	2.0	31,536
Xochipala	1.0	15,768
Total	150.0	2,365.200

Fuente: (SRH, 1976; Secretaría de Gobernación, 1990, y CNA, 1995).

**Cuadro 9. Pozos de uso agrícola**

LOCALIDAD	Lt/seg	Lt/año
Estacas 8	120.0	1,036.800
Estacas 9	90.0	777,600
Estacas 10	100.0	864,000
Texcal Alto	40.0	414,720
Rancho la Ciénaga	30.0	180,000
Total	380.0	3,273.120

Fuente: CNA, 1995.

## 5. Geología

Los materiales presentes en la zona son:

En la era Cenozoica, en el periodo del Pleistoceno reciente se conformaron las lavas basálticas, conos cineríticos y depósitos volcanoclásticos de composición dacítica, riodacítica y basáltica; aluvión, incluye cenizas volcánicas, travertino y margas lacustres cubiertas. El periodo del Plioceno esta conformado de clásticos continentales y depósitos lacustres con algunos horizontes evaporíticos.

En el periodo Mioceno el material es volcanoclástico, con algunos horizontes lávicos; composición andesítica, riodacítica y dacítica.

En el periodo Eoceno y Oligoceno se encuentran lavas y horizontes ignimbríticos, de composición riolítica y riodacítica; con depósitos continentales subaéreos y lacustres, horizontes y lentes de caliza, pedernal y yeso.

La era Mesozoica, en el periodo Cretácico, se conformó de sedimentos marinos, arenisca, lutita, en secuencias alternadas, con calizas gruesas o delgadas, fosilíferas en la base. Además, con dolomitas fosilíferas, anhidrita interestratificada, caliza delgada, con pedernal en la base (López, 1979).

Según Fries (1960) en el área de estudio están presentes seis formaciones:

- A) Formación Cuernavaca: conglomerados en abanico aluvial y cenizas volcánicas.
- B) Formación Mezcala: limonitas, areniscas, lutitas y conglomerados de grano fino, de origen marino interestratificado con capas de calizas delgadas.
- C) Formación Cuautla: caliza en capas gruesas y delgadas con o sin lentes y nódulos de pedernal.
- D) Formación Xochicalco: caliza en capas delgadas, con nódulos y capas de pedernal intercalados.
- E) Formación Morelos: caliza y dolomita con anhidrita.
- F) Formación Acuitlapa: limonitas y lutitas cálcneas filíticas.

Las rocas ígneas cuaternarias extrusivas, originadas a partir de materiales existentes en el interior de la corteza terrestre están sometidas a temperaturas y presiones muy elevadas -llamadas genéricamente magma- antes de su cristalización. Se depositan en la superficie terrestre al ser arrojadas a través de erupciones y derrames volcánicos que, al enfriarse y solidificarse, dan origen a este tipo de rocas, de ahí el nombre de volcánicas o ígneas.

Las rocas ígneas presentes en el área de estudio son:

**Riolita.** roca ígnea efusiva, ácida, de color claro, la matriz generalmente es vítrea, con poca frecuencia criptocristalina y consiste principalmente en vidrios, cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa. En el relieve origina derrames de lava, domos volcánicos y acumulación de cenizas.

**Basalto.** roca ígnea efusiva de composición básica y color oscuro, consistente principalmente en plagioclasas básicas, augita y con frecuencia olivino; generalmente es una roca compacta y porosa. Presenta estructuras de derrame.

**Andesita.** roca ígnea efusiva de composición intermedia, color oscuro, compuesta de cristales de plagioclasa intermedios, minerales máficos y frecuentemente vidrio volcánico. Junto con el basalto forma las masas principales de rocas efusivas en las regiones de volcanismo joven y actual.

**Toba.** grupo de rocas formado de materiales arrojados por las erupciones volcánicas, tales como ceniza, arena y lapilli, posteriormente compactados y cementados. Pueden ser basálticas, andesíticas o riolíticas.

También están presentes, las rocas sedimentarias que pueden ser consolidadas o no consolidadas, y de acuerdo con su composición y proceso de formación se clasifican en clásticas, orgánicas y químicas.

Las rocas sedimentarias existentes en el área de estudio son:

**Caliza.** roca sedimentaria, compuestas en gran parte por el mineral calcita  $\text{CaCO}_3$ , formada ya sea por procesos orgánicos o inorgánicos, raras veces de aragonita. La mayoría de las calizas tienen contextura clástica. Con frecuencia contienen minerales de dolomita, partículas arcillosas y arenosas. Por su origen pueden ser orgánicas, inorgánicas, recristalizadas, dentríticas y de origen compuesto. Son rocas capaces de desarrollar Karst.

**Arenisca.** roca sedimentaria consistente en granos de arena cementados por material arcilloso, calcáreo, por sílice y otros.

**Conglomerado.** roca sedimentaria de material detrítico, consistente, esencialmente en guijarros cementados con una matriz de material más fino, limo; arena y grava, algunas veces redondeados.

**Lutita.** roca sedimentaria detrítica, de grano fino constituido por partículas del tamaño del limo y de la arcilla, de cuarzo, feldespato, calcita, dolomita y otros minerales.

**Yeso.** mineral suave común en las rocas sedimentarias, donde algunas veces, no todas, se presentan en capas gruesas interestratificadas con calizas y lutitas. otras veces ocurre como capa debajo de estratos de sal de roca, dado que es uno de los primeros minerales que cristaliza por la evaporación del agua de mar.

**Travertino.** una variedad de carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3$ , que forma estalactitas y estalagmitas y otros depósitos en las cavernas de caliza, o que forman incrustaciones alrededor de la salida de los manantiales calcáreos fríos y calientes. Se le llama también *tufa*.

**Aluvión.** son depósitos sedimentarios formados por corrientes fluviales en el cauce y llanura de inundaciones de los valles fluviales (Leet y Judson 1989) (Mapa 4).

## **6. Geomorfología.**
















El estudio geomorfológico implica, en esencia, la correlación entre hechos y fenómenos geográficos y geológicos. Comprende por un lado, el análisis espacial y por el otro, la evolución del relieve de la tierra. Es decir, la geomorfología estudia las formas del relieve en función del espacio y del tiempo (Palacio, 1983).

La región en estudio resulta de interés por su complejidad y juventud. En ella se reconocen los dos diferentes tipos de rocas: ígneas y sedimentarias. Se observa a primera vista que para cada tipo geológico hay una representación geomorfológica diferente, derivada de la relación de los procesos exógenos y endógenos. Estos últimos se manifiestan hasta nuestros días, como lo evidencia el vulcanismo y, como reacción, los procesos exógenos llevan a cabo su modelado con intensidades variables reconocidas en una disposición zonal (Palacio, *op cit.*).

MUNICIPIO  
TLAQUILTENANGO

CARTA  
GEOLOGICA

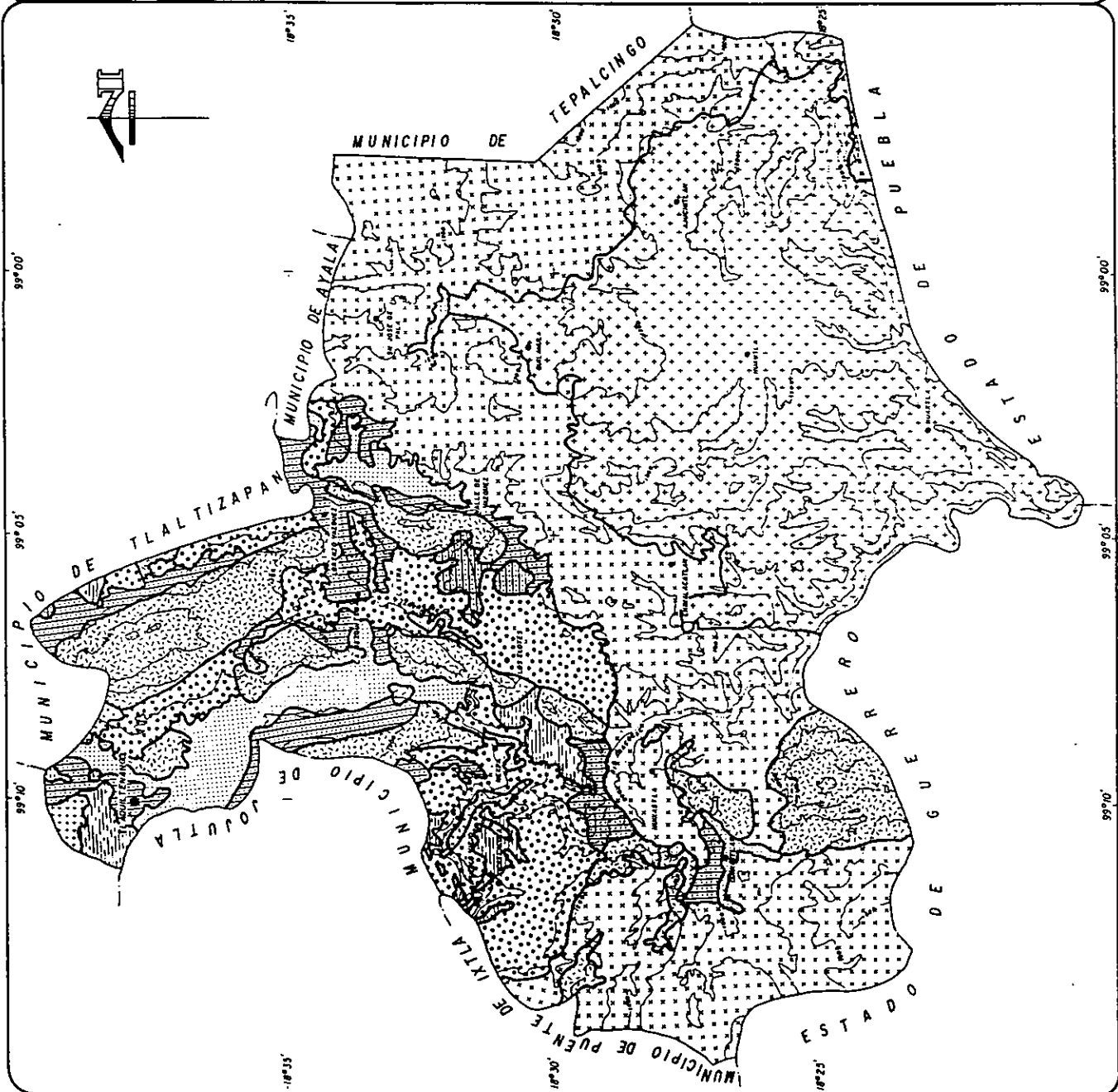
SIMBOLOGIA

-  RIOLITA
-  BASALTO
-  ANDESITA
-  TOBA
-  IGEA
-  CALIZA
-  ARENISCAS CONGLOMERADO
-  LUTITA Y ARENISCAS
-  TESO
-  TRAVERTINO
-  RESIDUAL
-  ALUVION
-  CABECERA MUNICIPAL
-  LOCALIDAD
-  CURVA DE NIVEL

FUENTE:  
SERVICIO GEOLOGICO DEL I. N. I. G. E. N. I. T. E. S. - I. N. I. T. E. S. - I. N. I. T. E. S.



Fuente: Regorio Ulises Godurrama  
Dibujo: Juan Corona Viquez



El proceso de aluviación pliocénico causó el enterramiento de gran parte de la topografía anterior y produjo grandes llanuras aluviales con inclinaciones de 3° a 5° hacia el sur en la zona septentrional, borrándose las líneas de desagüe anteriores y estableciéndose una red nueva de drenaje (Lugo, 1982).

En este municipio se localizan algunas elevaciones importantes tales como: Cerro de Santa María, Jojutla, del Guajalote, de Huautla, éste con una altura de 1,642 metros; el de Palo Verde, de Tierra Verde, de la Ciénega, El Limón y los limitantes con el estado de Puebla y municipio de Tepalcingo, conocidos con el nombre de Tetillas, Cerro Picacho, del Encierro, Temazcales y Cueva de San Martín. Las zonas accidentadas ocupan el 40% al centro y sur del municipio; las semiplanas el 38% del terreno, localizadas también al centro y sur del municipio; las zonas planas un 18% localizadas al noroeste y en pequeñas zonas dispersas del territorio (Secretaría de Gobernación, 1990, INEGI, 1981).

## **7. Vegetación**

Las regiones tropicales de México se consideran biológicamente de las más ricas del planeta; se ha estimado que la biota de estas zonas puede alcanzar cifras superiores a los 5 millones de especies, la mitad de las cuales son desconocidas. Entre los tipos de vegetación del trópico se encuentra la selva baja caducifolia que se caracteriza por su riqueza florística, la cual se distribuye desde la costa norte del Pacífico mexicano hasta el estado de Chiapas, prolongándose hacia Centroamérica. La selva baja caducifolia es el tipo de vegetación dominante en la Cuenca del Río Balsas, región natural a la cual pertenece el estado de Morelos (Dorado, 1994). Trejo y Hernández (1996), mencionan que la selva baja caducifolia se desarrolla en las áreas cálidas y semicálidas y es el tipo de vegetación tropical más ampliamente distribuido en México.

El municipio de Tlaquiltenango presenta el tipo de vegetación que caracteriza a la selva baja caducifolia, Miranda y Hernández X. (1963), señalan algunas características fisonómicas para esta comunidad: la altura media de los árboles es menor de 15



metros y posee abundantes bejucos. Cabe resaltar que esta selva contiene una alta diversidad florística (Dirzo, 1992) y un considerable número de endemismos, cerca del 60% de las especies que la constituyen sólo se encuentra en México (Rzedowski, 1991).

Pennington y Sarukhán (1968) consideran a esta comunidad, como el límite vegetacional de los tipos de vegetación de las zonas cálido húmedas de México, y agregan otras características como son: todas las especies pierden por espacio de 5 a 7 meses las hojas; esto provoca un contraste enorme en la fisonomía de la vegetación entre la época seca y la lluviosa; existe un elevado número de especies con exudado resinoso y hojas con flores fragantes, dominan las hojas compuestas con abundantes pubescencias, los troncos de los árboles son por lo general cortos, robustos, torcidos y ramificados cerca de la base. Muchas especies tienen corteza escamosa, papirácea o protuberancias espinosas o corchudas, las copas de los árboles poco densas y muy abiertas; las formas de vida suculentas son frecuentes, especialmente de los géneros: *Agave* sp., *Opuntia* sp., *Lemaireocereus* sp. y *Cephalocereus* sp.

Rzedowsky (1978), afirma que este tipo de comunidades es sinónimo del bosque tropical caducifolio, agregando algunas otras características: el diámetro de los troncos no sobrepasa los 50 cm; destaca principalmente la familia Leguminosae, por la cantidad de especies presentes y el número de individuos del estrato arbóreo. La explotación de este tipo de vegetación es local, principalmente para la construcción, las artesanías, la medicina y para leña.

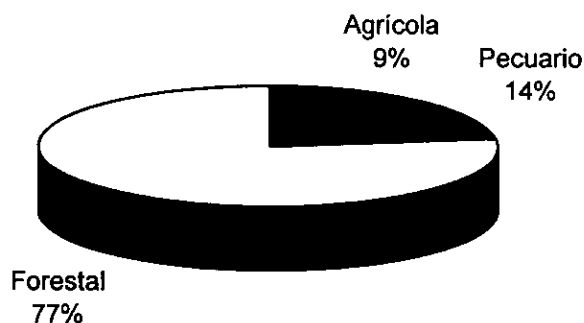
Trejo y Hernández (1996), agregan que las especies que conforman la selva baja caducifolia pertenecen a familias como: Leguminosae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Cactaceae, Malphigiaceae y Anacardiaceae entre otras, las cuales comparten la dominancia de estas comunidades. Otra de las características sobresalientes de esta vegetación es una marcada estacionalidad, que se relaciona íntimamente con la desigual distribución de la precipitación a lo largo del año. Al observarla en la

temporada de lluvia luce con un espléndido verdor, en contraste, durante la época seca pierde el follaje y su aspecto es triste y gris.

## 8. Uso actual del suelo

El municipio cuenta con una superficie aproximada de 581.77 km<sup>2</sup>, de los cuales en forma general se utilizan: 5,738 hectáreas para uso agrícola, 8,319 hectáreas para uso pecuario y 47,293 hectáreas para uso forestal, lo que representa el 9%, 14% y el 77% respectivamente (Mapa 5 y Gráfica 4).

Gráfica 4. Uso actual del suelo en el municipio de Tlaquiltenango, Mor.



Con respecto a los cultivos agrícolas que se sembraron, de acuerdo a su superficie, en 1990 y 1991 fueron: maíz, caña de azúcar, sorgo de grano, arroz y jícama; en 1992, los principales fueron la caña de azúcar, maíz, jícama, sorgo de grano y arroz; en 1993 fue similar, en 1994 los principales fueron maíz, caña de azúcar, sorgo de grano, arroz, jícama y okra; en 1995 fue similar al anterior; los cultivos mencionados son los más importantes por superficie sembrada, en ambas modalidades, de riego y temporal. Además se cultivan alrededor de 20 cultivos año con año (SARH, 1990, 1991, 1992, 1993) (SAGAR, 1994. 1995) (Gráficas 5, 6, 7, 8, 9, 10).

MUNICIPIO  
TLAQUILTENANGO

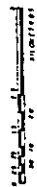
CARTA

USO ACTUAL DEL SUELO

SIMBOLOGIA

- FORESTAL
- PECUARIA
- AGRICULTURA DE RIEGO
- AGRICULTURA DE TEMPORAL
- CABECERA MUNICIPAL
- LOCALIDAD
- CURVA DE NIVEL

FUENTE  
CORPUS GEOGRÁFICO DEL INSTITUTO MEXICANO DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

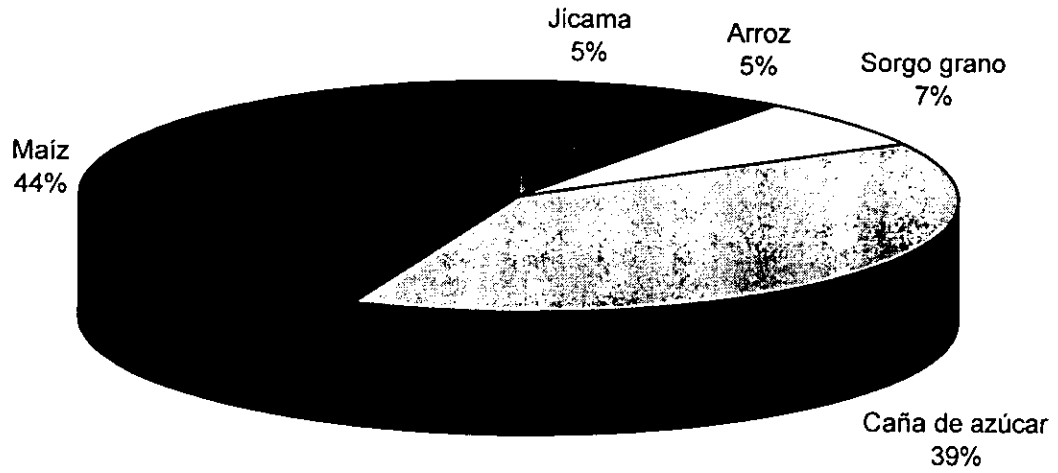


Forma Rogelio Olíver Godoyano  
Diseño: Juan Carlos Virent

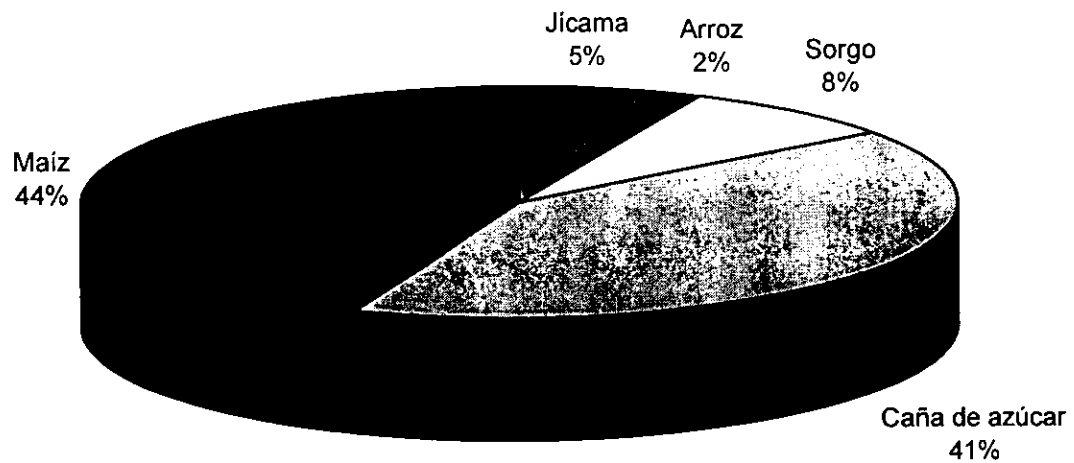
MAPA No. 5



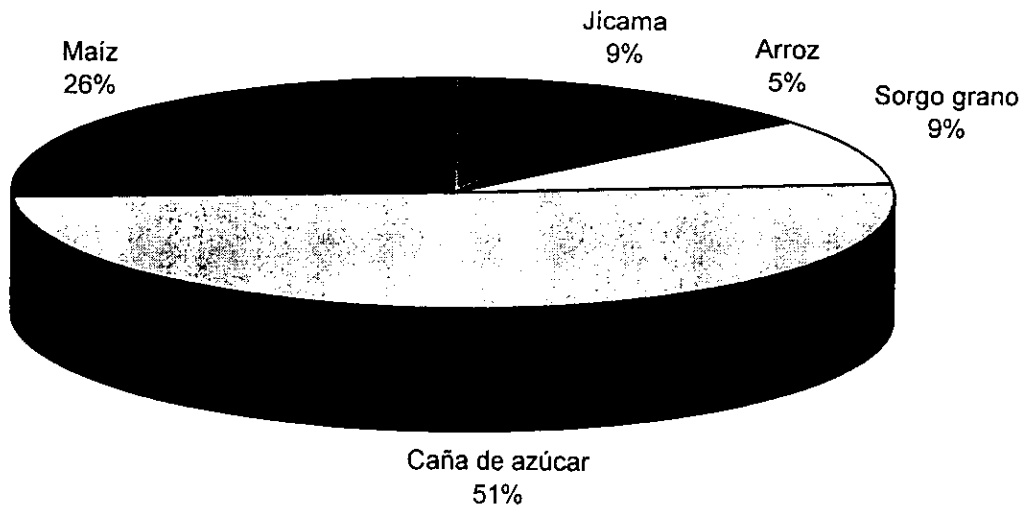
**Gráfica 5. Cultivos sembrados en 1990 en el municipio de Tlaquiltenango, Mor.**



