

50322
22



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

REVISAR LA CLASIFICACIÓN DE TRES
UNIDADES DE SUELOS DEL ÁREA DE
INFLUENCIA DE STA. CRUZ QUECHULAC,
PUEBLA.

T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O
P R E S E N T A N :
FRANCISCA HERNÁNDEZ PALACIOS
MARCELINA MARTÍNEZ BARRETO

DIRECTOR:
BIOL. J. RUBÉN ZULBARÁN ROSALES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ENERO, 2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIAS

A mi madre Carmen y a mi padre Juan de quienes siempre he tenido su amor, confianza y sobre todo su apoyo y paciencia.

A mi hermano Juan Manuel a quien debo el gusto por la lectura, la música y el cine.

A mis tías Alicia y Teresa, y a mi tío Lorenzo por su cariño y por formar parte importante en mi vida.

A la memoria de mis Abuelos Carmen y Vicente por su sabiduría, fortaleza y su alegría de vivir.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MARCE

DEDICATORIAS

A Dios:

Por darme la dicha de vivir.

A mi madre María del Carmen, de quien siempre he tenido su amor, apoyo y confianza, y por darme la herencia más grande que es el estudio.

A la memoria de mi padre Rogelio con profundo amor, por los momentos y recuerdos felices.

A mi familia por que a pesar de los momentos difíciles, estamos unidos, nos encontramos bien y por formar parte importante en mi vida.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FRANCIS

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de estudios superiores Zaragoza
Por ser parte de mi formación académica a nivel licenciatura

A nuestro director Biól. Rubén Zulbarán Rosales por su asesoría y apoyo en esta tesis.

A los sinodales:

M. en C. Manuel F. Rico Bernal

M. en C. María de Jesús Sánchez Colín

Biól. Elvia García Santos

M. en C. Rosalva García Sánchez

Por la revisión del escrito y sus valiosas observaciones para el mejoramiento del mismo.

Al M. En C. Ernesto Mendoza Vallejo por su apoyo, acertados puntos de vista y por ser más que un maestro un amigo.

A Rosa del Carmen Delgado Ramos por su amistad , recomendaciones y apoyo en la realización de esta trabajo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

	P á g i n a
Resumen.....	3
Introducción.....	5
Marco teórico.....	7
Antecedentes.....	14
Descripción de la zona de estudio.....	20
Objetivos e hipótesis.....	27
Material y método.....	28
Resultados.....	32
Análisis de resultados.....	35
Descripción de perfiles.....	37
Perfil A.....	37
Perfil B.....	41
Perfil C.....	44
Origen de las unidades de suelo.....	46
Uso y manejo de las unidades de suelo.....	50
Conclusiones.....	51
Bibliografía.....	52
Anexos.....	57

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1

ÍNDICE DE CUADROS, MAPAS Y TABLAS

PAGINA

Cuadro 1. Descripción del perfil A.....	36
Cuadro 2 Descripción del perfil B.....	40
Cuadro 3 Descripción del perfil C.....	43

Mapa 1 Localización del poblado de Quechulac en el Municipio de Guadalupe Victoria, Edo. de Puebla.....	21
--	-----------

Mapa 2 Ubicación de los sitios de muestreo en las tierras aledañas al poblado de Quechulac, Edo de Puebla.....	26
---	-----------

Tabla 1 Resultados de los análisis físicos de los perfiles ubicados en las tres unidades de suelo del Municipio de Sta. Cruz Quechulac, Puebla.....	33
--	-----------

Tabla 2 Resultados de los análisis químicos de los perfiles ubicados en las tres unidades de suelo del Municipio de Sta. Cruz Quechulac, Puebla.....	34
---	-----------

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

RESUMEN

En los países en desarrollo como el nuestro se tiene un rápido crecimiento de la población. Lo que representa una enorme demanda en la producción de alimentos básicos y materias primas que satisfagan sus necesidades lo que tiene como consecuencia que el suelo sea sobre-explotado.

En México cuando se quiere clasificar a un suelo se toman como referencia las cartas edafológicas que realizó el INEGI, que por manejar escalas grandes son muy generales y a veces no se da la correspondencia entre la clasificación de un área grande con la zona de estudio o de interés, por lo que en este trabajo se realizó la clasificación de tres unidades de suelos en la región de Sta. Cruz Quechulac, Puebla, de acuerdo a la FAO/UNESCO.

Las unidades se determinaron considerando las características físicas y químicas de cada perfil, obteniéndose el Feozem calcárico con fase salina sódica, Fluvisol eútrico y Regosol eútrico ambas con fase sódica. Son suelos jóvenes del tipo AC, estas unidades no presentan diferenciación en sus horizontes. Coincidiendo estos resultados con lo reportado por el INEGI para esta zona.