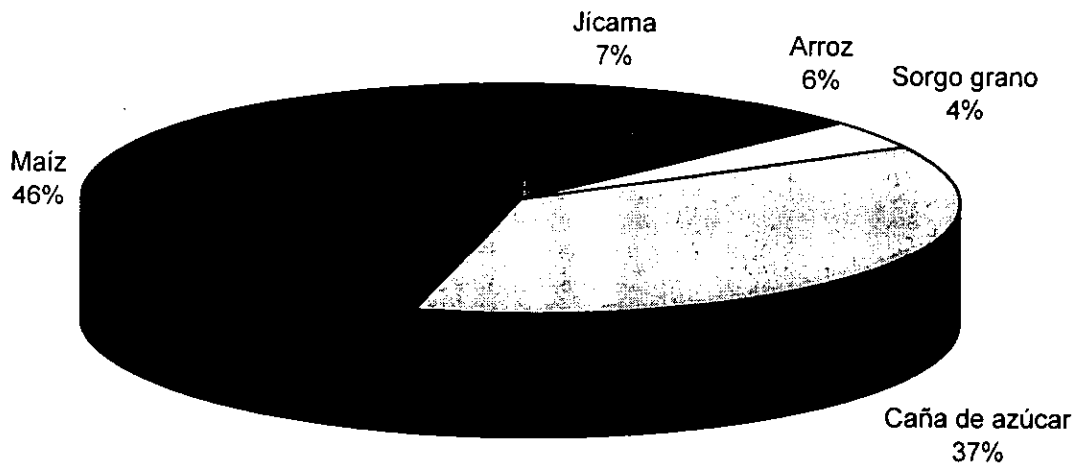
**Gráfica 6. Cultivos sembrados en 1991**



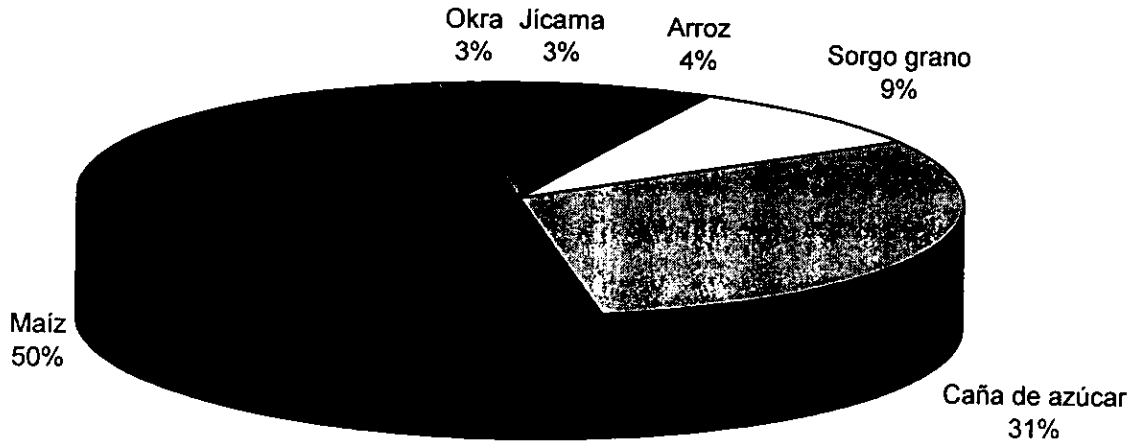
**Gráfica 7. Cultivos sembrados en 1992 en el municipio de Tlaquiltenango, Mor.**



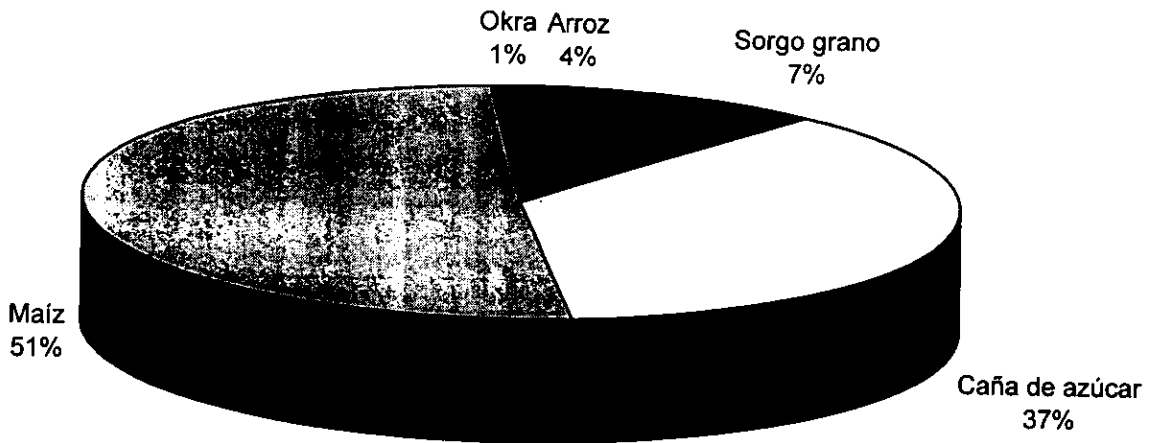
**Gráfica 8. Cultivos sembrados en 1993**



**Gráfica 9. Cultivos sembrados en 1994 en el municipio de Tlaquiltenango, Mor.**



**Gráfica 10. Cultivos sembrados en 1995**



El uso forestal está presente en la Sierra de Huautla con una extensión de 31 314.16 ha caracterizada por un alto grado de conservación de selva baja caducifolia, y es la única región con alta biodiversidad en el estado. Presenta áreas núcleo cuya actividad es la investigación y la conservación del germoplasma: en estas áreas se permite actuar a la naturaleza sin interferencia humana. La zona de amortiguamiento se encuentra rodeada de las áreas núcleo y tiene la finalidad de ser utilizada para la investigación, la educación y la recreación; las zonas de restauración son áreas fuertemente alteradas y no propicias para las actividades de producción agrícola o pecuaria y las zonas de uso estable o controladas son áreas en que pueden efectuarse de manera permanente las actividades agropecuarias, pero con una planeación y control adecuados (Arias y Dorado, 1994).

Con el objeto de optimizar las estrategias de conservación, en el área propuesta se determinaron zonas núcleo con una superficie de 8,529.020 ha que corresponde al 27.23 % de la superficie total. Las que se localizan en el municipio de Tlaquiltenango son Cañada Ajuchitlán (868.75 ha), Cerro Prieto (410.23 ha) y el Río Amacuzac (2,835.45 ha); zona de amortiguamiento con una superficie de 22,314.165 ha que corresponden al 72.76 % de la superficie total; zonas de restauración con una superficie de 2,980.96 ha que corresponde al 24.53 % y la zonas de uso estable con 902.67 ha que corresponde al 7.34 % de la superficie total.

En cuanto a la tenencia de la tierra, se puede dividir en: 51,303 ha. de propiedad ejidal y 1,334 ha. de propiedad particular (Secretaría de Gobernación 1990).

## **V. MARCO PRÁCTICO Y ANÁLISIS DE LABORATORIO**

### **1. Trabajo de gabinete**

Mediante el uso de las fotografías aéreas se realizó la fotointerpretación (escala 1:20,000) y la edición 1:50 000 y con base en la cartografía con escala 1:50 000 de las cartas geológica, edafológica y uso actual del suelo (CETENAL, 1973), se elaboró la cartografía del área de estudio con apoyo de las características geológicas, climáticas, hidrológicas y geomorfológicas. Se definieron las unidades de mapeo de suelos, se excavaron los perfiles, y se tomaron sus características para la descripción de campo es decir, se siguió en gran parte la metodología propuesta por Cuanalo (1990).

Se consideran en este trabajo los perfiles elaborados por CETENAL (1980) y los puntos de verificación dentro del área de estudio, señalados en la carta edafológica escala 1:50 000.

### **2. Análisis físicos**

El color se determinó (en seco y húmedo) por comparación con las cartas de Munsell (1992); la densidad aparente, por el método de la probeta; la densidad real, por el método del picnómetro (Baver, 1956); la porosidad se calculó con la relación del cociente densidad aparente y densidad real; los porcentajes de limo, arcilla y arena se obtuvieron por el método del hidrómetro de Bouyoucos (1963); y la textura se determinó con la ayuda del triángulo de texturas (Aguilera y Domínguez, 1984).

### **3. Análisis químicos**

El pH se determinó por medio de un potenciómetro Corning Model 7, con una relación suelo-agua 1:2.5 y la relación suelo-cloruro de potasio 1:2.5 1N pH 7; la materia orgánica se procesó por el método de combustión húmeda de Walkley y Black (Jackson, 1982); los cationes intercambiables Ca y Mg, se calcularon por el método del



versenato EDTA, utilizando acetato de amonio 1N pH 7, además de titular con versenato 0.02 N.; los cationes Na y K se determinaron por flamometría con flamómetro Corning 400; la Capacidad de Intercambio Catiónico Total, se calculó por el método de centrifugación, saturando con  $\text{CaCl}_2$  1N pH 7, lavando con alcohol etílico y eluyendo con NaCl 1N pH 7 y se tituló con versenato 0.02 N; el fósforo asimilable fue medido mediante el método de Bray (Aguilera y Domínguez, 1984).

## **VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1. Unidades de Mapeo**

El levantamiento de suelos permitió determinar siete unidades de mapeo que son el resultado de la interacción de los factores formadores del suelo que, en conjunto, representan unidades de manejo.

Las características de las diferentes unidades de mapeo se caracterizan por distribuirse entre los 750 msnm y un poco más de 1600 msnm, lo que les imprime un rango altitudinal de alrededor de 850 metros; climáticamente la temperatura promedio es superior a 24°C, con condiciones de temperatura cálida, pero algunas zonas sobrepasan los 1400 msnm por lo que su condición debe ser semicálida. Con respecto a la precipitación ésta es alrededor de 800 mm anuales, lo que propicia una subhumedad típica de la región, esto es, todo el municipio presenta un clima cálido subhúmedo; respecto a la geología presente es de materiales volcánicos en mayor proporción, representados por riolita y andesita, en algunas elevaciones existen materiales sedimentarios como la caliza, además de material aluvial; la geomorfología está conformada por laderas montañosas y valles amplios, estrechos y planos, lo que condiciona que la vegetación esté representada por selva baja caducifolia en las zonas montañosas, y agricultura de temporal y riego en los valles aluviales. Las asociaciones edáficas están presentes en función de las características, para su clasificación se utilizó el sistema americano *Soil Taxonomy* (USDA) y su correlación al sistema FAO/UNESCO, que es el sistema de suelos utilizado en México (Cuadro 10).

CUADRO 10. Unidades de Suelos en el Municipio de Tlaquiltenango, Morelos.

UNIDADES DE MAPEO	ALTITUD (msnm)	CLIMA	LITOLOGÍA	RELIEVE	VEGETACIÓN Y USO ACTUAL	ASOCIACIONES (Soil Taxonomy)	ASOCIACIONES FAO/UNESCO	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )
Chimalacatlán	1200-1600	Cálido subhúmedo Temp. 22°C Precip. 842.5 mm	Riolita Andesita	Laderas Montañas	selva baja caducifolia y agricultura de temporal	L. Haplustolls + T. Haplustolls + L. Ustorthents + T. Ustifluent	Feozem háplico + Feozem cálcico + Regosol éútrico + Fluvisol éútrico *	158.65
Santa María	1000-1400	Cálido subhúmedo Temp. 24°C Precip. 842 mm	Caliza	Laderas Montañas	selva baja caducifolia	T. Rendolls + T. Ustorthents	Leptosol rendzínico + Regosol éútrico	27.52
La Mezquitera	800-1000	Cálido subhúmedo Temp. 25°C Precip. 800.5 mm	Riolita	Valles amplios	agricultura de temporal	T. Haplustolls + T. Haplustalfs + L. Ustorthents + T. Haplusterts	Feozem háplico + Luvisol háplico + Litosol + Vertisol pélico	137.50
Huautla	1000-1200	Cálido subhúmedo Temp. 24.5°C Precip. 800.5 mm	Andesita	Valles amplios	agricultura de temporal	T. Haplustolls + T. Ustifluent	Feozem háplico + Fluvisol éútrico	97.35
Coaxintlán	1000-1200	Cálido subhúmedo Temp. 25°C Precip. 800 mm	Riolita	Valles estrechos	selva baja caducifolia	T. Haplustolls + L. Ustorthents	Feozem háplico + Litosol	58.40
Vázquez	900-1000	Cálido subhúmedo Temp. 24°C Precip. 784.4 mm	Aluvial	Valles planos	agricultura de riego y temporal	T. Haplusterts + T. Haplustolls	Vertisol pélico + Feozem háplico	32.20
Tlaquiltenango	900-1200	Cálido subhúmedo Temp. 25°C Precip. 800 mm	Aluvial	Valles planos	agricultura de riego y temporal	C. Haplusterts + T. Haplustolls + T. Haplustolls	Vertisol pélico + Luvisol háplico + Feozem háplico	70.10

Los suelos más ampliamente distribuidos son los molisoles, los que se presentan en laderas medias con pendientes suaves. Le siguen en importancia los entisoles que se ubican en las partes más altas con pendientes moderadas. Posteriormente, los vertisoles que se localizan en las partes planas. Por último, los alfisoles que se ubican en laderas con pendiente suave.

La interrelación del material parental en condiciones climáticas variables en función de los diferentes pisos altitudinales y tomando en cuenta el uso del suelo ha permitido el desarrollo de los diferentes suelos que al agruparlos cartográficamente propician las diferentes unidades de mapeo (Mapa 6).

## **2. Descripción de las Unidades de Mapeo**

### **2. 1. Unidad de Mapeo Chimalacatlán**

Esta unidad presenta cuatro zonas: al este La Ventilla y al oeste La Joya, La Campana y El Cuacle, cubre una superficie de 158 km<sup>2</sup>, que representa el 27.3% de la superficie municipal. Con un rango altitudinal de 1100 a 1600 msnm, el clima es cálido subhúmedo, con temperatura promedio de 22°C y precipitación de 842.5 mm al año y con presencia de sequía intraestival en el mes de agosto. Litológicamente presenta rocas riolíticas y andesíticas y relieve de laderas montañosas con topografía accidentada, particularmente en su colindancia con el municipio de Tepalcingo, que forma parte de la zona decretada área de reserva denominada Sierra de Huautla. La vegetación consiste en selva baja caducifolia conservada sobre todo en el área de reserva. El uso actual de esta superficie es forestal especialmente cerca de las comunidades; en las zonas con menor pendiente se practica agricultura de temporal con cultivos de subsistencia como son el maíz y el frijol; la actividad pecuaria se practica sobre todo en la zona oeste. En esta unidad edáfica se ubican dos Órdenes de suelo: los Entisoles equivalentes a los Regosoles y Fluvisoles, que se encuentran en las partes altas y con pendiente moderada y los Molisoles equivalentes a los Feozem, que se localizan en las laderas medias (Cuadro 11).

MUNICIPIO  
TLAQUILTENANGO

CARTA  
UNIDADES EDIFICADAS

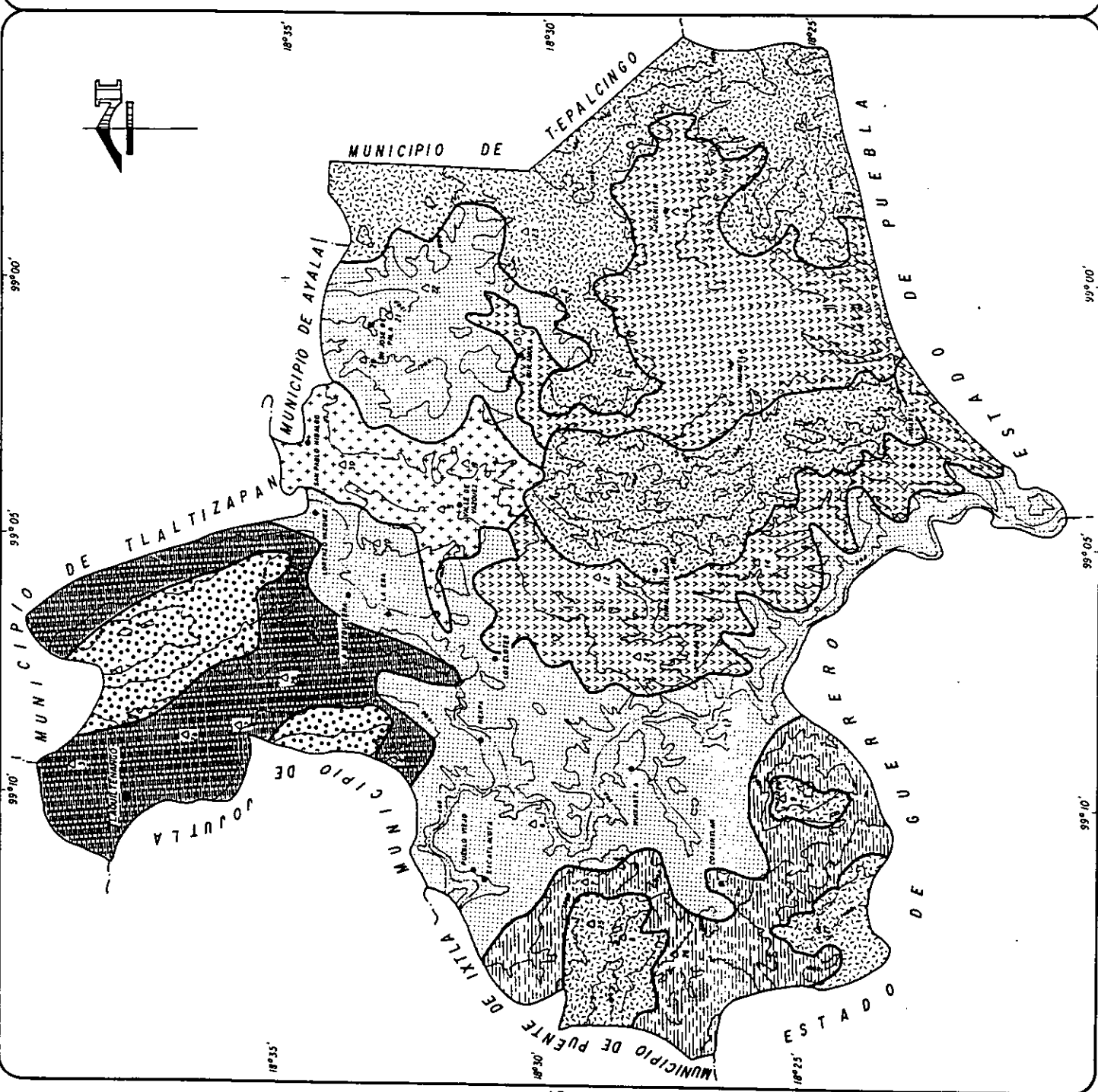
SIMBOLOGIA

- CHIMALACATLAN
- SANTA MARIA
- MEZQUITERA
- HUAUTLA
- COAXINTLAN
- VAZQUEZ
- TLAQUILTENANGO
- PERFIL
- CABECERA MUNICIPAL
- LOCALIDAD
- CURVA DE NIVEL

FUENTE  
CARTAS GENERALES Nos. 2-100-A-40, 2-100-B-40,  
2-100-B-70, 2-100-A-30



Forma: Rogelio Olivar Godarrama  
Dibujo: Juan Carona Vázquez



**CUADRO 11. Órdenes de suelos en la Unidad de Mapeo Chimalacatlán**

CLASIFICACIÓN USDA					CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO
ORDEN	SUBORDEN	GRANDES GRUPOS	SUBGRUPOS		UNIDAD/SUBUNIDAD
8	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico
9	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Lithic Haplustoll	Feozem calcáreo
11	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic haplustoll	Feozem háplico
13	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico
15	Entisol	Orthent	Ustorthent	Lithic Ustorthent	Regosol éutrico
18	Entisol	Orthent	Ustorthent	Typic Ustifluent	Fluvisol éutrico
23	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico
25	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico
27	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico

En esta unidad se ubican nueve perfiles de los cuales se describen el 11 y 18:

### 2. 1. 1. Descripción del Perfil 11 (Tabla XI).

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se ubica a 3 km al suroeste del poblado de Quilamula, en una topografía casi plana y una altitud de 1200 msnm; el material geológico se compone de rocas andesíticas, el clima es cálido subhúmedo; la vegetación es selva baja caducifolia y el uso actual del suelo en algunas partes se utiliza para agricultura de temporal.

#### Características Físico-Químicas

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques, de tamaño fino y con un desarrollo moderado, el color en seco es gris oscuro (5YR 4/2.5) y en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR2/3), textura migajón arcillo arenosa; el pH es ligeramente ácido (6.9); el porcentaje de materia orgánica tiene un valor medio (2.3).

La capacidad de intercambio catiónico es alta (38.8 meq/100 gr de suelo) ; el sodio (0.1) y potasio (0.8 meq/100 gr de suelo) son escasos en todo el perfil; el calcio tiene un valor medio (23.7 meq/100 g de suelo); el magnesio está presente con un valor bajo (7.2 meq/100 g de suelo) y el fósforo, con una cantidad baja (2.3 ppm).

Clasificación USDA 1994

Es un regimen ústico y tiene un contacto lítico dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral. Por lo anterior éste se determinó como: *Typic Haplustoll*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Feozem háplico.

## **2. 1. 2. Descripción del Perfil 18 (Tabla XVIII).**

### Condiciones Ecológicas

Este perfil se localiza al suroeste de Chimalacatlán en un terreno de lomeríos, a una altitud de 1100 msnm; el material geológico es andesita, de manera general, y en las zonas con pendientes pronunciadas la selva baja caducifolia cubre gran parte de los cerros donde se practica el pastoreo. En algunas áreas el uso del suelo es de agricultura de temporal.

### Características Físico-Químicas

En el horizonte superficial tiene una estructura en forma de bloques subangulares, de tamaño fino y con un desarrollo débil, pasando a una estructura suelta en el resto del perfil, el color varía en seco de pardo grisáceo (10YR 5/2) al inicio del perfil (0-10 cm); de 40 a 90 cm tiene una coloración de pardo grisáceo (10YR 5/2) y nuevamente pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) de 90 a 150 cm. En húmedo tiene una coloración de pardo muy oscuro (10YR 2/2) de 0-30 y de 50 a 150 cm y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) de 30 a 50 cm; la densidad real tiene valores 2.5 a 2.0 g/cc de manera descendente en el perfil, la densidad aparente tiene valores dentro de 0.91 a 1.0 g/cc en todo el perfil; el porcentaje de porosidad está entre 51.5 y 62%; las mas altas están en los primeros horizontes, las texturas son migajón arcillo arenoso en casi todo el perfil, excepto de 60 a 70 cm de profundidad que es migajón arcilloso y de 70 a 80 cm que es arcilla arenosa; el pH medido con agua destilada es de ligero a moderadamente ácido (6.8 a 5.6) dentro de los primeros 60 cm de profundidad, posteriormente es de ligero a moderadamente alcalino (7.2 a 8.0) después de los 60 y hasta los 150 cm; la medición con cloruro de potasio es de ligero a moderadamente ácido (6.2 a 4.6) dentro

de los primeros 70 cm, posteriormente es ligeramente alcalino (7.4) en el resto del perfil; el porcentaje de materia orgánica es menor de 2.5 en todo el perfil, decreciendo en forma irregular en todo el perfil.

La capacidad de intercambio catiónico es menor de 11 meq/100 gr de suelo en todo el perfil, alcanzando los máximos en los primeros 10 cm y de 70 a 80 cm y en el fondo del mismo; el sodio, potasio, calcio y magnesio tienen valores bajos; el fósforo presenta en los primeros 30 cm de profundidad los valores mayores 4.0 ppm, posteriormente los valores decrecen de 1.8 hasta 0.1 ppm en el fondo del perfil.

Clasificación USDA 1994

La presencia de un régimen ústico tipificado por un periodo de lluvias de tres meses o más, siendo las estaciones lluviosas primavera y verano ó el otoño, pero nunca el invierno y un decremento irregular de la materia orgánica. Las plantas nativas son anuales en su mayoría o tienen un periodo de letargo mientras el suelo está seco. Por lo anterior éste se determinó como: *Typic Ustifluent*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría al Fluvisol éutrico.

### **2. 1. 3. Génesis de la unidad de Mapeo Chimalacatlán**

Esta unidad de mapeo, está regida por el material parental reciente conformado por rocas ígneas como son riolita y andesita, de manera que la composición y la edad de los materiales eruptivos son un determinante directo junto con el clima y la geomorfología, de las características genéticas y morfológicas de los suelos presentes. Por el origen reciente del material en esta unidad de mapeo los Órdenes presentes son los entisoles y los molisoles.

Los entisoles se encuentran en material edáfico mezclado por el hombre a una profundidad varias veces más grande que la profundidad usual de labrado primario. Un posible origen el cual no es frecuente, es la implementación de prácticas para



mejorar las condiciones de los cultivos, tales como cortes ó cuencas de terrazas construidas para reducir la erosión (Wilding, L. P. *et al.* 1983).

Buol, *et al.* (1986), mencionan que los entisoles son suelos de desarrollo superficial y reciente, en los cuales se ha formado un epipedon ócrico o se inicia la formación de subhorizontes superficiales. Otra de las características relevantes que tienen son su desgaste por la erosión (soliflucción); la acumulación puede agregar nuevos materiales a la superficie del suelo sobre todo en las llanuras altas (Riecken y Poetsch, 1960).

El relieve donde se ubica este orden es preferentemente en los taludes y elevaciones, que están presentes en las cadenas montañosas, lo cual ocasiona que sean suelos erosionables, sobre todo cuando no hay vegetación y los factores climáticos como son las precipitaciones pluviales y la temperatura influyen en el cambio de algunas de las reacciones químicas y físicas que tienen lugar en estos suelos.

Por otro lado los mollisoles, muestran una pedogénesis evolucionada con procesos característicos tales como la melanización, la cual se caracteriza por el oscurecimiento de los suelos por la adición de materia orgánica al epipedón mólico o al horizonte superficial oscuro que se extiende hacia abajo, al interior del perfil (Hole y Nielsen, 1968).

## **2. 2. Unidad de Mapeo Santa María**

Esta unidad contempla otra zona similar al sur de la cabecera municipal, cubre una superficie de 27.52 km<sup>2</sup>, que representa el 4.7% de la superficie municipal. Con un rango altitudinal de 1000 a 1400 msnm, el clima es cálido subhúmedo, con temperatura de 24°C y precipitación de 842 mm, con presencia de sequía intraestival en el mes de julio. La litología es de rocas calizas. El relieve que se presenta es de laderas montañosas con topografía accidentada y semiplana. La vegetación consistente en la selva baja caducifolia. En esta unidad edáfica se ubica el orden molisol que equivale a los Feozem, y se localizan en las laderas medias (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Órdenes de suelos de la Unidad de Mapeo Santa María.**

CLASIFICACIÓN USDA			CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO.
ORDEN	SUBORDEN	SUBGRUPOS	UNIDAD/SUBUNIDAD
1	Mollisol	Rendoll	Leptosol Rendzínico

### **2. 2. 1. Descripción del Perfil 1 (Tabla I).**

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se localiza al oeste de la cabecera municipal de Tlaquiltenango, en un piedemonte a una altitud de 1050 msnm; con un material geológico de caliza, y un clima cálido subhúmedo, que ha permitido una vegetación de selva baja caducifolia.

#### Morfología del Horizonte A

Tiene una estructura en bloques, de tamaño medio y desarrollo moderado, el color en seco es pardo grisáceo (10YR 5/2) y en húmedo pardo muy oscuro (10YR 2/2), textura fina y material parental de calizas. Por sus características este horizonte se denomina mólico.

#### Características Físico-Químicas

El color en seco es pardo grisáceo (10YR 5/2) en los primeros 20 cm y de 40 a 50 cm, de los 20 cm a los 40 cm es de color pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2), de 50 cm a 70 cm es de color pardo rojizo claro (5YR 6/3), de 70 a 100 cm es de color gris rosáceo (5YR 6/2) y por último de 100 a 120 cm es de color blanco rosáceo (5YR8/2); el color en húmedo es pardo muy oscuro (10YR 2/2) en los primeros 50 cm de profundidad, posteriormente los siguientes 50 cm son de color pardo rojizo (5YR 4/4) y los últimos 20 cm son de color pardo rojizo claro (10YR6/3); la densidad real tiene valores mayores de 2.0 a 2.38 g/cc en los primeros 30 cm de profundidad, posteriormente de 30 a 40 cm es de 1.92 g/cc y en el resto del perfil se presentan cantidades entre 2.17 y 2.63 g/cc; la densidad aparente tiene valores de 1.05 a 1.06 g/cc en los primeros 40 cm de profundidad, de 0.7 a 0.8 g/cc de 40 a 70 cm y de 1.1 a 1.2 g/cc de 70 a 120 cm de profundidad; el porcentaje de porosidad es menor de 50 % en las siguientes

profundidades del perfil (0-10, 30-40, 60-90 y 110-120), en el resto del perfil tiene valores mayores de 50%, alcanzando su máximo porcentaje de 70.5% de 50-60 cm de profundidad; las texturas en los primeros 30 cm son del tipo migajón arcilloso, posteriormente de 40 a 80 cm arcilla y el resto del perfil es migajón arcilloso; el pH medido con agua destilada es de ligera a moderadamente alcalino (7.8 y 8.1) de manera descendente; con cloruro de potasio los pH son moderadamente alcalinos (7.7 y 7.8 ) en sentido descendente; el porcentaje de materia orgánica es alto (5.2) en los primeros 10 cm del perfil, posteriormente se tiene valores de 2.8 y 3.1 en los 20 y 30 cm de profundidad respectivamente y después las cantidades de materia orgánica son menores de 1.8 llegando a 0.1%.

El porcentaje de saturación es mayor de 50 en todo el perfil. La capacidad de intercambio catiónico es alta en todo el perfil, obteniéndose valores de 18 a 30 meq/100 gr de suelo; el sodio, el potasio y el magnesio tienen valores bajos, menores de 7; el calcio tiene valores medios de 8.0 a 16 meq/100 gr. de suelo; el fósforo está presente con cantidades bajas (2.1 a 0.1 ppm), de manera descendente.

Clasificación USDA 1994.

Presenta un horizonte A con un espesor de 50 cm sobre un horizonte AC de 50 a 100 cm, y por último, un horizonte C de 100 a 120 cm originado a partir de material calcáreo. Por lo anterior éste se determinó como: *Typic Rendoll*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a un Leptosol rendzínico.

### **2. 2. 2 Génesis de la unidad de Mapeo Santa María**

Los molisoles se han formado principalmente sobre materiales cuaternarios en las cuevas planas o moderadas, se ubican en una gama amplia de paisajes que van del piso de las llanuras aluviales hasta onduladas llanuras y montañas (Wilding, L. P. *et al.* 1983).

Esta unidad de mapeo, esta conformada por rocas sedimentarias como es la caliza, la composición y la edad de los materiales es determinante directo, junto con el clima y la geomorfología, de las características genéticas y morfológicas del suelo presente. Se consideran como suelos inmaduros, pero con altos porcentajes de materia orgánica en la parte superior del horizonte A

### 2. 3. Unidad de Mapeo Mezquitera

Esta unidad va de este a oeste llegando hasta el sur por el centro del área de estudio y se ubica otra zona similar al este del área, que corresponde a San José Pala. Tiene una superficie de 137.5 km<sup>2</sup> representa el 23.7% de la superficie municipal. Se localiza a una altitud de 800 a 1200 msnm; presenta clima cálido subhúmedo, con temperatura de 24.5 a 25 °C y precipitación de 750 a 800.5 mm anuales; con presencia de sequía en el mes de julio. La litología es de rocas andesíticas y relieve de valles amplios. El uso actual de esta superficie es de cultivos de riego y temporal donde destacan el sorgo, maíz y frijol. En algunas zonas hay relictos de selva baja caducifolia; la actividad pecuaria se practica en estas zonas principalmente cerca a las comunidades. En esta unidad se ubican cuatro órdenes de suelo que son: los Vertisoles localizados en las partes más planas de estas zonas, enseguida los Molisoles que se ubican en las áreas con más pendiente (5 a 10 %) al igual que los Alfisoles- y posteriormente los Entisoles que ocupan las partes altas y con pendiente moderada (Cuadro 13).

**Cuadro 13. Órdenes de suelos de la Unidad de Mapeo Mezquitera.**

CLASIFICACIÓN USDA				CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO	
ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUBGRUPOS	UNIDAD/SUBUNIDAD	
6	Entisol	Orthent	Ustorthent	Lithic Ustorthent	Regosol éutrico
10	Alfisol	Ustalf	Haplustalf	Typic Haplustalf	Luvisol háplico
20	Vertisol	Ustert	Haplustert	Typic Haplustert	Vertisol pélico
21	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico
22	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico

En esta unidad se ubican 5 perfiles, de los cuales se describen el 6, 10, 20 y 21.

### **2. 3. 1. Descripción del Perfil 6 (Tabla VI).**

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se ubica a 6 km al suroeste del poblado de Xicatlacotla, con una topografía casi plana y una altitud de 850 msnm; el material geológico se compone de lutita y arenisca, con clima cálido subhúmedo; el uso actual dominante es la agricultura de temporal y algunos reductos de selva baja caducifolia.

#### Características Físico-Químicas

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques subangulares, de tamaño fino y con un desarrollo débil, el color en seco es pardo grisáceo (10YR 5/3) y en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2), tiene una textura de migajón arenoso; el pH es moderadamente alcalino (7.8); el porcentaje de materia orgánica es de (2.5).

La capacidad de intercambio catiónico es de (12.8 meq/100 gr ). La saturación de bases es mayor de 50%; el sodio (0.5) y potasio son escasos (0.6) en todo el perfil; el calcio tiene un valor de (21.4 meq/100 gr ); el magnesio es escaso (0.7) y el fósforo está presente con una cantidad de 2.2 ppm.

#### Clasificación USDA 1994

La presencia es de un régimen ústico, un horizonte ócrico y un contacto lítico a menos de 20 cm de la superficie del suelo mineral, se denomina como: *Lithic Ustorthent*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la unidad Regosol éutrico.

### **2. 3. 2. Descripción del Perfil 10 (Tabla X).**

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se localiza en la carretera la Mezquitera-Valle de Vázquez, y se ubica en un terreno de ladera a una altitud de 1000 msnm; el material geológico es lutita, el clima es cálido subhúmedo; con respecto al uso actual de suelo, ésta presente la vegetación de selva baja caducifolia.

## Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques subangulares, de tamaño fino y con un desarrollo moderado, el color en seco es gris claro (10YR 7/1), en húmedo pardo grisáceo (10YR 5/2), textura fina. El horizonte A tiene características para ser considerado ócrico. El horizonte B presenta una estructura en forma de bloques subangulares, de tamaño medio y un desarrollo fuerte que denominado argílico.

## Características Físico-Químicas

El color en seco (10YR 7/1) de 0 a 10 cm es de color gris claro, de 10 a 50 cm de profundidad es gris pardusco claro y de 50 a 60 cm gris (10YR 6/1); en húmedo el color es pardo grisáceo (10YR 5/2) en todo el perfil; la densidad real tiene valores entre 2.3 y 2.5 g/cm<sup>3</sup>, la densidad aparente tiene valores de 1.1 y 0.9 g/cm<sup>3</sup> de manera descendente; el porcentaje de porosidad está entre 56 a 61%; las texturas son migajón limoso de 0-10 cm, migajón arcilloso de 10-20 cm y el resto del perfil es arcilloso; el pH medido con agua destilada es de ligero a moderadamente alcalino (7.5. a 7.7), la medición con cloruro de potasio es similar; el porcentaje de materia orgánica es baja (1.41) al inicio del perfil y posteriormente tiene valores altos de 3.67 a 3.88%.

La capacidad de intercambio catiónico es menor de 20 meq/100 gr de suelo de manera descendente en todo el perfil, con intervalos; la saturación de bases es mayor de 50; el sodio tiene un valor de 8 meq/100 gr de suelo al inicio del perfil y en el resto se presentan valores abajo de 5; el potasio tiene valores menores de 1; las cantidades de magnesio son menores de 8 obteniéndose en el fondo las mayores cantidades; el calcio tiene valores menores de 9 meq/100 gr de suelo de manera decreciente en el perfil; el fósforo está presente en cantidades bajas (1.1 a 0.1 ppm) en todo el perfil.

## Clasificación USDA 1994

La presencia de un epipedon ócrico, sobre un horizonte argílico un tanto duro y masivo cuando está seco, con un régimen de humedad ústico, se ubica como: *Typic Haplustalf*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989), equivaldría a la clase de Luvisol háplico.

### **2. 3. 3. Descripción del Perfil 20 (Tabla XX).**

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se ubica a 3 km al Noroeste de San José Pala, con una topografía semiplana y una altitud de 1150 msnm; el material geológico es riolita, el clima cálido subhúmedo; el uso actual es de cultivos de riego y temporal y se presentan reductos de selva baja caducifolia.

#### Morfología del horizonte A

Tiene una estructura en forma de bloques, de tamaño medio y con un desarrollo moderado, el color en seco es pardo rojizo (5YR 3.5/2) y en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2/2.5), textura fina y el horizonte A se denomina mólico.

#### Características Físico-Químicas

El color en seco es pardo rojizo oscuro (5YR 3.5/2) de 0-30 cm de profundidad y pardo rojizo (2.5YR 5.5/3) en el resto del perfil y en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2/2.5) en los primeros 30 cm del perfil y pardo rojizo (2.5YR 4/3) en el fondo del mismo; la textura es migajón arcilloso al inicio del perfil y arcilla en el resto del mismo; el pH es ligeramente ácido (6.8) y neutro (7.0) en la parte inferior del perfil; el porcentaje de materia orgánica tiene valores de (2.2 y 0.7).

La capacidad de intercambio catiónico es alta (40.5 a 42.3 meq/100 gr de suelo) en todo el perfil; el sodio es escaso (0.1 a 0.2), así como el potasio (0.5 a 0.1); el calcio tiene valores altos (31.0 a 34.3 meq/100 gr de suelo); el magnesio tiene valores medios (10.6 a 11) y el fósforo esta presente con cantidades bajas (2.3 a 1.1 ppm).