Además de la escasez de agua, la principal problemática de estas tres unidades es la salinidad y el alto porcentaje de sodio intercambiable (PSI > 15%), lo que ocasiona que el suelo sea impermeable afectando el desarrollo de los cultivos.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas actuales de gran relevancia que habrá de enfrentar el hombre del siglo XXI es la explosión demográfica, la cual se incrementa anualmente en casi 100 millones de personas (Aguilar, 1995); razón suficiente para requerir alimento y productos que satisfagan sus necesidades. Sin embargo, paradójicamente, al no planear de manera racional la explotación de los campos de cultivo, ésta es la causa principal de que el recurso agrícola sea sometido a una sobreexplotación, por lo que el suelo en poco tiempo pierde su capacidad de regeneración.

En los últimos años las consecuencias de la presión ejercida sobre el suelo a nivel mundial repercute en aspectos tales como el que: a) 300 millones de hectáreas de bosques se encuentren devastadas; b) el agua que cubre el 70% de la superficie de la tierra, principalmente es salada y 1% es dulce y el que el 99 % de ella subterránea (Ortiz y Ortiz, 1990), no escapando de los efectos de la contaminación ya sea por descargas agrícolas, urbanas o industriales así como la sobreexplotación de los mantos acuíferos; c) los problemas de la subutilización del suelo, junto con la correspondiente contaminación, deforestación, disminución de la fertilidad, salinización y erosión hídrica, eólica, geológica y biológica que originan en gran parte las áreas desérticas que en la actualidad se extienden en más de 120 millones de hectáreas, perdiéndose 480 mil millones de toneladas métricas de la capa agrícola (Valenzuela y González, 1993).

A pesar de lo anterior, el recurso suelo, no ha recibido la debida importancia, por lo que la clasificación de éste sólo ha sido descrita de manera general utilizando las cartas edafológicas del INEGI, en escala de 1:5 000,000. Por lo que a veces la información que se reporta no

corresponde a la clasificación de áreas mas pequeñas dificultando por lo tanto su manejo.

Nuestro país ha adoptado el sistema FAO/ UNESCO para la clasificación de suelos, es un sistema bicatagórico, su categoría mas alta es la unidad y la mas baja la subunidad, se basa fundamentalmente en los horizontes de diagnóstico.

Por lo que el presente trabajo de investigación pretende realizar la clasificación de tres unidades de suelos en la región de cultivo de los Llanos de San Andrés, en Santa Cruz de Quechulac, localizada en el Municipio de Guadalupe Victoria Puebla. Y de acuerdo a su origen, sus propiedades físicas y químicas, encontrar posibles soluciones para su uso , manejo agrícola adecuado para que dicho recurso sea rentable a la comunidad de esta zona.

MARCO TEÓRICO

El término suelo se deriva del latín *solum* y tiene diferentes significados desde el tradicional: suelo es la capa en donde se desarrollan las plantas y cultivos; hasta el concepto actualizado: "El suelo es un sistema estructural, complejo, polifuncional, abierto y polifacético, localizado en la parte superficial de la litósfera" (*In*: Aguilar 1995).

Una definición menos compleja y más aceptada es la propuesta por la SSSA (1987) "Es el material no consolidado, mineral u orgánico sobre la superficie de la tierra que ha sido sometido e influenciado por factores genéticos y ambientales: material parental, clima (incluyendo efectos causados por el agua y la temperatura), macro y microorganismos, y topografía, todos actuando durante el tiempo y produciendo un producto -el suelo- que difiere, del material del cual se derivó, en muchas características y propiedades físicas, químicas, biológicas y morfológicas.

Al suelo se le atribuyen seis funciones principales, tres son ecológicas y las otras están relacionadas con las actividades humanas.

Dentro de las ecológicas tenemos que a) es un productor de biomasa, abasteciendo a macro y microorganismos de alimentos; tiene capacidad de filtración, regulación y transformación para proteger al medio ambiente de la contaminación; y también sirve como hábitat y reserva genética.

En las otras tres funciones el suelo se utiliza como base para la construcción de casas, sistemas de transporte, etc. también es una fuente de materias primas como arcilla, arena, minerales entre otros.

La última función y no menos importante es la herencia cultural que representan los tesoros paleontológicos y arqueológicos que se albergan en el suelo (Blum, 1988; Lee, 1994).

La necesidad de clasificar está implícita en las limitaciones que la memoria humana tiene para recordar y comprender a todos los objetos que nos rodean.

Ortiz y Ortiz (1990), define el término clasificación como: "Un agrupamiento lógico de cualquier grupo de materiales heterogéneos o de individuos, teniendo en cuenta sus características. Empezando por los grupos más grandes y descendiendo a los más pequeños, en el caso de los suelos el perfil es base de la clasificación".

Todas las ciencias en alguna forma dividen o agrupan los sujetos que estudian, la ciencia de suelo no es la excepción y desde que el estudio del suelo tiene un carácter científico se ha tratado de estructurar una clasificación.

El primer intento de clasificación de suelos se realizó en China hace unos 40 siglos, durante el reinado de la dinastía Yao. Esta y otras clasificaciones tuvieron un carácter empírico, ya que agrupaban a los suelos de acuerdo a la textura y productividad; posteriormente se desarrollaron las clasificaciones geológicas y petrográficas, que se basan exclusivamente en la naturaleza del material de origen olvidándose del proceso de formación y de los factores que en él intervienen. Después aparecieron las clasificaciones genéticas, las cuales se fundamentan en el proceso de formación, relegando a segundo término los aspectos geológicos y petrográficos.