## Clasificación USDA 1994

Son suelos que presentan grietas con 5 mm o más, a través de 25 cm o más si no se han irrigado, y se localizan en un régimen de humedad ústico. Por lo anterior se determinó como: *Typic Haplustert*

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Vertisol pélico.

### **2. 3. 4. Descripción del Perfil 21 (Tabla XXI).**

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se ubica a 4 km al sur de San José Pala, con topografía casi plana y altitud de 1160 msnm; el material geológico es riolita, el clima cálido subhúmedo; el uso actual es de cultivos de temporal y se presentan manchones de selva baja caducifolia.

#### Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques, de tamaño fino y con un desarrollo moderado, el color en seco es pardo (10YR 5/3) y en húmedo pardo oscuro (10YR 3/3), textura media y el horizonte A se denomina mólico.

#### Características Físico-Químicas

El color en seco es pardo (10YR 5/3) en todo el perfil y en húmedo es pardo oscuro (5YR 3/3); la textura es migajón arcilloso; el pH es ligeramente alcalino (7.4 y 7.5); el porcentaje de materia orgánica tiene valores bajos (2.2 y 0.7).

La capacidad de intercambio catiónico es 40.3 meq/100 gr de suelo en todo el perfil; el sodio es escaso (0.1) en todo el perfil, así como el potasio (0.7 a 0.4); el calcio tiene valores altos (27.1 y 27.8 meq/100 gr de suelo); el magnesio está presente con 13.8 y 14.2 y el fósforo, con cantidades bajas (2.7 a 1.1 ppm).



Clasificación USDA 1994

Molisoles que presentan un régimen de humedad ústico. Por lo anterior se determinó como: *Typic Haplustoll*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Feozem háplico.

### **2. 3. 5. Génesis de la unidad de Mapeo Mezquitera**

Esta unidad de mapeo, esta regida por el material parental reciente conformado por rocas ígneas andesíticas y aluviales, de manera que la composición y la edad de los materiales eruptivos es un determinante directo junto con el clima y la geomorfología, de las características genéticas y morfológicas de los suelos presentes. Por el origen reciente del material en esta unidad de mapeo los Órdenes presentes son los alfisoles, molisoles y los vertisoles.

En términos globales la distribución de los Órdenes esta condicionada por las acciones morfoclimáticas que han trabajado diferencialmente el material parental y han provocado una morfogénesis y pedogénesis, favorable a la primera, es por ello que los alfisoles, molisoles y vertisoles se ubican en taludes inferiores y planicies acumulativas antiguas y recientes del tipo aluvial y lacustre, las cuales se extienden por debajo de los 1 200 msnm.

Los alfisoles son suelos en superficies terrestres jóvenes, tiene cantidades mayores de arcilla en el horizonte B respecto al A. Los típicos son de regiones templadas húmedas y subhúmedas (Buol *et al*, 1986), ésta última condición es la que se presenta en el área de estudio.

Estos suelos tienen un epipedón ócrico, un horizonte de diagnóstico argílico y una saturación de bases de moderada a elevada; el agua es retenida a una tensión menor de 15 bars cuando menos durante tres meses al año en la estación de crecimiento. Puede haber presentes otros horizontes accesorios.

Por otro lado, los molisoles muestran una pedogénesis más evolucionada con la presencia de la melanización, este proceso se caracteriza por el oscurecimiento de los suelos por la transformación de la materia orgánica y es el proceso predominante de estos suelos.

La característica del relieve producen un acarreo y la acumulación en terrenos planos o semiplanos, que propicia la presencia en esta unidad de mapeo del orden vertisol, que además las condiciones climáticas de la región con respecto a temperatura y precipitación son parte formadora de estos suelos, ya que los mismos requieren por lo menos una época seca durante el año, que cuando tienen grietas profundas y anchas. El material residual entre grietas es de densidad aparente elevada. Por lo general, tiene poca materia orgánica pero una saturación de bases alta y están dominados por la montmorillonita.

El proceso más importante que se presenta es la haploidización por perturbación arcillosa; el contenido de arcilla (>35%) y la dilatación de las arcillas de relación 2:1 (Buol, *et al.* 1986). El ambiente de intemperización del perfil debe ser de índole tal que las arcillas dilatables, no se vean intemperizadas o distribuidas en capas, al punto que se destruyan sus capacidades de dilatación. Cuando alcanzan los requisitos de arcilla entonces se efectúa el proceso de vertisolización.

#### **2. 4. Unidad de Mapeo Huautla**

Esta unidad se localiza al sur del área de estudio y se presenta en otra zona similar (Huaxtla). Tiene una superficie de 97.35 km<sup>2</sup>, que representa el 16.7% de la superficie municipal. Se ubica a una altitud de 1000 a 1200 msnm; presenta un clima cálido subhúmedo, con temperatura de 24.5 °C y precipitación de 800.5 mm por año; con presencia de sequía en el mes de julio. La litología es de rocas andesíticas. Muestra un relieve de valles amplios. El uso actual de esta superficie es de cultivos de riego y temporal donde destacan sorgo, maíz, frijol. En algunas zonas existen reductos de selva baja caducifolia; la actividad pecuaria también se practica en estas zonas,

principalmente cerca a las comunidades. En esta unidad se ubican dos Órdenes de suelo que son: los Molisoles equivalentes a los Feozem se ubican en las áreas con pendientes suaves y los Entisoles equivalentes a los Regosoles, que se encuentran en las partes altas y con pendiente moderada (Cuadro 14).

**Cuadro 14. Órdenes de suelos de la Unidad de Mapeo Huautla.**

CLASIFICACIÓN USDA				CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1989	
ORDEN	SUBORDEN	GRANDES GRUPOS	SUBGRUPOS	UNIDAD/SUBUNIDAD	
12	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico
14	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico
16	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico
17	Entisol	Fluvent	Ustifluent	Typic Ustifluent	Fluvisol éutrico
24	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico

En esta unidad se ubican 5 perfiles, de los cuales se describen el 16 y 17.

#### **2. 4. 1. Descripción del Perfil 16 (Tabla XVI).**

##### Condiciones Ecológicas

Este perfil se localiza al sur de Ajuchitlán en un terreno de lomerío, a una altitud de 1200 msnm; el material geológico es andesita, el clima es cálido subhúmedo ; el uso actual del suelo es de agricultura de temporal y algunos manchones de vegetación de selva baja caducifolia.

##### Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques subangulares, de tamaño fino y con un desarrollo débil, el color en seco es gris oscuro (10YR 4/1) y en húmedo también (10YR 3/2), textura media y el horizonte A se denomina mólico.

##### Características Físico-Químicas

El color en seco es gris oscuro (10YR 4/1) al inicio del perfil, posteriormente el color es gris muy oscuro (10YR 3/1) y en el fondo del perfil hay 2 coloraciones pardo pálido (10YR 6/3) y gris ligero (10YR 7/3); en húmedo tiene una coloración de 0 a 10 cm de gris oscuro (10YR3/2), de 10 a 20 cm negro de 20 a 40 cm gris muy oscuro (10YR 3/1)

y de 40 a 60 cm pardo amarillento (10YR 5/6); la densidad real tiene valores de 2.38 g/cm<sup>3</sup> en todo el perfil; la densidad aparente tiene valores menores de 1.0 cm<sup>3</sup> de 0 a 50 cm de profundidad y de 50 a 60 cm mayor de 1 g/cm<sup>3</sup>; el porcentaje de porosidad es mayor de 60% (64.2 a 61.7) en los primeros 30 cm de profundidad de manera decreciente y de 30 a 60 cm es menor de 59% (58.8 a 55.2); las texturas de 0 a 10 cm, de 30 a 40 cm y de 50 a 60 cm de profundidad son migajón arcillo-arenoso, de 10 a 20 cm es migajón arcilloso, de 20 a 30 cm arcilla arenosa y de 40 a 50 cm es franco; el pH medido con agua destilada es de ligera a moderadamente ácido (6.8, 6.1 y 6.9 respectivamente) y neutro de 50 a 60 cm de profundidad, la medición con cloruro de potasio es moderadamente ácida (6.3 a 5.3 de manera decendente) en el perfil; el porcentaje de materia orgánica es medio (2.5%) de 0 a 10 cm de profundidad, posteriormente es menor de 1.8 en todo el perfil de manera decreciente.

La capacidad de intercambio catiónico tiene valores de 26.3 a 19.6 meq/100 gr de suelo de manera descendente; la saturación de bases mayor de 30 %; el sodio tiene valores menores de 1.0 en todo el perfil; el potasio tiene valores entre 0.6 y 1.4; el calcio, entre 19.4 a 23.6, teniéndose los mayores valores de 40 a 50 cm de profundidad; el magnesio, con valores bajos menores de 6 meq/100 gr, de suelo y el fósforo (2.0 a 0.1 ppm) está presente en cantidades bajas en todo el perfil.

#### Clasificación USDA 1994

Presenta un régimen de humedad ústico. Por lo anterior se determinó como: *Typic Haplustoll*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Feozem háplico.

#### **2. 4. 2. Descripción del Perfil 17 (Tabla XVII).**

##### Condiciones Ecológicas

Este perfil se localiza en el km 15 de la carretera Valle de Vázquez-Quilamula y se ubica en un terreno de piedemonte, a una altitud de 1200 msnm; el material geológico

es andesita cubierto por aluviones; el clima es cálido subhúmedo; el uso actual del suelo es vegetación de selva baja caducifolia.

### Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques subangulares, de tamaño fino y con un desarrollo moderado, el color en seco de 0 a 20 cm es pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) y en húmedo tiene un color negro (10YR 2/2), textura media, con epipedon mólico

### Características Físico-Químicas

El color en seco de 20 a 40 cm tiene una coloración pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), de 50 a 70 cm tiene un color pardo grisáceo (10YR 5/2), posteriormente gris (10YR 3/1). de 80 a 90 cm pardo (7.5YR 5/2) y en el fondo gris rosáceo (7.5YR 6/2); en color en húmedo se presentan dos coloraciones una de 0 a 50 cm de profundidad que es negro (10YR 2/1) y de 50 a 100 cm es pardo oscuro (10YR 4/2); la densidad real es de 2.4, 2.5 y 2.6 gr/cm<sup>3</sup> de manera discontinua; la densidad aparente tiene valores menores de 1.0 gr/cm<sup>3</sup> en todo el perfil; la porosidad es mayor de 59% alcanzando un máximo de 66% de 10 a 20 cm de profundidad; la textura de 0-50 y de 60 a 100 cm de profundidad es arcilloso, de 50 a 60 cm es migajon arcilloso; el pH medido con agua destilada es neutro al inicio del perfil y posteriormente es de ligera a moderadamente ácido (6.8 a 6.1) de manera descendente, con cloruro de potasio es de ligera a moderadamente ácida (6.8 a 5.7) de manera descendente; el mayor porcentaje de materia orgánica (2.90 a 3.50%) en los primeros 30 cm, posteriormente los valores son menores de 2.0%.

La capacidad de intercambio catiónico tiene valores entre 31 y 49 meq/100 gr de suelo, obteniéndose los más bajos (23.4 y 15.1) en los primeros 20 cm de profundidad; la saturación de bases es mayor de 50%; el sodio tiene valores menores de 3.0 en todo el perfil de manera descendente; los valores de potasio son menores de 2.5 meq/100 gr de suelo; el calcio tiene valores medios entre 10 y 26 meq/100 gr de suelo; el magnesio presenta valores menores de 13 meq/100 gr, de suelo, los valores más altos

se tienen en el fondo del perfil al igual que el calcio y el fósforo está presente en cantidades bajas (3.2 a 0.6 ppm) de manera descendente en todo el perfil.

Clasificación USDA 1994

Se localiza en un régimen de humedad ústico. Por lo anterior se determinó como: *Typic Ustifluvent*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Fluvisol éutrico.

### **2. 4. 3. Génesis de la unidad de Mapeo Huautla**

Esta unidad de mapeo, esta regida por el material parental reciente conformado por roca ígnea como es andesita, de manera que esta composición y la edad de los materiales eruptivos es un determinante directo junto con el clima y la geomorfología, de las características genéticas y morfológicas de los suelos presentes. Por el origen reciente del material en esta unidad de mapeo los Órdenes presentes son los entisoles y los molisoles.

Los suelos juveniles que incluyen a los entisoles, comúnmente han sido considerados, en la literatura clásica desde el punto de vista de incremento del material parental acumulado (Nikiforoff, 1949; Riecken y Poetsch, 1960). Nikiforoff, describe a estos suelos como: "El horizonte A de los suelos acumulativos desarrollados desde los sedimentos frescos ordenados que se establecen en la superficie un poco más que desde el material que previamente pasó a través de la etapa del horizonte B, mientras el horizonte B sigue al A". El concepto podría incluir depósitos originados por el viento o por el agua.

El material parental de los suelos acumulativos han sido removidos por factores como el agua o el viento, a causa de la topografía presente en el área, por lo cual el horizonte superficial contiene apreciables porcentajes de materia orgánica. Como una consecuencia, los suelos acumulativos comúnmente contienen materiales orgánicos alogénicos, y por lo tanto, nitrógeno total (Wilding, L. P. *et al*, 1983).

El relieve donde se ubica este orden es preferentemente en los taludes y elevaciones de valles amplios, lo cual ocasiona que sean suelos erosionables sobre todo cuando no hay vegetación y los factores climáticos como son las precipitaciones pluviales y la temperatura influyen en el cambio de algunas de las reacciones químicas y físicas que tienen lugar en estos suelos.

Simonson (1959), describió una teoría general de la genesis de los suelos, según esta teoría, sumar quitar, transferir y las transformaciones, son factores comunes en el desarrollo de horizontes en todos los suelos.

## 2. 5. Unidad de Mapeo Coaxintlán

Esta unidad se ubica al oeste del área de estudio, tienen una superficie de 58.4 km<sup>2</sup>, que representa el 10.0 % de la superficie municipal. Se ubica a una altitud de 1000 a 1200 msnm; presenta un clima cálido subhúmedo, con temperatura de 25 °C y precipitación de 800 mm por año, con presencia de sequía intraestival en el mes de julio. Litológicamente presenta rocas riolíticas y con un relieve de valles estrechos. La superficie de la zona está cubierta de selva baja caducifolia conservada; la actividad pecuaria también se practica en esta área, cerca a las comunidades. En esta unidad edáfica se ubican dos suelos del Orden Molisol equivalentes a Feozem, los haplustoll se ubican en las áreas con pendientes suaves y los Argiustoll se encuentran en las partes altas y con pendiente moderada (Cuadro 15).

**Cuadro 15. Órdenes de suelos de la Unidad de Mapeo Coaxintlán.**

CLASIFICACIÓN USDA				CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO	
ORDEN	SUBORDEN	GRANDES GRUPOS	SUBGRUPOS	UNIDAD/SUBUNIDAD	
7	Molisol	Ustoll	Argiustoll	Typic Argiustoll	Feozem lúvico
26	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico

En esta unidad se ubican los perfiles 7 y 26, los cuales se describen a continuación:

## **2. 5. 1. Descripción del Perfil 7**

### Condiciones Ecológicas

Este perfil se ubica a 3 km al norte de Coaxintlán, con topografía semiplana y una altitud de 1100 msnm; el material geológico es riolita, el clima cálido subhúmedo; el uso actual del suelo es de agricultura de temporal y selva baja caducifolia.

### Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques subangulares, de tamaño muy fino y con un desarrollo moderado, el color en seco es gris rojizo oscuro (5YR 4/2) y en húmedo, pardo rojizo oscuro (10YR 3/2), textura media y con epipedon mólico. El horizonte B tiene estructura de bloques subangulares medios y un desarrollo moderado, el color en seco es pardo rojizo (5YR 5/3) y en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 5/2). El contenido de arcilla es el doble del horizonte superficial, por lo que se le denomina Argílico.

### Características Físico-Químicas

El color en seco es gris rojizo oscuro (5YR 4/2) en los primeros 15 cm y gris rojizo (5YR 5/3.5) en el resto del perfil y en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2.5/2) en todo el perfil; tiene una textura de migajón arcillo arenoso en los primeros 15 cm y arcilloso en el resto del perfil; el pH es ligeramente ácido (6.6 y 6.2) y el porcentaje de materia orgánica es de 3.9 y 1.2.

La capacidad de intercambio catiónico es de (22.5) en los primeros 15 cm y alta (41.5 meq/100 gr de suelo) hasta los 48 cm de profundidad; el sodio (0.03 0.04) y potasio son escasos (0.9 a 1.3) en todo el perfil; el calcio presenta valores de (15.0 y 28.9 meq/100 gr de suelo); el magnesio tiene (3.3 y 4.4 meq/100 gr de suelo) y el fósforo está presente con valores de (3.6 y 2.1 ppm).



Clasificación USDA 1994

Se localizan en un régimen de humedad ústico, por lo que se determinó como: *Typic Argiustoll*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Feozem lúvico.

### **2. 5. 2. Descripción del Perfil 26 (Tabla XXVI).**

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se ubica a 2 km al oeste de Coaxintlán, con topografía semiplana y altitud de 1170 msnm; el material geológico es riolita, el clima, cálido subhúmedo; presenta reductos de selva baja caducifolia.

#### Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques subangulares, de tamaño muy fino y con un desarrollo moderado, el color en seco es pardo rojizo oscuro oscuro (5YR 3/2) y en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 3/2), textura media y el horizonte A se denomina mólico. El horizonte B tiene estructura de bloques subangulares de tamaño medio, desarrollo débil, se le denomina Cámbico.

#### Características Físico-Químicas

El color en seco presenta 2 tonalidades gris rojizo oscuro (5YR 4.5/2) y gris rojizo (5YR 5/2.5) y en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 3/2 y 5YR 3/4) en todo el perfil; la textura es migajón arcillo arenoso, arcilla arenosa y arcilla; el pH es ligeramente ácido en la superficie (6.4) y moderadamente en lo profundo (5.2) y el porcentaje de materia orgánica decrece regularmente y es de medio a bajo (3.0 a 0.8).

La capacidad de intercambio catiónico es de 25.8 a 30.0 meq/100 gr de suelo; el porcentaje de saturación de bases es mayor de 50; el sodio, 0.1 a 0.3 y potasio, 1.5 a 0.4 son bajos y disminuyen con la profundidad del perfil; el calcio tiene valores de 8.1 a 13.1 meq/100 gr de suelo; hay magnesio con valores bajos (4.7 a 6.4) los cuales aumentan con la profundidad y el fósforo presentó valores de 1.4 a 0.7. ppm.

Clasificación USDA 1994

Presenta un régimen de humedad ústico epipedon mólico y la presencia de un horizonte cámbico, se determinó como: *Typic Haplustoll*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Feozem háplico.

### **2. 5. 3. Génesis de la unidad de Mapeo Coaxintlán**

Esta unidad de mapeo, esta regida por el material parental reciente conformado por roca ígnea como es la riolita, la edad de los materiales eruptivos es un determinante directo junto con el clima y la geomorfología, de las características genéticas y morfológicas de los suelos presentes. Por el origen reciente del material en esta unidad de mapeo los Órdenes presentes son los Molisoles.

Los Molisoles son suelos que tienen un epipedón mólico con superficie oscura y relativamente fértiles Buol *et. al.* (1986), presentan una pedogénesis evolucionada con procesos característicos tales como la melanización, cuyo proceso ocurre después de la presencia de un conjunto de procesos particulares como son: Extensión de la raíces, descomposición parcial de los materiales orgánicos en el suelo, redistribución del suelo debido a la actividad biológica y la conformación de mezclas y complejos de la materia orgánica, la eluviación e iluviación y la formación de residuos lignoproteicos, que dan una coloración negra.

### **2. 6. Unidad de Mapeo Vázquez**

Esta unidad se establece al este del área de estudio, tienen una superficie de 32.2 km<sup>2</sup>, que representa el 5.6 de la superficie municipal. Se ubica a una altitud de 900 a 1000 msnm; presenta un clima cálido subhúmedo, con temperatura de 24 °C y precipitación de 784.4 mm por año; con presencia de sequía intraestival en el mes de julio. Litológicamente las rocas son riolita y suelo aluvial, presenta un relieve de valles planos. El uso actual del suelo es de agricultura de temporal y riego, existen algunas

zonas cubiertas de selva baja caducifolia semiconservada; la actividad pecuaria se practica en esta área. En esta unidad de mapeo se ubican cuatro Órdenes de suelo que son: los Vertisoles, que se localizan en las partes planas ó semiplanas y los Molisoles equivalentes a los Feozems, se ubican en las áreas con pendientes suaves (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Ordenes de suelos de la Unidad de Mapeo Vázquez.**

CLASIFICACIÓN USDA				CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1989	
ORDEN	SUBORDEN	GRANDES GRUPOS	SUBGRUPOS	UNIDAD/SUBUNIDAD	
5	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Lithic Haplustoll	Feozem háplico
19	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozem háplico
30	Vertisol	Ustert	Haplustert	Typic Haplustert	Vertisol pélico

En esta unidad se ubican tres perfiles, de los cuales se describen el 19 y 30.

### **2. 6. 1. Descripción del perfil 19 (Tabla XIX).**

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se ubica a 5 km al sureste del Valle de Vázquez, con una topografía plana y una altitud de 1000 msnm; el material geológico, riolita, el clima, cálido subhúmedo; el uso actual es de cultivos de temporal y reductos de selva baja caducifolia.

#### Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques, de tamaño fino y con un desarrollo moderado; el color en seco es gris rojizo (5YR 4.5/2) y en húmedo pardo rojizo oscuro (5YR 2/2.5) y una textura fina, presenta epipedon mólico.

#### Características Físico-Químicas

El color en seco es gris rojizo (7.5YR 4.5/2 y 5YR 5/2.5) en los primeros 30 cm y en húmedo es pardo rojizo oscuro (5YR2/2.5) en la parte superior y pardo rojizo en el resto del perfil (5YR 4/2.5); la textura es migajón arcillo arenoso en todo el perfil y el pH ligeramente ácido (6.8 y 6.7) en el perfil; el porcentaje de materia orgánica tiene valores de (3.8 y 0.7). La capacidad de intercambio catiónico es de 37.5 y 35.8

meq/100 gr de suelo; la saturación de bases es mayor de 50%; el sodio es escaso en todo el perfil (0.1), así como el potasio 0.5 y 0.3; el calcio tiene valores medios ( 21.8 y 26.8 meq/100 gr de suelo); el magnesio tiene valores de 7.4 y 8.9 meq/100 gr de suelo y el fósforo tiene valores bajos (3.0 y 2.1 ppm).

Clasificación USDA 1994

Presenta un régimen de humedad ústico, se determino como: *Typic Haplustoll*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Feozem háplico.

## **2. 6. 2. Descripción del Perfil 30 (Tabla XXX).**

Condiciones Ecológicas

Este perfil se localiza a 6 km al norte del Valle de Vázquez, se ubica en un terreno plano a una altitud de 1000 msnm; el material geológico es aluvial, el clima es cálido subhúmedo; el uso actual del suelo es de agricultura de riego y de temporal, con relictos de selva baja caducifolia.

Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques, de tamaño medio y con un desarrollo débil, el color en seco es gris oscuro (10YR 4/1) y en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1), textura fina y el horizonte A se denomina úmbrico

Características Físico-Químicas

El color en seco es gris oscuro (10YR 4/1) en los primeros 40 cm, posteriormente los siguientes 60 cm de color gris muy oscuro (10YR 3/1), en húmedo los primeros 10 cm son gris muy oscuro (10YR 3/1) y pardo muy oscuro (10YR 2/2), y el resto del perfil es negro (10YR 2/1); la densidad real tiene valores mayores de 2.3 y hasta 3.1 de manera discontinua; la densidad aparente tiene valores de 0.9 gr/cm<sup>3</sup> al inicio del perfil y de 40 a 70 cm; de 10 a 40 cm y de 70 a 100 cm sus valores son de 1.0 gr/cm<sup>3</sup>; el porcentaje de porosidad está entre 54.2 y 65.7% de manera discontinua; la textura es migajón arcilloso en los primeros 40 cm, franca de 40 a 50 cm de profundidad y arcilla

en el resto del perfil; el pH medido con agua destilada es de moderada a ligeramente alcalino (7.6 a 7.2) de 0 a 10 cm, 20 a 30 cm y de 40 a 50 cm, y ligeramente ácido en el resto del perfil con un rango (6.3 a 6.7), la medición con cloruro de potasio es de ligera a moderadamente ácida con un rango (6.1 a 6.6) de manera discontinua en el perfil; el porcentaje de materia orgánica es media en los primeros 80 cm de profundidad (1.38 a 2.41) y menor de uno en el fondo del perfil.

La capacidad de intercambio catiónico es mayor de 29 meq/100 gr de suelo y se presentan las cantidades de manera alterna en el perfil; el porcentaje de saturación de bases es mayor del 50; el sodio tiene valores bajos (1.8 a 3.0 meq/100 gr de suelo); el potasio aparece con valores menores de 1 meq/100 gr de suelo; el calcio muestra valores altos de 29 a 40 meq/100 gr de suelo y el magnesio está presente con valores de 15 a 20 meq/100 gr de suelo de manera alternada; el fósforo tiene valores bajos con un rango de 0.1 a 1.9 ppm de manera descendente en todo el perfil.

#### Clasificación USDA 1994

Son suelos que presentan grietas de más de un cm hasta profundidad de 40 cm y se localizan en un régimen de humedad ústico. Por lo anterior se determinó como: *Typic Haplustert*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Vertisol pélico.

### **2. 6. 3. Génesis de la unidad de Mapeo Vázquez**

Esta unidad de mapeo, está regida por el material parental reciente conformado por rocas ígneas y principalmente del tipo aluvial, de manera que la composición y la edad de los materiales eruptivos es un determinante directo junto con el clima y la geomorfología, de las características genéticas y morfológicas de los suelos presentes. Por el origen reciente del material en esta unidad de mapeo los Órdenes presentes son los Molisoles y Vertisoles.

En términos globales la distribución de los Órdenes está condicionada por las acciones morfoclimáticas que han trabajado diferencialmente el material parental y han provocado una morfogénesis y pedogénesis, favorable a la primera, es por ellos que los Molisoles y Vertisoles se ubican en planicies de valles planos acumulativas antiguas y recientes del tipo aluvial y lacustre, las cuales se extienden por debajo de los 1 200 msnm.

Los vertisoles se desarrollan en un rango amplio de materiales y entre los que destacan las intrusiones basálticas, las calcáreas que van desde los materiales sin consolidar como margas a los coralinos más duros (Oakes y Thorp, 1951; Ahmand y Jones, 1969). Sin embargo otras rocas son asociadas con vertisoles como los gneiss y areniscas (Bal, 1935). Según Mohr *et al* (1972), también pueden encontrarse sobre esquito, gabro dolomita y serpentina. El aluvi3n es el principal material genético de los vertisoles (Blokhis *et al.* 1964 cit por Wilding, L. P. *et al*, 1983).

La característica del relieve propicia el acarreo y la acumulaci3n en terrenos planos o semiplanos, necesaria para la presencia en esta unidad de mapeo del 3rden vertisol, adem3s las condiciones climáticas de la regi3n con respecto a temperatura y precipitaci3n son parte formadora de estos suelos, ya que los mismos requieren por lo menos una 3poca seca durante el a3o, que es cuando tienen las grietas profundas y anchas, diagnosticas del proceso. El material que queda entre las grietas es de densidad aparente elevada. Por lo general, tienen poca materia orgánica pero una saturaci3n de bases alta y est3n dominados por la montmorillonita.

## **2. 7. Unidad de Mapeo Tlaquiltenango**

Esta unidad se localiza al norte del 3rea de estudio, tienen una superficie de 70.1 km<sup>2</sup>, que representa el 12 % de la superficie municipal. Se ubica a una altitud de 900 a 1100 msnm; presenta clima calido subhúmedo, con temperatura de 25°C y precipitaci3n de 800 mm por a3o; con presencia de sequía intraestival en el mes de julio. La geología es aluvial con presencia de algunos otros materiales. Presenta un

relieve de valles planos. El uso actual del suelo es de agricultura de riego y temporal, se presentan algunas zonas cubiertas de selva baja caducifolia conservada. En esta unidad se ubican tres Órdenes de suelo: los Vertisoles, que se localizan en las partes planas ó semiplanas; posteriormente los Alfisoles que equivalen a los Luvisoles y los Molisoles equivalentes a los Feozems, que se ubican en áreas con pendientes suaves (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Ordenes de suelos de la Unidad de Mapeo Tlaquiltenango.**

CLASIFICACIÓN USDA				CLASIFICACIÓN FAO/UNESCO 1989	
ORDEN	SUBORDEN	GRANDES GRUPOS	SUBGRUPOS	UNIDAD/SUBUNIDAD	
2	Molisol	Ustoll	Haplustoll	Typic Haplustoll	Feozems háplico
3	Vertisol	Ustert	Haplustert	Chromic Haplustert	Vertisol pélico
4	Vertisol	Udert	Hapludert	Chromic Haplustert	Vertisol pélico
28	Vertisol	Ustert	Haplustert	Typic Haplustert	Vertisol pélico
29	Alfisol	Ustalf	Haplustlaf	Vertic Haplustalf	Luvisol háplico

En esta unidad se ubican cinco perfiles, de los cuales se describen el 2, 28 y 29.

### **2. 7. 1. Descripción del Perfil 2 (Tabla II).**

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se ubica a 5 km al suroeste de la cabecera municipal de Tlaquiltenango, con una topografía plana y a una altitud de 900 msnm; el material geológico es aluvial y el clima es cálido subhúmedo; la vegetación es de selva baja caducifolia.

#### Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques subangulares, de tamaño fino y con un desarrollo moderado; el color en seco es pardo (7.5YR 4/2) y en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (7.5YR 3/2) y una textura media, con un epipedón mólico.

El horizonte B tiene una estructura en forma de bloques, de tamaño medio y un desarrollo moderado, presenta una acumulación de carbonatos abundantes.

### Características Físico-Químicas

El color en seco es pardo (7.5YR 4/2) en los primeros 36 cm de profundidad, posteriormente gris (5YR 5/2) en lo profundo del perfil, en húmedo, adquiere una coloración pardo grisáceo muy oscuro (7.5YR 3/2) superficialmente y gris rojizo oscuro (5YR4/2) en la parte inferior del perfil; la textura es franca y el pH es alcalino (8.3 a 8.4) en todo el perfil; el porcentaje de materia orgánica está con valores de (2.3 a 0.3) de manera descendente.

La capacidad de intercambio catiónico aumenta con la profundidad (27.5 a 35.5 meq/100 gr de suelo); el sodio es escaso en todo el perfil (0.1) así como el potasio (0.3); el calcio tiene valores altos (17.8 a 27.7 meq/100 gr de suelo); el magnesio tiene valores de 0.7 a 7.2 y el fósforo sólo aparece en los primeros 59 cm con valores de 1.7 a 0.9 ppm.

Clasificación USDA 1994:

El régimen es de humedad ústico y determinado como: *Typic Haplustoll*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Feozem háplico

### **2. 7. 2. Descripción del Perfil 28 (Tabla XXVIII).**

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se localiza en el km 5 de la carretera Tlaquiltenango-La Mezquitera, sobre un terreno plano, a una altitud de 1000 msnm, el material geológico es aluvial, el uso del suelo es agricultura de temporal y riego, con cultivo de caña de azúcar, sorgo y okra.

#### Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques, de tamaño medio y con un desarrollo moderado, el color en seco es gris oscuro (10YR 4/1) y en húmedo gris muy oscuro (5YR3/1), textura fina y con epipedon úmbrico.



## Características Físico-Químicas

El color en seco es gris oscuro (10YR 4/1) en los primeros 70 cm, posteriormente gris (7.5YR 6/1) y gris rosáceo (10YR 7/2); en húmedo tiene un color gris muy oscuro (5YR 3/1) en los 70 cm de profundidad y de 70 a 100 cm es gris oscuro (7.5YR 4/1); la densidad real está entre 2.5 y 2.3 gr/cm<sup>3</sup> en el perfil; la densidad aparente es menor de 1 gr/cm<sup>3</sup> en todo el perfil; la porosidad es mayor de 58% en todo el perfil, obteniéndose el valor más alto a una profundidad de 60 a 70 cm; las texturas que se presentan son arcillosas en todo el perfil; el pH medido con agua destilada es moderadamente alcalino (7.7 a 7.9) en todo el perfil y con cloruro de potasio, va de ligera a moderadamente alcalino (7.4 a 7.7); el porcentaje de materia orgánica es mayor (3.2 a 2.7) en los primeros 40 cm de profundidad y menor (1.5 a 0.9) en el resto del perfil.

Los valores de la capacidad de intercambio catiónico son mayores de 24 meq/100 gr de suelo en los primeros 80 cm de profundidad del perfil y en el resto del perfil son menores de 16; el porcentaje de saturación de bases es mayor del 50; el sodio tiene valores menores de 10 meq/100 gr de suelo, obteniéndose el más alto (9) de 20 a 30 cm; el potasio tiene valores menores de 3 meq/100 gr de suelo; el calcio tiene valores menores de 12 meq/100 gr. de suelo, obteniéndose el valor más alto en los primeros 10 cm; el magnesio aparece con valores bajos (6.3 a 1.1 meq/100 gr de suelo); el fósforo está presente en pequeñas cantidades con un rango de (0.1 a 1.6 ppm) de manera descendente en todo el perfil.

## Clasificación USDA 1994

Son suelos que presentan grietas de más de un cm de espesor, a través de una profundidad de 50 cm y se localizan en un régimen de humedad ústico. Por lo anterior se determinó como: *Typic Haplustert*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Vertisol pélico.

### **2. 7. 3. Descripción del Perfil 29 (Tabla XXIX).**

#### Condiciones Ecológicas

Este perfil se localiza en el km 8 de la carretera Tlaquiltenango-La Mezquitera y se ubica en un terreno de lomeríos, a una altitud de 1000 msnm; el material geológico es aluvial, el uso del terreno es de agricultura de riego y temporal, con relictos de selva baja caducifolia.

#### Morfología

El horizonte A tiene una estructura en forma de bloques subangulares, de tamaño fino y con un desarrollo débil, el color en seco es gris rojizo (5YR 5/2) y en húmedo negro (10YR 2/1), textura fina y el horizonte A se denomina ócrico.

#### Características Fisico-Químicas

El color en seco es gris rojizo (5YR 5/2) en los primeros 30 cm, posteriormente tiene un gris rosáceo (5YR 7/2), gris claro (10YR 7/2) y de 50 a 110 cm de profundidad es de color pardo muy pálido (10YR 8/3), el color en húmedo es negro (10YR 2/1) en los primeros 30 cm de profundidad, posteriormente gris pardusco claro (10YR 6/2) y de 50 a 110 cm tiene color amarillo olivo; la densidad real tiene valores de 2.3, a 2.6 gr/cm<sup>3</sup> de manera discontinua; la densidad aparente de 1.3 gr/cm<sup>3</sup> en todo el perfil; el porcentaje de porosidad es mayor de 53 también en todo el perfil; las texturas son del tipo arcilloso en todo el perfil; el pH medido con agua destilada es alcalino (8.1 a 8.4) y moderadamente alcalino (7.7 a 7.9) de 10 a 30 cm de profundidad, con cloruro de potasio es de ligera a moderadamente alcalino (7.6 a 8.0) de manera descendente en el perfil; el porcentaje de materia orgánica es medio 3.91, 3.33 en los primeros 20 cm de profundidad, de 20 a 30 cm y de 70 a 110 cm son menores de 2% y de 30 a 70 cm son menores de 1%.

La capacidad de intercambio catiónico está en un rango de 24 a 32 meq/100 gr de suelo; el porcentaje de saturación de bases es mayor de 50; el sodio presenta valores menores de 8 meq/100 gr de suelo; el potasio tiene valores menores de 5 meq/100 gr de suelo; los valores que presenta el calcio están en un rango de 21 y 23 meq/100 gr

de suelo y el magnesio muestra valores menores de 24 meq/100 gr de suelo; el fósforo está presente en cantidades de 2.3 a 0.1 ppm de manera descendente en el perfil.

Clasificación USDA 1994

Son suelos con un régimen ústico, un epipedon ócrico y un horizonte argílico; la superficie del suelo mineral tiene una anchura mayor de un cm. Se determinó como: *Typic Haplustalf*.

En la clasificación FAO/UNESCO (1989) equivaldría a la clase de Luvisol háplico.

#### **2. 7. 4. Génesis de la unidad de mapeo Tlaquiltenango**

Esta unidad de mapeo, está regida por el material parental ígneo y principalmente aluvial, de manera que la composición y la edad de los materiales eruptivos es un determinante directo junto con el clima y la geomorfología, de las características genéticas y morfológicas de los suelos presentes. Por el origen reciente del material en esta unidad de mapeo los Órdenes presentes son los Alfisoles, Molisoles y Vertisoles,

En términos globales la distribución de los Órdenes está condicionada por las acciones morfoclimáticas que han trabajado diferencialmente el material parental y han provocado una morfogénesis y pedogénesis favorable a la primera, es por ellos que los Alfisoles, Molisoles y Vertisoles se ubican en taludes inferiores y planicies acumulativas antiguas y recientes del tipo aluvial y lacustre, las cuales se extienden por debajo de los 1000 msnm.

Los Alfisoles son suelos en superficies terrestres jóvenes, tiene cantidades mayores de arcilla en el horizonte B respecto al A. Los típicos son de regiones templadas húmedas y subhúmedas (Buol *et al* 1985), ésta última condición es la que se presenta en el área de estudio. La morfología distintiva de los alfisoles es caracterizada por horizontes prominentes de iluviación, de la cual los productos principales son las arcillas (Wilding L. P., *et al.* 1983).

Estos suelos tienen un epipedón ócrico, un horizonte argílico y una saturación de bases de moderada a elevada; el agua es retenida a una tensión menor de 15 bar cuando menos durante tres meses al año en la estación de crecimiento. Puede haber presentes otros horizontes accesorios.

El proceso más importante que se presenta es la haploidización por perturbación arcillosa; el contenido de arcilla (>35%) y el predominio de arcilla de dilatación, a razón de 2:1 (Buol, *et al.*, 1986). El ambiente de intemperización del perfil debe ser de índole tal que las arcillas dilatables, no se vean intemperizadas o distribuidas en capas, a tal punto que se destruyan sus capacidades de dilatación. Cuando alcanzan los requisitos de arcilla entonces se efectúa el proceso de vertolización.

### 3. Clasificación de los suelos.

En el cuadro siguiente se observan los Órdenes de suelos, el Suborden, el Gran grupo y el número de perfiles representados en el área de estudio.

**Cuadro 18. Clasificación de los suelos Soil Taxonomy (USDA, 1994)**

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	PERFILES
Mollisol	Ustoll	Haplustoll	1, 2, 5, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27,
Vertisol	Ustert	Haplustert	3, 4, 20, 28, 30
Alfisol	Ustalf	Haplustalf	10, 29
Entisol	Orthent	Ustorthent	6, 7, 15, 17, 18

La formación de suelos depende de los siguientes cinco factores: material de origen, el clima, los organismos, la pendiente y el tiempo (Chávez, 1990).

Uno de los factores contemplados en el presente trabajo y que fue parte fundamental en las formaciones de las unidades edáficas es el relieve, que es decisivo en la formación de los suelos. De manera que la formación de uno sobre ladera difiere de otro formado en zona plana porque el agua percolante en el primer caso es lateral a través del perfil; en un suelo superficial estará sujeto a erosión con la pérdida evidente de bases, y ganancia de éstas por parte del terreno de la parte plana (Meza, 1988).

Antes de la formación del suelo y durante ella, el relieve está relacionado con la naturaleza del material parental de los suelos. En los deltas amplios de los ríos, las crestas de levantamientos naturales cerca de los canales de la corriente tienen materiales más gruesos que las zonas por bajo de dicho levantamiento, que son casi planas y tienen el material inicial de textura más fina (Russell, 1967).

En la presente investigación los perfiles con textura fina se localizan en las zonas planas y los perfiles con textura gruesa están ubicados en pendientes abruptas y semiplanas. Lo cual coincide con lo mencionado por Buol, *et al.*, (1986), quienes además agregan que las relaciones más evidentes entre una propiedad del suelo y el relieve se producen probablemente en zonas húmedas, donde los suelos en un relieve casi plano tienden a tener mayor profundidad superficial que los de las laderas.

El clima es otro de los factores que influyen en los procesos formadores del suelo. Las dos características que se miden con mayor frecuencia y que se han correlacionado con las propiedades de los suelos son las precipitaciones pluviales y la temperatura; estas características influyen en el control de algunas de las reacciones químicas y físicas que tienen lugar en los suelos, en el control del factor orgánico y, hasta cierto punto, en los del relieve y el tiempo, mediante la erosión y la deposición de materiales (Buol, *et al.*, 1986).

#### **4. Importancia de las Unidades de Mapeo.**

El primer anteproyecto de las definiciones de unidades de suelo fue discutido en mayo de 1964 y más tarde en el 8° Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo en Bucarest, Rumania en el mismo año. Posteriormente, en el Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo en Adelaida en 1968, se presentó el primer esquema del mapa de suelos del mundo (López, 1991).

El mapa de suelos muestra el patrón de ocurrencia y la distribución geográfica de las diferentes clases de suelos, por lo que se le puede considerar como un agregado de

unidades de mapeo cuyo contenido pedológico se caracteriza y se describe, mediante el uso de unidades taxonómicas (López, *op cit.*).

##### **5. El uso actual del suelo de las Unidades de Mapeo.**

En este estudio se analizaron 30 perfiles, describiéndose 16 los cuales son los representativos de las unidades de mapeo presentes en el área de estudio. La importancia de conocer las características y propiedades de los suelos, permite evaluar y programar la aptitud y limitantes de los mismos para el mejor uso y manejo.

El actual uso de las unidades de mapeo esta regido por las características propias de los suelos presentes y las necesidades de la población, de acuerdo a esto las unidades que soportan la parte forestal del área de estudio son: Huautla, Chimalacatlán, Vázquez y Santa María, la cual representa el 77% del total de la superficie municipal. Sin embargo, estas unidades de mapeo son utilizadas, para uso pecuario y agrícola, sobre todo en las partes bajas.

Con respecto al uso de las unidades de mapeo La Mezquitera, Coaxintlán, Vázquez y Tlaquiltenango son para uso agrícola, el cual representa el 9% del total de la superficie municipal. Los cultivos presentes son maíz, caña de azúcar, sorgo de grano, arroz y jicama; destacando que el cultivo de maíz es de subsistencia y se siembra en pequeñas áreas en todo el municipio en la modalidad de temporal principalmente y riego.

En las unidades de mapeo Tlaquiltenango y Vázquez destacan los cultivos caña de azúcar, sorgo de grano, arroz y jicama y en los últimos años okra, los cuales son sembrados en la modalidad de riego y temporal, utilizando maquinaria.

## VII. CONCLUSIONES

En este estudio se determinaron siete unidades de mapeo representadas por asociaciones de suelos, caracterizadas en función de unidades fisiográficas basadas en el relieve, la altitud, la litología, el clima y el uso del suelo. Las unidades de mapeo de suelos fueron representadas cartográficamente, lo que permitió diferenciar cuatro Órdenes de suelos -según la *Soil Taxonomy* (USDA)- que corresponden a los Órdenes Molisol, Vertisol, Alfisol y Entisol y su equivalencia en el Sistema FAO/UNESCO 1989, que son: Feozem, Leptosol, Vertisoles, Fluvisoles, Luvisoles, Regosoles y Litosoles .

La diversidad de suelos presente en el municipio de Tlaquiltenango está directamente relacionada con los factores formadores del suelo, cuyo resultado son las unidades de mapeo que muestran diferentes potencialidades de los suelos. Al contar con la información contenida en estas unidades es posible establecer sus usos más adecuados lo que implica una gran ventaja cuando se trata de trabajarlos de manera eficiente y provechosa. Además ofrece las asociaciones de suelos a nivel cartográfico, lo que representa una herramienta útil en el proceso de planeación de las actividades agropecuarias y forestales.

Reconocer la vocación natural de los suelos y evitar los cambios de su uso evitará su degradación y redundará en una mayor productividad. En algunos casos, es necesario favorecer su rehabilitación para reincorporarlos a su vocación natural.

### VIII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- Aguilera, H. N. 1990. *Tratado de Edafología de México*. Tomo I. México, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F. 222 p.
- y V. I. Domínguez, R. 1984. *Metodología de análisis físico-químicos de suelos. Laboratorio de Edafología..* Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F. 34 p.
- Ahmad, N. y R. L. Jones. 1969. Genesis, chemical properties and mineralogy of lime stone derived soil, Barbados. West Indies. Trop. Agric. (Trinidad). 46:1-15.
- Arias, A. D. M. y O. Dorado, R. 1994. Reserva Triestatal de la Cuenca del Río Balsas. En: *Retos de la ecología en México*. Edit. Porrúa. México, D. F. p. 315-336.
- Aubert, G. 1965. *Soil Classification*. Tables Used by the Pedology of ORSTOM (1965) for Soil Classes, Subclasses, Groups and Subgroups. Can. Pedol. ORSTOM 3, p. 269-288.
- , 1968. Classification des Sols Utilisée par les Pedologues Francais. En: *World Soil Resources*. Report 32, FAO, Roma, Italia. p. 78-94.
- Bal, D. V. 1935. Some aspects of the black cotton soil of the Central Provinces. Trans. 3<sup>rd</sup> Int. Congress Soil Sci. 3:154-158.
- Baldwin, M., C. E. Kellogg y J. Thorp. 1938. Soil Classification. En: *Soils and Men*. Yearbook of Agriculture. Washington, U. S. Dept. Agr. U. S. Govt. Printing Office. p. 979-1001.
- Baver, L. D. 1956. *Soil Physics*. New York. John Wiley. 280 p.
- Bollo, M. M. 1982. *Compendio de geografía de suelos*. La Habana, Cuba. Facultad de Geografía de la Universidad de la Habana. 338 pp.
- Bouyoucos, G. J. 1963. Direction for Making Mechanical Analysis of Soil by Hydrometer Method. *Soil Sci*. 42:25-30.
- Bramao, J. 1968. *Soil Classification*. Citado En: FAO/UNESCO. Roma, Italia.
- Buol, S. W., D. Hole, F. y J. McCracken R. 1986. *Génesis y clasificación de suelos*. Mexico, Trillas. 417 p.
- CETENAL, 1980. Cartas edafológicas. SPP. Comisión de Estudios del Territorio Nacional.
- Cline, M. G. 1949. Basic Principles of Soil Classification. *Soil Sci*. 67:81-91.



- Coffey, G. N. 1912. A Study of the Soils of the United States. En: *Soil Bull.* 85. Washington. U. S. Govt. Printing Office, U. S. Dept. Agr. Bur.
- Cuanalo, C. H. E. 1972. *Numerical Studies in Soil Distribution*. Tesis de Doctorado. Oxford.
- 1990. *Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo*. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 40 p.
- Comisión Nacional del Agua 1995. *Censo de Aprovechamiento Subterráneo de Agua del Estado de Morelos*. Gerencia Estatal Morelos, Subgerencia Técnica-Departamento de Aguas Subterráneas. 60 p.
- Dirzo, R. 1992. Diversidad florística y estado de conservación de las selvas tropicales de México. En: Sarukhan y Dirzo (Comp.), México ante los retos de la biodiversidad. CONABIO. México, D. F. p. 283-290.
- Dorado, R. O. R. 1994. *Los recursos bióticos en la Sierra de Huautla*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Boletín 1. Cuernavaca, Morelos. 27 p.
- Dudal, R. 1969. About the legend of the FAO/UNESCO Soil Map of the World. Technica Work-planning, Conf. National Cooperative Soil Survey. Charleston, South Carolina. USA.
- Dokuchaiev, V. V. 1883. Russian Chernozem Selected Works, Vol. *Israel Progr. Sci.* Translated by U.S.P.A., 1967.
- Fallou, F. A. 1862. *Pedologie oder allgegemeine und besondere Bodenkunde*. Dresden, Alemania.
- Flores-Castorena, A. y O. Dorado R. 1995. *Guía de excursiones*. XIII Congreso Mexicano de Botánica. Cuernavaca, Mor. 40 p.
- Fries, J. C. 1960 Geología del estado de Morelos y partes adyacentes de México y Región Central Meridional de México. Bol. 60. UNAM/Instituto de Geología. México, D. F. 236 p.
- FitzPatrick, E. A. 1984 *Suelos, su formación, clasificación y distribución*. CECSA. México, D. F. 430 p.
- García, E., R. Vidal, L. Tamayo, T. Reyna, R. Sánchez, M. Soto y E. Sotelo. 1975. Precipitación y probabilidad de lluvia en los estados de Guerrero, Distrito Federal y Morelos. CETENAL. México, D. F.
- 1987. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Offset Larios. México, D. F. 217 p.

- Gerasimov, I. P. 1968. World Soil Maps Compiled by Soviet Soil Scientists. In: *World Soil Resources Report 32*. FAO. Roma, Italia. p. 25-77.
- , A. A. Zavalishin, y E. N. Ivanova, 1939. A New Scheme of a General Soil Classification for the USSR (Novaya shkema obshchei klassifikatsii pochva SSSR). *Pochvovedeniye* 7:10-43.
- Glinka, 1931. Treatise on Soil Science (pochvovedeniye). 4a. ed. (Traducido del ruso por A. Gourevich) Israel Prog. for Sci. Trans. Jerusalén, 1963. Disponible en U. S. Dept. Commerce, Washington.
- Guerrero, G. M. A. 1993. Suelos agropecuarios del estado de Morelos. Cuernavaca, Mor. UNAM/CRIM. 317 p.
- Hernández, M. E. 1989. Medidas de Aridez. En: *Atlas Nacional de México*. México, UNAM/Instituto de Geografía. Carta de Clima IV.4.9.
- Hilgard, E. W. 1911. A Report on the Relations of Soil to Climate. U. S. Dept. Agr. Weather Bull. 3:1-59.
- Hole, F. D. y G. A. Nielsen. 1968. *Some processes of soil genesis under prairie*. Proc. Symp. on prairie and prairie restoration. Knox College, Galesburg, Ill. págs. 28-34.
- Jackson, M. L. 1982. *Análisis químico de suelos*. Edit. Omega Barcelona, España. 662 pp.
- Jiménez, L. J. 1992. Cálculo del clima de acuerdo al segundo sistema de Thornthwaite. 3ª. ed. México, SARH Departamento de suelos, Apuntes mimeografiados.
- Kovda, V. A., B. G. Rozanov y Y. M. Samoylova. 1969. *Soil Map of the World*. In: *Soviet Soil Sci.*, 1:1-9 . (Traducido por W. M. Johnson del Priroda, 1968, 12:2-7).
- Kowalinski, S. 1966. Atempt at a New Classification of the Soils of Europe. In: *Soviet Soil Sci.*, 3:76-79. (Traducido por Pochvovedeniye, 1966, 3:37-41).
- Leet, L. D. y S. Judson. 1989. Fundamentos de Geología Física. Limusa. México, D. F. 450 p.
- Liverosky, Yu. A. 1969. Some Unresolved Problems in Classification and Systematization of USSR Soils. En: *Soviet Soil Sci.*, 1:106-16. (Traducido por Pochvovedeniye, 1969, 2:119-30).
- López, E. 1979. *Geología de México*. Tesis Reséndis, tres tomos. México, D. F.

- López, G. J. 1991. Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca baja del río Pílon-Casillas, Nuevo León, México. UNAM/Facultad de Ciencias Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología). México, D. F. 193 p.
- Lugo, J. 1982. La geomorfología moderna y su importancia en los estudios del relieve mexicano. En: Boletín 12. UNAM/Instituto de Geografía. México, D. F. pp. 7-18.
- Maderey, R. L. E. 1991. Evapotranspiración real. En: *Atlas Nacional de México*. México, UNAM/Instituto de Geografía. Carta de Hidrogeografía IV.6.6.
- Maples-Vermeersch, M. 1992. Regímenes de humedad del suelo. En: *Atlas Nacional de México*. México, UNAM/Instituto de Geografía. Carta de Hidrogeografía IV.6.2.
- Marbut, C. F. 1922. Soil classification. In: *Am. Assoc. Soil Survey Workers, 2nd Annual Rept. Bull.* 3:24-32
- , 1927. A Scheme for Soil Classification. Proc. and Papers, 1st International Congr. En: *Soil Sci.* Washington 4:1-31.
- , 1935. Soils of the United States. En: *USDA Atlas of American agriculture*, Parte 3, Página de predicción No. 8.
- Mejía, C. L. 1980. Conceptos básicos comunes a la pedología y geomorfología. Bogotá, Colombia. Centro Interamericano de Fotointerpretación, Unidad de Suelos y Agricultura 278 p.
- Meza, P. E. 1988 Contribución al conocimiento edafológico de los municipios de Tlayacapan, Oaxtepec y Yautepec del estado de Morelos. México, UNAM/Facultad de Ciencias, Tesis de Licenciatura. 100 p.
- Mill, J. S. 1925. A System of Logic. 8a ed.. Longmans, Gren, and Co. Londres.
- Miranda F. y E. Hernández X. 1963 Los tipos de vegetación de México y su clasificación. En: *Bol. Soc. Bot. de México*. 28:29-179.
- Morh, E. C. J., F. A. Van Baren y J. Van Schuylenborgh. 1972. Tropical soils, Mouton, The Hague. 481 pp.
- Morales, S. M. 1996. IV Jornadas Ecológicas Plan de Amilpas. En: *Boletín Enrique Beltrán*, vol. II núm. 3. Cuautla, Mor. 32 p.
- Mudarra, G. J. L. 1988. *Reconocimiento de los suelos de la comarca de El Aljarafe*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, IRNA. Sevilla, España. 110 p.
- Munsell. 1992. *Munsell Soil Color Charts*. Munsell U.S.A. Color Co.

- Nikiforoff, C. C. 1949. Weathering and soil evolution. *Soil Sci.* 67:219-230.
- Oakes, H. y J. Thorp. 1951. Dark clay soil of warm regions variously called rendzina, black cotton soil, regurs and tirs. *Soil Sci. Am. Proc.* 15:347-354.
- Ortiz, V. B. y C. A. Ortiz, S. 1987. *Edafología*. Chapingo, Méx. Departamento de Suelos. 372 p.
- Ortiz, S. C. A. y M. C. Gutiérrez C. 1995. *Claves para la Taxonomía de Suelos*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Publicación Especial No. 3. 305 p.
- Palacios, J. 1983. Geomorfología de la región de Cuernavaca-Tenancingo-Ixtapan de la Sal, en los estados de Morelos y México. En: *Boletín* No. 13. UNAM/Instituto de Geografía. México D. F. p. 105-130.
- Pennington, T. O. y J. Sarukhán, K. 1968 *Manual de identificación de los principales árboles tropicales de México*. México, SAG/Inst. Nac. Inv. Forestales. p. 3-46.
- Pérez-Villegas G. 1989. Insolación anual. En: *Atlas Nacional de México*. México, UNAM/Instituto de Geografía. Carta de Clima IV.4.1.
- Prasolov, L. I. 1931. *A Unified nomenclature and the Fundamentals of Genetical Soil Classification* (O edinol nomenklature y osnovakh genetischkoi oi klassifikatsii pochva). *Pochvovedeniye*, No. 8.
- Reyna, T. T. 1991. Fluctuaciones y sugerencias agroclimáticas en la Cuenca del Valle de México. En: *Oswald, U. y J. Serrano. (Coords.) Ciudad de México: recursos para su alimentación*. UNAM/CRIM. Cuernavaca, Morelos. p. 77-117.
- Richthofen, F. F. Von. 1886. *Führer für Forschungseinsende*. Berlín.
- Riecken, F. F. y E. Poetsch. 1960. Genesis and classification considerations of some prairie-formed soil profiles from local aluvion in Adair Country. Iowa. *Proc. Iowa Acad. Sci.* 67:268-276.
- Rosov, N. N., y E. N. Ivanova, 1968. Soil Classification and Nomenclature Used in Soviet Pedology, Agriculture, and Forestry. In: *World Soil Resources Report 32*. Roma, Italia. FAO, p. 53-77.
- Russell, R. J. 1967. Rivers plains and sea coasts. Univ. Calif. Press. Berkeley.
- Rzedowsky, J. 1978 *La vegetación de México*. Limusa. México, D. F. 432 p.
- 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Act. Bot. Méx.*, 14:3-21.

- Secretaría de Gobernación. 1990. *Los municipios de Morelos*. Colección: Enciclopedia de los municipios de México. México. 135 p.
- Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Carta Geológica, Topográfica, Edafológica. Esc. 1:50 000 E 14 B 61 Tepalcingo, E 14 B 71 Huehuetlán, E 14 A 79 Tilzapotla y E 14 A 69 Jojutla de Juárez, México.
- Secretaría de Recursos Hidráulicos. 1976. *Atlas del Agua de la República Mexicana*. Edición especial. México. 253 p.
- Sibertsev, N. M. 1901. Soil Science (Pochvovedeniye). En: *Selected Works (Izbrannye Sochineniya)*, vol. 1 (Traducido del ruso por N. Kaner) Israel Prog. For Sci Trans., Jerusalén, 1966.
- Simonson, R. W. 1959. Outline of a Generalized Theory of Soil Genesis. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 23:152-156
- Smith, G. D. 1965. Lectures on Soil Classification. En: *Pedologie Special Tissue 4* Gante Bélgica. Belgian Sc. Soc. Romier 6.
- Soil Survey Staff. 1960. Soil Classification, a Comprehensive System 7th Approximation. Washington, U. S. Dept. Agr. U.S. Govt. Printing Office.
- , 1964. *Supplement to Soil Classification System 7th Approximation*. Washington. U. S. Dept. Agr. U.S. Govt. Printing Office.
- , 1967. *Supplement to Soil Classification System 7th Approximation*. Washington. U. S. Dept. Agr. U.S. Govt. Printing Office.
- , 1994. Keys to Soil Taxonomy. Washington. U. S. Dept. Agr. U.S. Govt. Printing Office.
- , 1995. *Claves para la taxonomía de suelos, versión 1994*. Traducción de Carlos A. Ortiz Solorio, Ma. del Carmen Gutierrez Castorena y Jorge Luis García Rodríguez. Primera Edición en Español. 1995. Publicación Especial 3. Chapingo, México. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (SMCS). 306. p.
- Taboada, S. M. 1981. *Aportación al conocimiento frutícola con enfoque etnobotánico y ecológico en el estado de Morelos*. Cuernavaca, Mor. Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Tesis Licenciatura. 87 p.
- T. Reyna T. y R. Oliver G. 1992. *Manual de temperaturas de estado de Morelos*. Cuernavaca, Mor. UAEM/Facultad de Ciencias Biológicas. 96 p.

- R Oliver G. y T. Reyna T. 1993. *Manual de precipitación del estado de Morelos, periodo 1927-1991*. Cuernavaca Mor. UAEM/Facultad de Ciencias Biológicas 59 p.
- T. Reyna T., R. Oliver G. y M. Beltrán B. 1993. *Evaluación de la sequía intraestival en el estado de Morelos*. Cuernavaca, Mor. UAEM-FOMES/Dirección General de Investigación y Postgrado. 78 p.
- . 1995 Condiciones climáticas del área de protección de flora y fauna silvestre "Corredor Biológico Chichinautzin", en el estado de Morelos. En: *Manejo Integral del "Corredor Biológico Chichinautzin"* (fnédito).
- Tamhane, R. V., D. P. Montiramani, Y. P. Bali y R. L. Donahue 1986. *Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales*. México. Diana. 453 p.
- Thaer, A. D. 1853. *Grundsäte der Rationellen Landwirtschaft*, 5a. ed. (Originalmente publicado como Vols. 1-4, 1809,-10, 12).
- Thorp, J. y G. D. Smith, 1949. Higher Categories of Soil Classification: Order, Suborder, and great soil rops. En: *Soil Sci.* 67: 117-26.
- Trejo, I. 1996. Características del medio físico de la Selva Baja Caducifolia en México. En: *Boletín del Instituto de Geografía* N°. 4, México. pp. 95-110.
- Vidal, R. 1980. *Algunas relaciones clima-cultivos en el estado de Morelos*. México, UNAM/Instituto de Geografía. 96 p.
- Wilding, L. P., N. E. Smeck and G. F. Hall. 1983. *Pedogenesis and Soil Taxonomy II the soil orders*. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, The Netherlands. 399 pp.

# A N E X O

TABLA I. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Densidad real g/cc	Densidad aparente g/cc	Porosidad %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	pH KCl 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meg/100 g					P ppm
																Na+	K+	Ca++	Mg++	P	
-0-10	10YR5/2	Pardo grisáceo	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.00	1.05	47.5	37.2	28.8	34.0	Migajón arcilloso	7.9	7.7	5.2	74.6	4.2	0.4	11	5	2.1	
10-20	10YR5/2	Pardo grisáceo	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.38	1.05	55.8	51.2	19.2	29.6	Migajón arcilloso	7.9	7.7	2.8	80.8	4.0	0.2	11	5	1.9	
20-30	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.17	1.05	55.6	35.8	27.4	36.8	Migajón arcilloso	7.9	7.7	3.1	78.8	3.1	0.4	11	6	2.0	
30-40	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	1.92	1.06	44.7	40.4	19.6	40.0	Arcilla	7.9	7.8	1.8	83.6	2.9	0.2	16	6	1.6	
40-50	10YR5/2	Pardo grisáceo	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.17	0.71	67.2	44.0	19.2	36.8	Arcilla	7.9	7.8	1.8	56.5	2.3	0.1	10	4	1.3	
50-60	5YR6/3	Pardo rojizo claro	5YR4/4	Pardo rojizo	2.32	0.70	70.5	40.8	18.8	40.4	Arcilla	7.9	7.8	0.5	73.0	3.9	0.9	9	3	0.9	
60-70	5YR6/3	Pardo rojizo claro	5YR4/4	Pardo rojizo	2.50	0.80	66.0	48.2	11.4	40.4	Arcilla	7.8	7.7	0.1	98.0	2.0	0.6	12	5	0.9	
70-80	5YR6/2	Gris rosáceo	5YR4/4	Pardo rojizo	2.27	1.13	50.2	44.0	19.2	36.8	Arcilla	7.9	7.8	1.2	73.8	1.9	0.4	8	3	0.8	
80-90	5YR6/2	Gris rosáceo	5YR4/4	Pardo rojizo	2.38	1.28	46.2	40.8	29.8	34.4	Migajón arcilloso	7.9	7.3	0.8	93.8	3.0	0.4	16	5	0.4	
90-100	5YR6/2	Gris rosáceo	5YR4/4	Pardo rojizo	2.63	1.21	53.9	41.8	23.4	34.8	Migajón arcilloso	8.1	7.8	0.5	81.0	5.0	0.3	13	6	0.1	
100-110	5YR6/2	Blanco rosáceo	10YR6/3	Pardo rojizo claro	2.38	1.17	50.8	41.6	24.4	34.0	Migajón arcilloso	8.1	7.8	0.3	88.1	4.0	0.4	11	7	0.1	
110-120	5YR6/2	Blanco rosáceo	10YR6/3	Pardo rojizo claro	2.38	1.21	49.1	39.5	24.4	36.0	Migajón arcilloso	8.2	7.7	0.3	88.9	3.5	0.4	16	5	0.1	

MUNICIPIO: Tlaquiltenango

CLIMA: Awo\*(w)lg

ALTITUD: 1050 msnm

ESTADO: Morelos

USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

PERFIL No. 1

LOCALIZACIÓN: 3 Km al oeste de la cabecera municipal

MATERIAL PARENTAL: Caliza

TOPOGRAFÍA: Piedemonte

CLASIFICACIÓN FAO: Leptosol rendzínico

CLASIFICACIÓN USDA: *Typic Rendolls*



TABLA II. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 2  
 LOCALIZACIÓN: Surcoeste de Tlaquiltenango  
 MATERIAL PARENTAL: Aluvial  
 TOPOGRAFÍA: Plana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozems háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Typic Haplustol*

MUNICIPIO: Tlaquiltenango  
 CLIMA: Awo<sup>c</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 800 msnm  
 USO ACTUAL: Cultivo de temporal

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meq/100 g					
													Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm	
A1	0-36	7.5YR4/2	Pardo	7.5YR3/2	Pardo grisáceo muy oscuro	42	36	22	Franco	8.3	2.5	66.1	27.5	0.1	0.3	17.8	0.7	1.7
Bc1	36-59	5YR5/2	Gris	5YR4/2	Gris rojizo oscuro	38	40	22	Franco	8.3	0.9	49.5	35.5	0.1	0.3	14.4	2.8	0.9
Bc21	59-100	5YR5/2	Gris	5YR4/2	Gris rojizo oscuro	38	42	22	Franco	8.4	1.5	90.0	34.3	0.1	0.3	27.7	2.8	---
Bc22	100-150	5YR5/2	Gris	5YR4/2	Gris rojizo oscuro	38	40	22	Franco	8.4	0.3	83.5	34.0	0.1	0.3	20.8	7.2	---

TABLA III. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 3  
 LOCALIZACIÓN: Noroeste de Tlaquiltenango  
 MATERIAL PARENTAL: Aluvial  
 TOPOGRAFÍA: Plana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Vertisol pélico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Chromic Haplustert*

MUNICIPIO: Tlaquiltenango  
 CLIMA: Awo<sup>c</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 1000 msnm  
 USO ACTUAL: Agricultura de riego y temporal

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meq/100 g					
													Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>		
A11	0-33	2.5YR5/1	Gris rojizo	2.5YR 4/1	Gris rojizo oscuro	24	18	58	Arcilla	7.5	5.0	71.3	67.8	0.2	1.1	44.3	2.8	2.8
A12	33-70	2.5YR5/1	Gris rojizo	2.5YR4/1	Gris rojizo oscuro	24	18	58	Arcilla	7.7	0.8	76.6	63.8	0.8	1.0	44.3	2.8	2.8
B2	70-100	2.5YR6/1	Gris rojizo	2.5YR3/1	Gris rojizo oscuro	24	16	60	Arcilla	7.7	0.4	81.1	62.5	2.1	1.3	42.5	4.8	4.8

TABLA IV. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 4  
 LOCALIZACIÓN: Noroeste de Xicatlacotta  
 MATERIAL PARENTAL: Aluviat  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Vertisol pélico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Chromic Hapluster*

MUNICIPIO: Tlaquiltenango  
 CLIMA: Awo<sup>o</sup>(w)ig  
 ALTITUD: 900 msnm  
 USO ACTUAL: Agricultura de riego y temporal

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Mecq/100 g					
													CICT	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm
A11	0-19	10YR5/1	Gris	10YR4/1	Gris oscuro	32	22	46	Arcilla	8.2	2.1	74.7	23.0	0.1	1.4	14.4	1.3	1.6
A12	19-42	10YR7/2	Gris claro	10YR6/1	Gris	28	28	40	Arcilla	8.2	2.9	82.2	24.0	0.1	0.7	18.4	0.6	1.1

TABLA V. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 5  
 LOCALIZACIÓN: Noroeste de Valle de Vázquez  
 MATERIAL PARENTAL: Areniscas  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN DELSUELO: Feozems háptico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*

MUNICIPIO: Tlaquiltenango  
 CLIMA: Awo<sup>o</sup>(w)ig  
 ALTITUD: 1050 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Mecq/100 g					
													CICT	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm
A1	0-15	7.5YR2/1	Negro	5YR2/1	Negro	38	24	38	Franco arcilloso	7.4	8.8	90.9	57.5	0.1	0.3	49.3	1.6	1.2

TABLA VI. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 6  
 LOCALIZACIÓN: Suroeste de Xicatlacotla  
 MATERIAL PARENTAL: Lutita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN DEL SUELO: Regosol eútrico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Ustorthent*

MUNICIPIO: Tiaquiltlenango  
 CLIMA: Awo<sup>7</sup> (w)lg  
 ALTITUD: 850 msnm  
 USO ACTUAL: Agricultura de temporal

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Mec/100 g					
													CICT	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm
Ac	0-20	10YR5/3	Pardo grisáceo	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	54	26	20	Migajón arenoso	7.8	2.5	70.7	32.8	0.5	0.6	21.4	0.7	2.2

TABLA VII. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 7  
 LOCALIZACIÓN: Norte de Coxintlán  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN DEL SUELO: Feozem lítico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Argiustoll*

MUNICIPIO: Tiaquiltlenango  
 CLIMA: Awo<sup>7</sup> (w)lg  
 ALTITUD: 850 msnm  
 USO ACTUAL: Agricultura de temporal

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Mec/100 g					
													CICT	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm
A1	0-15	5YR4/2	Gris rojizo oscuro	5YR2.5/2	Pardo rojizo oscuro	58	18	24	Migajón arcillo arenoso	6.6	3.9	85.6	22.5	0.03	0.9	15.0	3.3	3.6
B1	15-48	5YR5/3	Pardo rojizo	5YR2.5/2	Pardo rojizo oscuro	34	10	56	Arcilla	6.2	1.2	83.4	41.5	0.04	1.3	28.9	4.4	2.1

TABLA VIII. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 8  
 LOCALIZACIÓN: Noroeste de Coaxintlán  
 MATERIAL PARENTAL: Caliza  
 TOPOGRAFÍA: Semi plana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*  
 MUNICIPIO: Tiaquitenango  
 ESTADO: Morelos  
 CLIMA: Awo\*(w)lg  
 ALTITUD: 1000 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meq/100 g					
													Na	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm	
A11	0-20	7.5YR3/2	Pardo	5YR3/1	Gris muy oscuro	46	24	30	Migajón arcillo arenoso	5.6	3.6	88.5	10.5	0.4	0.7	6.6	1.6	2.8

TABLA IX. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 9  
 LOCALIZACIÓN: Sur de Coaxintlán  
 MATERIAL PARENTAL: Caliza  
 TOPOGRAFÍA: Semi plana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem calcárico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*  
 MUNICIPIO: Tiaquitenango  
 ESTADO: Morelos  
 CLIMA: Awo\*(w)lg  
 ALTITUD: 950 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva baja Caducifolia

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meq/100 g					
													Na	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm	
A1	0-27	2.5YR5/2	Rojo débil	2.5YR4/2	Rojo débil	40	36	24	Franco	7.7	1.6	82.4	33.0	0.1	0.3	23.7	3.1	1.6
B2	28-45	2.5YR6/2	Rojo pálido	2.5YR4/2	Rojo débil	38	32	30	Migajón arcilloso	8.0	0.3	86.1	42.5	0.1	0.5	28.1	7.9	0.9

TABLA X. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 10  
 LOCALIZACIÓN: Km 3 de la carr. La Mezquitera-Valle de Vázquez  
 MATERIAL PARENTAL: Lutita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplano  
 LOCALIZACIÓN FAO: Luvisol háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Typic Haplustalf*  
 MUNICIPIO: Tiaquitenango  
 CLIMA: Awo\*(w)g  
 ALTITUD: 1100 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia  
 ESTADO: Morelos

Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Densidad real g/cc	Densidad aparente g/cc	Porosidad %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	pH KCl 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meq/100 g					P ppm
																Na	K	Ca	Mg	CICT	
0-10	10YR7/1	Gris claro	10YR5/2	Pardo grisáceo	2.50	1.1	56	15.6	61.6	22.8	Migajón limoso	7.5	7.5	1.41	90	8	1.0	5	4	1.1	
10-20	10YR6/2	Gris pardusco claro	10YR5/2	Pardo grisáceo	2.50	1.03	58.8	18.8	35.6	45.6	Migajón arcilloso	7.6	7.5	3.88	98.4	4	0.9	7	6	0.8	
20-30	10YR6/2	Gris pardusco claro	10YR5/2	Pardo grisáceo	2.50	1.01	59.6	18.4	35.2	46.4	Arcilla	7.7	7.7	3.70	96.8	2.5	0.8	7.2	5	0.9	
30-40	10YR6/2	Gris pardusco claro	10YR5/2	Pardo grisáceo	2.38	0.94	60.5	19.2	36.4	44.4	Arcilla	7.7	7.7	2.67	96.6	2	0.8	7.5	5.2	0.2	
40-50	10YR6/2	Gris pardusco claro	10YR5/2	Pardo grisáceo	2.38	0.92	61.3	17.6	33.6	48.8	Arcilla	7.7	7.6	1.88	96.4	1.8	0.9	7.9	6.1	0.1	
50-60	10YR8/1	Gris	10YR5/2	Pardo grisáceo	2.50	0.96	56	19.6	34	46.4	Arcilla	7.7	7.6	1.88	100	1.8	0.9	8.0	6.3	0.1	

TABLA XI. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 11  
 LOCALIZACIÓN: Surcoeste de Quilamula  
 MATERIAL PARENTAL: Andesita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplano  
 LOCALIZACIÓN DEL SUELO: Feozem háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustol*  
 MUNICIPIO: Tiaquitenango  
 CLIMA: Awo\*(w)g  
 ALTITUD: 1200 msnm  
 USO ACTUAL: Agricultura de temporal  
 ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meq/100 g					P ppm	
													Na	K	Ca	Mg	CICT		
A1	0-30	5YR4/2.5	Gris rojizo oscuro	5YR2/3	Pardo rojizo oscuro	52	18	30	Migajón arcillo arenoso	6.9	2.3	81.9	38.8	0.1	0.8	23	7	7.2	2.3

TABLA XII. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 12  
 LOCALIZACIÓN: Norte de Chimalacatlán  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN DEL SUELO: Feozem háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*

MUNICIPIO: Tlaquiltenango  
 CLIMA: Awo<sup>w</sup>(w)g  
 ALTITUD: 1150 msnm  
 USO ACTUAL: Agricultura de temporal

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O	M.O. %	Saturación de bases %	Mecq/100 g					
													CICT	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm
Ap	0-20	7.5YR5.5/2	Pardo	2.5YR3.5/2	Rojo oscuro	42	38	20	Franco	6.5	2.7	64	28.3	0.03	1.3	12.5	4.3	6.0

TABLA XIII. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 13  
 LOCALIZACIÓN: Sur de Quilamula  
 MATERIAL PARENTAL: Andesita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN DEL SUELO: Feozem háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*

MUNICIPIO: Tlaquiltenango  
 CLIMA: Awo<sup>w</sup>(w)g  
 ALTITUD: 1270 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O	M.O. %	Saturación de bases %	Mecq/100 g					
													CICT	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm
Ap	0-14	10YR5/2	Pardo amarillento	7.5YR3/2	Pardo oscuro	48	40	12	Franco	5.9	3.4	99.2	13.2	0.3	0.7	10.0	2.1	2.8

TABLA XIV. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 14  
 LOCALIZACIÓN: Sur de Chimalacatlán  
 MATERIAL PARENTAL: Andesita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN DEL SUELO: Feozem háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*

MUNICIPIO: Tlaquiltenango  
 CLIMA: Awo<sup>w</sup>(w)g  
 ALTITUD: 1250 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O	M.O. %	Saturación de bases %	Mecq/100 g					
													CICT	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm
Ap	0-25	7.5YR4/2	Pardo	5YR3/1	Grís muy oscuro	38	32	30	Migajón arcilloso	6.4	1.6	96.4	22.8	0.9	0.9	14.0	6.2	4.2

TABLA XV. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 15  
 LOCALIZACIÓN: Este de Ajuchitlán  
 MATERIAL PARENTAL: Andesita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Regosol eútrico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Ustorthent*

MUNICIPIO: Tiaquiutenango  
 CLIMA: Awo\*(w)lg  
 ALTITUD: 1140 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arenita %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meg/100 g					
													CICT	Na+	K+	Ca++	Mg++	P ppm
AC	0-33	2.5Y4/4 Gris	Pardo olivo	2.5Y3/2 Pardo grisáceo	Pardo grisáceo muy oscuro	68	18	14	Migajón arenoso	6.5	1.4	93.8	16.3	0.1	0.4	8.9	5.9	3.5

TABLA XVI. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 16  
 LOCALIZACIÓN: Sur de Ajuchitlán  
 MATERIAL PARENTAL: Andesita  
 TOPOGRAFÍA: Lomerío  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem háptico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Typic Heptustall*

MUNICIPIO: Tiaquiutenango  
 CLIMA: Awo\*(w)lg  
 ALTITUD: 1200 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

ESTADO: Morelos

Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Densidad real g/cc	Densidad aparente g/cc	Porosidad %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	PH H <sub>2</sub> O 1:2.5	pH KCl 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	CICT	Meg/100g				
																	Na+	K+	Ca++	Mg++	P ppm
0-10	10YR4/1 Gris oscuro	Gris muy oscuro	10YR3/2 Pardo grisáceo muy oscuro	Pardo grisáceo muy oscuro	2.38	0.85	64.2	50	24.4	25.6	Migajón arcillo arenoso	6.8	6-3	2.5	95.8	26.3	0.3	1.4	17.6	5.9	2.0
10-20	10YR3/1 Gris muy oscuro	Gris muy oscuro	10YR2/1 Negro	Negro	2.38	0.86	63.8	40	24.4	35.4	Migajón arcillo arenoso	6.1	5.7	1.8	96.4	25.3	0.6	1.0	18.0	4.8	1.5
20-30	10YR3/1 Gris muy oscuro	Gris muy oscuro	10YR3/1 Gris muy oscuro	Gris muy oscuro	2.38	0.81	61.7	44	18.8	37.8	Arcilla arenosa	6.1	5.9	1.5	100	22.3	0.3	0.9	20.4	4.3	0.2
30-40	10YR3/1 Gris muy oscuro	Gris muy oscuro	10YR3/1 Gris muy oscuro	Gris muy oscuro	2.38	0.98	58.8	66	12	32	Migajón arcillo arenoso	6.9	5.8	1.7	100	21.4	0.5	0.6	22.4	3.0	0.1
40-50	10YR6/3 Pardo pálido	Pardo pálido	10YR5/6 Pardo amarillento	Pardo amarillento	2.28	0.94	58.7	48	29.2	22.8	Franco	6.9	5.4	0.70	100	20.1	1.0	0.9	23.6	2.2	0.1
50-60	10YR7/3 Gris ligero	Gris ligero	10YR5/6 Pardo amarillento	Pardo amarillento	2.28	1.02	55.2	46.8	29.6	23.6	Migajón arcillo arenoso	7.0	5.3	0.80	100	19.6	1.0	1.3	19.4	1.6	0.1

TABLA XVII. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 17  
 LOCALIZACIÓN: Km. 15 de la carr. Valle de Vázquez-Quilamula  
 MATERIAL PARENTAL: Roca ígnea extrusiva ácida  
 TOPOGRAFÍA: Piedemonte  
 CLASIFICACIÓN FAO: Regosol alúrico  
 CLASIFICACIÓN USDA: Typic Ustorthent

MUNICIPIO: Tiaquilitenango

ESTADO: Morelos

CLIMA: Awo<sup>w</sup>(w)lg

ALTITUD: 1200 msnm

USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Deno m.	Densidad real g/cm <sup>3</sup>	Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	Porosidad %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	pH KCl 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	CICT	Na +	K+	Ca+ +	Mg+ +	P ppm
0-10	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/1	Negro	2.4	0.97	59.5	27.6	31.6	40.8	Arcilla	7.0	6.8	2.90	23.4	38	3	2.4	10	8.0	3.2
10-20	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/1	Negro	2.5	0.85	66.0	30.0	29	41	Arcilla	6.8	6.5	2.80	15.1	36	2.5	2.1	15	9.0	2.5
20-30	10YR3/2	Pardo grisáceo muy oscuro	10YR2/1	Negro	2.5	0.85	66.0	32.0	20.8	47.2	Arcilla	6.8	6.4	3.50	30.1	39	2.0	1.8	17	9.2	2.1
30-40	10YR3/2	Pardo grisáceo muy oscuro	10YR2/1	Negro	2.4	0.85	64.5	36.0	18.8	45.2	Arcilla	6.6	6.3	1.89	33.6	37	2.1	1.5	19	11	3.0
40-50	10YR3/2	Pardo grisáceo muy oscuro	10YR2/1	Negro	2.4	0.92	61.6	35.2	17.2	47.6	Arcilla	6.4	6.3	1.89	33.7	33	2.0	1.7	21	8.9	1.0
50-60	10YR5/2	Pardo grisáceo	10YR4/2	Pardo oscuro	2.6	0.97	62.6	42.0	22.8	35.2	Migajón arcillosos	6.3	6.0	1.90	33.9	31	1.9	1.3	23	7.4	1.2
60-70	10YR5/2	Pardo grisáceo	10YR4/2	Pardo oscuro	2.5	0.97	61.2	26.0	19.2	54.8	Arcilla	6.3	6.0	2.00	37.8	38	1.6	0.9	26	8.3	1.0
70-80	10YR3/1	Gris	10YR4/2	Pardo oscuro	2.6	0.93	64.2	23.6	14	62.4	Arcilla	6.3	6.0	1.41	35.4	43	1.5	1.0	25	7.9	1.0
80-90	7.5YR5/2	Pardo	10YR4/2	Pardo oscuro	2.4	0.97	59.5	23.6	22.6	53.6	Arcilla	6.1	5.7	1.30	34.1	41	1.1	1.0	21	11	0.9
90-100	7.5YR6/2	Gris rosáceo	10YR4/2	Pardo oscuro	2.4	0.97	59.5	25.6	28.8	45.6	Arcilla	6.1	5.7	1.20	39	49	2.0	1.0	23	13	0.6



TABLA XVIII. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 18  
 LOCALIZACIÓN: Sucesite de Chimalacatlán  
 MATERIAL PARENTAL: Andesita  
 TOPOGRAFÍA: Lomeríos  
 CLASIFICACIÓN FAO: Fluvisol eútrico  
 CLASIFICACIÓN USDA: Typic Ustifluvent

MUNICIPIO: Tiaquiltlenango  
 CLIMA: Awo\*(w)lg  
 ALTITUD: 1100 msnm  
 USO ACTUAL: Agricultura de temporal

ESTADO: Morelos

Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Densidad real g/cm <sup>3</sup>	Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	Porosidad %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	pH KCl 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	C ICT	Na+	K+	Ca++	Mg+++	P ppm	Meq/100 g	
																						Na+	K+
0-10	10YR5/2	Pardo grisáceo	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.5	0.95	62	53.2	21.2	26.6	Migajón arcillo arenoso	6.4	5.3	2.20	66	10	1.8	0.9	2.5	1.4	4.0		
10-20	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.3	1.0	57	50.4	26	23.6	Migajón arcillo arenoso	5.6	4.6	1.91	70	8	2.0	1	2.4	0.2	3.8		
20-30	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.3	1.0	57	51.6	24.8	23.6	Migajón arcillo arenoso	6.4	5.3	2.44	100	4	2.8	1.2	3.1	0.1	2.1		
30-40	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR3/2	Pardo grisáceo muy oscuro	2.2	0.96	56.3	55.6	20.4	24	Migajón arcillo arenoso	6.8	5.9	2.44	112	5	1.5	0.9	2	1.2	0.8		
40-50	10YR5/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR3/2	Pardo grisáceo muy oscuro	2.2	1.0	54.6	53.2	23.6	23.2	Migajón arcillo arenoso	6.5	5.8	2.20	78.7	8	2.0	0.9	2.3	1.1	0.7		
50-60	10YR5/2	Pardo grisáceo	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.1	1.0	54.7	55.2	19.2	25.6	Migajón arcillo arenoso	6.6	6.1	1.91	89.1	8.3	2.1	1.1	3.6	0.6	1.2		
60-70	10YR5/2	Pardo grisáceo	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.1	0.95	54.5	48	22.8	29.2	Migajón arcillo arenoso	7.2	6.2	1.91	94.5	9.2	3.0	1.6	3.8	0.3	1.8		
70-80	10YR5/2	Pardo grisáceo	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.0	0.91	53.5	46.8	18	35.2	Arcilla arenosa	7.5	7.2	1.91	85.5	10.4	3.1	1.3	4.4	0.1	1.0		
80-90	10YR5/2	Pardo grisáceo	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.0	0.93	53	50.4	21.6	28	Migajón arcillo arenoso	7.9	7.4	1.64	91.1	9.0	2.9	0.9	4.3	0.1	1.0		
90-100	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.0	0.94	54.5	52	18	30	Migajón arcillo arenoso	7.9	7.4	2.20	100	8.0	1.9	0.8	3.5	1.8	0.9		
100-110	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.0	0.91	54.5	50.8	21.2	28	Migajón arcillo arenoso	7.7	7.4	2.20	100	6.0	1.4	0.9	2.6	1.4	0.7		
110-120	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.0	0.95	52.5	49.2	22.8	28	Migajón arcillo arenoso	8.0	7.4	1.64	91.4	7.0	1.1	0.5	2.8	2.0	0.6		
120-130	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.0	0.93	53.5	48.8	21.2	30	Migajón arcillo arenoso	7.7	7.4	1.64	70	10.0	2.1	1.0	2.9	1.0	1.2		
130-140	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.0	0.97	51.5	52	18	30	Migajón arcillo arenoso	7.9	7.3	1.10	78.8	9.0	1.9	1.1	2.8	1.3	0.1		
140-150	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.0	0.93	53.5	53.2	18.6	28	Migajón arcillo arenoso	7.9	7.3	1.03	80	10	2.2	1.3	3.0	1.5	0.1		

TABLA XIX. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 19  
 LOCALIZACIÓN: Sureste de Valle de Vázquez  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Plana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem háptico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Typic Haplustoll*

MUNICIPIO: Tlaquitenango  
 CLIMA: Awo<sup>7</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 1000 msnm  
 USO ACTUAL: Cultivo de temporal

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Mecq/100 g															
		Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	CICT	Na+	K+	Ca++	Mg++
A11	0-30	5YR4.5/2	Gris rojizo	5YR2/2.5	Pardo rojizo oscuro	50	24	26	Migajón arcillo arenoso	6.8	3.8	80.8	0.1	0.5	21.8	7.9	3.0
B21	30-60	5YR5/2.5	Gris rojizo	5YR4/2.5	Pardo rojizo	62	18	20	Migajón arcillo arenoso	6.7	0.7	100	0.1	0.3	26.8	8.9	2.1

TABLA XX. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 20  
 LOCALIZACIÓN: Noroeste de San José Pala  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Vertisol pélico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Typic Haplustert*

MUNICIPIO: Tlaquitenango  
 CLIMA: Awo<sup>7</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 1150 msnm  
 USO ACTUAL: Cultivo de riego y temporal

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Mecq/100 g															
		Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	CICT	Na+	K+	Ca++	Mg++
Ap	0-30	5YR3.5/2	Pardo rojizo oscuro	5YR2/2.5	Pardo rojizo oscuro	42	22	36	Migajón arcilloso	6.8	3.8	100	0.1	0.5	31.0	10.6	2.3
A11	30-70	2.5YR5.5/3	Pardo rojizo	2.5YR4/3	Pardo rojizo	40	18	42	Arcilla	7.0	1.6	100	0.2	0.1	34.3	11.0	1.1

TABLA XXI. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 21  
 LOCALIZACIÓN: Sur de San José Pala  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem háptico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Typic Haplustoll*

MUNICIPIO: Tlaquitenango  
 CLIMA: Awo<sup>7</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 1100 msnm  
 USO ACTUAL: Agricultura de temporal

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Mecq/100 g															
		Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	CICT	Na+	K+	Ca++	Mg++
Ap	0-25	10YR5/3	Pardo	10YR3/3	Pardo oscuro	34	30	36	Migajón arcilloso	7.4	2.2	100	0.1	0.7	27.1	13.8	2.7
B2	25-80	10YR5/3	Pardo	10YR3/3	Pardo oscuro	42	22	36	Migajón arcilloso	7.5	0.7	100	0.1	0.4	27.8	14.2	1.1

TABLA XXII. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 22  
 LOCALIZACIÓN: Sur de San José Pala  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*

MUNICIPIO: Tiaquitenango  
 CLIMA: Awo<sup>o</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 1060 msnm  
 USO ACTUAL: Agricultura de temporal

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arenas %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meq/100 g					
													CICT	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm
A1	0-22	5YR5/3.5	Pardo rojizo	5YR3/3.5	Pardo rojizo oscuro	36	44	20	Franco	6.7	1.5	94.7	26.8	0.1	0.2	18.7	6.4	0.1
C	22-42	2.5YR7/2	Rojo pálido	2.5YR5/3	Pardo rojizo	46	42	12	Franco	7.1	0.3	100	18.0	0.1	0.1	17.5	6.9	1.6

TABLA XXIII. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 23  
 LOCALIZACIÓN: Oeste de Quiliamula  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Accidentada  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*

MUNICIPIO: Tiaquitenango  
 CLIMA: Awo<sup>o</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 1270 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arenas %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meq/100 g					
													CICT	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm
Ap	0-13	10YR4/2	Pardo grisáceo oscuro	10YR3/1	Gris muy oscuro	44	28	28	Migajón arcillo arenoso	5.8	4.0	100	15.5	0.3	0.4	30.0	9.8	1.5

TABLA XXIV. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 24  
 LOCALIZACIÓN: Este de Chimalcatlán  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Plana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*

MUNICIPIO: Tiaquitenango  
 CLIMA: Awo<sup>o</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 1100 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arenas %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meq/100 g					
													CICT	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	P ppm
Ap	0-15	7.5YR5/2	Pardo	7.5YR3/2	Pardo oscuro	30	34	26	Franco	6.7	5.5	100	17	0.4	1.4	16.7	5.6	3.9

TABLA XXV. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 25  
 LOCALIZACIÓN: Noreste de Coaximilán  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem háptico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*  
 MUNICIPIO: Tlaquitenango  
 CLIMA: Awo<sup>w</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 1350 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia  
 ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Meg/100 g															
		Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O	M.O. %	Saturación de bases %	CICT	Na+	K+	Ca++	Mg++
Ap	0-18	10YR5/3	Pardo	10YR3/2	Pardo grisáceo muy oscuro	66	14	20	Migajón arcillo arenoso	6.3	3.6	53.1	0.3	0.7	5.7	1.7	3.0

TABLA XXVI. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 26  
 LOCALIZACIÓN: Oeste de Coaximilán  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem háptico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Typic Haplustoll*  
 MUNICIPIO: Tlaquitenango  
 CLIMA: Awo<sup>w</sup>(w)  
 ALTITUD: 1000 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia  
 ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Meg/100 g															
		Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O	M.O. %	Saturación de bases %	CICT	Na+	K+	Ca++	Mg++
A1	0-20	5YR4.5/2	Gris rojizo oscuro	5YR3/2	Pardo rojizo oscuro	52	18	30	Migajón arcillo arenoso	6.4	3.0	94.5	0.1	1.5	18.1	4.7	1.4
B21	20-65	5YR4.5/2	Gris rojizo oscuro	5YR3/2	Pardo rojizo oscuro	48	12	40	Arcilla arenosa	6.0	1.8	84	0.1	0.3	14.3	6.3	0.7
B22	65-105	5YR5/2.5	Gris rojizo	5YR3/4	Pardo rojizo oscuro	48	8	44	Arcilla	5.2	0.8	67.3	0.3	0.4	13.1	6.4	---

TABLA XXVII. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 27  
 LOCALIZACIÓN: Surbaste de Coaxintlán  
 MATERIAL PARENTAL: Riolita  
 TOPOGRAFÍA: Semiplana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Feozem háplico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Lithic Haplustoll*

MUNICIPIO: Tiaquiutenango  
 CLIMA: Awo<sup>2</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 1150 msnm  
 USO ACTUAL: Vegetación Selva Baja Caducifolia

ESTADO: Morelos

Horizonte	Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M. O. %	Saturación de bases %	CICT	Mec/100 g				
														Na+	K+	Ca++	Mg++	
Ap	0-30	7.5YR5/2	Pardo	7.5YR3/2	Pardo oscuro	46	32	22	Franco	6.5	2.7	100	13	0.3	0.7	8.6	3.6	2.8

TABLA XXVIII. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 28  
 LOCALIZACIÓN: Km 5 Carr. Tiaquiutenango-La Mezquitera  
 MATERIAL PARENTAL: Caliza  
 TOPOGRAFÍA: Plana  
 CLASIFICACIÓN FAO: Vertisol pélico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Typic Hapluster*

MUNICIPIO: Tiaquiutenango  
 CLIMA: Awo<sup>2</sup>(w)lg  
 ALTITUD: 1000 msnm  
 USO ACTUAL: Cultivo de riego y temporal

ESTADO: Morelos

Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Densidad real g/cm <sup>3</sup>	Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	Porosidad %	Arenia %	Limo %	Arcilla %	Textura	PH H <sub>2</sub> O 1:2.5	pH KCL 1:2.5	M. O. %	Saturación de bases %	CICT	Na+	K+	Ca++	Mg++	P ppm
0-10	10YR4/1	Gris oscuro	5YR3/1	Gris muy oscuro	2.5	0.93	62.8	26	33.2	40.8	Arcilla	7.8	7.7	3.27	86.1	34	9	2	12.0	6.3	1.6
10-20	10YR4/1	Gris oscuro	5YR3/1	Gris muy oscuro	2.38	0.99	58.4	26	16.8	57.2	Arcilla	7.9	7.6	3.00	47.1	32	5	1	8.0	1.1	1.3
20-30	10YR4/1	Gris oscuro	5YR3/1	Gris muy oscuro	2.63	0.97	63.12	28	27.2	44.8	Arcilla	7.8	7.7	2.50	73.3	27	2	9	7.0	1.8	1.5
30-40	10YR4/1	Gris oscuro	5YR3/1	Gris muy oscuro	2.4	0.96	60	30	12.8	57.3	Arcilla	7.7	7.7	2.70	58.3	30	4	1	10.0	2.5	1.1
40-50	10YR4/1	Gris oscuro	5YR3/1	Gris muy oscuro	2.5	0.93	62.8	26	25.5	48.8	Arcilla	7.7	7.5	1.50	60.3	29	5	1.3	11.0	0.2	1.0
50-60	10YR4/1	Gris oscuro	5YR3/1	Gris muy oscuro	2.6	0.94	63.8	30.4	13.8	55.8	Arcilla	7.8	7.5	1.20	72.5	24	6	2	8.0	1.4	0.9
60-70	10YR4/1	Gris oscuro	5YR3/1	Gris muy oscuro	2.6	0.93	64.2	24	20.8	55.2	Arcilla	7.7	7.6	1.25	37.1	28	3	1.9	5.0	0.5	0.9
70-80	7.5YR6/1	Gris	7.5YR4/1	Gris oscuro	2.4	0.95	60.4	22	16	62	Arcilla	7.7	7.6	1.15	66.2	29	7	2.4	7.0	2.8	0.1
80-90	7.5YR6/1	Gris	7.5YR4/1	Gris oscuro	2.4	0.95	60.4	18.8	29.6	51.6	Arcilla	7.8	7.4	1.13	100	14	5	1.1	10.0	1.6	0.1
90-100	7.5YR7/2	Gris rosáceo	7.5YR4/1	Gris oscuro	2.4	0.95	60.4	17.6	33.2	49.2	Arcilla	7.7	7.5	0.90	84	15	2	0.8	9.0	0.8	0.1

TABLA XXIX. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 29  
 LOCALIZACIÓN: Km 8 Carr. Tiaquitenango-La Mezquitera  
 MATERIAL PARENTAL: Aluvial  
 TOPOGRAFÍA: Lomeríos  
 CLASIFICACIÓN FAO: Luvisol háptico  
 CLASIFICACIÓN USDA: Typic Haplustalf

MUNICIPIO: Tiaquitenango  
 ESTADO: Morelos  
 CLIMA: Awo'(w)lg  
 ALTITUD: 1,100 msnm  
 USO ACTUAL: Cultivo de temporal

Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Densidad real g/cm <sup>3</sup>	Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	Porosidad %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	pH KCl 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	Meg/100 g					P ppm
																Na+	K+	Ca++	Mg++	CICT	
0-10	5YR5/2	Gris rojizo	10YR2/1	Negro	2.3	1.05	58.0	34.8	22.8	42.4	Arcilla	8.2	7.6	3.91	100	7	4	21.2	18.1	2.0	
10-20	5YR5/2	Gris rojizo	10YR2/1	Negro	2.5	1.17	53.2	27.6	27.2	45.2	Arcilla	7.7	7.8	3.33	100	5	3.5	21.1	23.2	2.2	
20-30	5YR5/2	Gris rojizo	10YR2/1	Negro	2.3	1.03	55.2	51.6	1.8	47.6	Arcilla arenosa	7.9	7.8	1.91	100	8	4	22.9	17.7	2.3	
30-40	5YR7/2	Gris rosado	10YR6/2	Gris parduzco ligero	2.3	0.98	57.3	18	28.8	53.2	Arcilla	8.1	7.9	0.64	100	6	5	21	21.4	1.9	
40-50	10YR7/2	Gris ligero	2.5Y6/4	Pardo ligero amarillento	2.4	0.85	64.5	22	24.4	53.6	Arcilla	8.3	7.9	0.87	100	7	3.9	20.6	20.1	1.8	
50-60	10YR8/3	Pardo muy pálido	8.5Y6/4	Amarillo olivo	2.5	0.95	62	22.4	26.4	51.2	Arcilla	8.2	7.9	0.29	100	5	1.3	21.2	22.8	1.0	
60-70	10YR8/3	Pardo muy pálido	8.5Y6/4	Amarillo olivo	2.6	1.03	60.3	38.4	12.4	49.2	Arcilla	8.4	7.9	0.98	100	3	2.5	22.4	22.8	0.8	
70-80	10YR8/3	Pardo muy pálido	8.5Y6/4	Amarillo olivo	2.6	1.21	53.4	16.4	36.8	46.8	Arcilla	8.3	7.8	1.10	100	6	2	22.3	20.7	0.7	
80-90	10YR8/3	Pardo muy pálido	8.5Y6/4	Amarillo olivo	2.5	0.98	60.8	18.4	24.4	57.2	Arcilla	8.3	7.9	0.98	100	4	1.5	22.2	23.7	0.6	
90-100	10YR8/3	Pardo muy pálido	8.5Y6/4	Amarillo olivo	2.5	0.99	60.4	20.8	25.2	54	Arcilla	8.3	8.0	1.89	100	5	3.4	22.3	22.8	0.3	
100-110	10YR8/3	Pardo muy pálido	8.5Y6/4	Amarillo olivo	2.5	1.02	59.2	20.4	28.8	50.8	Arcilla	8.3	8.0	1.89	100	6	0.1	21.7	22.3	0.1	

TABLA XXX. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PERFIL No. 30  
 LOCALIZACIÓN: 6 km al norte de Valle de Vázquez  
 MATERIAL PARENTAL: Aluvial  
 TOPOGRAFÍA: Plano  
 CLASIFICACIÓN FAO: Vertisol pélico  
 CLASIFICACIÓN USDA: *Typic Haplustert*

MUNICIPIO: Tlaquiltenango  
 CLIMA: Awc'(w)g  
 ALTITUD: 1000 msnm  
 USO ACTUAL: Agricultura de riego y temporal

ESTADO: Morelos

Prof. cm	Color seco	Denom.	Color húmedo	Denom.	Densidad real g/cm <sup>3</sup>	Densidad aparente g/cm <sup>3</sup>	Porosidad %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	pH KCl 1:2.5	M.O. %	Saturación de bases %	CICT	Na+	K+	Ca++	Mg++	P ppm
0-10	10YR4/1	Gris oscuro	10YR3/1	Gris muy oscuro	2.50	0.98	61.6	38	33.2	28.8	Migajón arcilloso	7.6	6.1	1.38	100	40	1.8	0.9	35	15	1.8
10-20	10YR4/1	Gris oscuro	10YR2/2	Pardo muy oscuro	2.38	1.0	57.5	38	29.2	32.8	Migajón arcilloso	6.5	6.4	1.73	100	35	1.8	0.3	31	20	1.3
20-30	10YR4/1	Gris oscuro	10YR2/1	Negro	2.40	1.0	58.3	39.2	32.6	28.2	Migajón arcilloso	7.2	6.4	2.41	100	28	1.1	0.4	30	19	1.9
30-40	10YR4/1	Gris oscuro	10YR2/1	Negro	2.63	1.0	55.9	33.2	28.8	38	Migajón arcilloso	6.6	6.4	0.69	100	50	1.9	0.5	31	17	1.1
40-50	10YR3/1	Gris muy oscuro	10YR2/1	Negro	2.50	0.98	61.9	35.6	40.4	24	Franco.	7.5	6.6	1.38	100	38	1.6	0.3	29	20	1.2
50-60	10YR3/1	Gris muy oscuro	10YR2/1	Negro	2.77	0.89	61.6	25.2	22.8	52	Arcilla	6.3	6.2	1.73	100	38	3.0	0.4	30	17	0.9
60-70	10YR3/1	Gris muy oscuro	10YR2/1	Negro	2.63	0.91	65.3	33.2	18.4	48.4	Arcilla	6.4	6.3	1.38	100	31	2.0	0.6	30	19	1.0
70-80	10YR3/1	Gris muy oscuro	10YR2/1	Negro	2.38	1.09	54.2	32.5	21.1	48.4	Arcilla	6.6	6.5	1.38	100	48	3.6	0.5	30	18	0.8
80-90	10YR3/1	Gris muy oscuro	10YR2/1	Negro	3.12	1.07	65.7	32.8	22	45.2	Arcilla	6.7	6.6	0.69	100	52	2.5	0.4	30	19	0.1
90-100	10YR3/1	Gris muy oscuro	10YR2/1	Negro	2.84	1.05	64.2	33.3	19.6	47.2	Arcilla	6.6	6.4	0.69	100	55	2.1	0.3	40	18	0.1