De esta forma se empezaron hacer intentos en varios países para generar su propia clasificación de suelos o bien en algunos casos adoptar la más conveniente.

Objetivos de las clasificaciones de suelos

La finalidad de las clasificaciones de suelos ha sido expresada por diversos autores. Cline (1949) dijo: "El propósito de una clasificación de suelos es la organización del conocimiento, para que las propiedades de los objetos puedan ser recordadas y sus relaciones puedan ser entendidas".

Kellogg (1963), opinó que "básicamente la clasificación de suelos nos ayuda a recordar las características significativas de los suelos, para sintetizar nuestro conocimiento acerca de ellos, para ver las relaciones entre unos y otros y con el ambiente, y para desarrollar predicciones de su comportamiento y dar respuestas al manejo y manipulación".

Y por último Smith (1968) expresó que "El primer propósito de la clasificación de suelos es el arreglo de los mismos en clases para encontrar las leyes de su comportamiento".

La clasificación de suelos se inició a mediados del siglo XIX en Europa Occidental con los sistemas técnicos que usaban factores o características y no las propiedades de los suelos.

Después de estos intentos de clasificación, los científicos rusos sobre todo el que es considerado el fundador de la Edafología moderna V. V. Dokuchaev (1846-1903) fue el primero en definir al suelo como "Un cuerpo natural independiente que no debe ser confundido con el material rocoso de la superficie" (Ortiz y Ortiz, 1990). También menciona en su famoso libro,

Russian Chernozem, que los suelos se deben estudiar y clasificar según sus perfiles (Buol, *et al.*, 1981).

Otro pionero fue el discípulo de Dokuchaev, N.M. Sibirtsev que desarrolló la idea de que algunos tipos de suelos se asocian a determinadas zonas climáticas y de vegetación o ecológicas esto lo llevó a desarrollar el concepto de zonas de suelos que aún se sigue utilizando. Otro concepto es el que expuso Glinka en 1927 que se refiere a que cada suelo evolucionado " Consiste de varios horizontes de un origen común, en la sucesión del perfil" (Ortiz y Ortiz, 1990).

En los años de 1899 a 1922 también se vió enriquecido por ideas y conceptos de Hildgard (1833-1906), fue el precursor de la primera clasificación de suelos de Norteamérica al igual que Dokuchaev concibió a los suelos como cuerpos naturales, también señaló que existen correlaciones entre las propiedades de los suelos, la vegetación y el clima.

También Baldwin, Kellogg y Thorp trabajaron en la elaboración de la clasificación de los suelos de los Estados Unidos de Norteamérica en 1938 marcando con esto el comienzo de una clasificación cuantitativa de suelos, dando como resultado la elaboración del Sistema Americano 7th Approximación, publicado en 1960 (Soil Survey Staff, 1960).

Esta clasificación está dividida en categorías de una manera jerárquica, éstas son: orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie. Tiene 10 órdenes, los cuales son diferenciados por la presencia o ausencia de los horizontes de diagnóstico; los subórdenes son 47 y no tienen una característica única que los diferencie, sin embargo, la mayoría se distingue por el régimen de humedad del suelo; los grandes grupos son 206, los subgrupos 970, y 4500 familias y cerca de 10 500 series estas se denominan

de acuerdo con los nombres de los poblados más próximos a los suelos que se estudian (Torres, 1979). La nomenclatura se desarrolló de manera que puede reconocerse fácilmente el nivel al que ha sido clasificado el suelo; se utilizaron las raíces griegas y latinas, los elementos formativos son en lo posible nemotécnicos o connotativos de algunas propiedades de los suelos.

Dentro de las clasificaciones la de la URSS fue una de las más importantes, esta clasificación da continuidad al método utilizado por Dokuchaev y Sibirtsev, conocido como genérico y ecológico. El estudio de los perfiles de suelos se basa en las propiedades de los suelos, los procesos edafogénicos o de formación de los suelos y los agentes o los factores de formación del suelo (Rozov e Ivanova, 1968). En este país, la Edafología se divide en: a) Clasificación de suelos; la cual se ocupa de los niveles categóricos de los tipos de suelos y de las categorías superiores y sobre todo de la génesis de suelos a escala amplia y b) Sistemática de suelos, se encarga de la taxonomía de los suelos en los niveles más bajos, y se interesa especialmente de problemas cartográficos. Esta clasificación influyó fuertemente en los otros países de Europa Occidental que le dan más importancia a la génesis y a los conceptos de zonalidad.

Bélgica siendo un país pequeño cuenta con una agricultura muy productiva, las series principales de la clasificación son las unidades de cartografía y taxonomía, y se definen con base en la textura del suelo, en el tipo de drenaje y en el desarrollo de perfiles (Tavernier y Marechal, 1962).

Unidades de suelos para el mapa mundial de suelos de la FAO/UNESCO

Este proyecto conjunto de la FAO y la UNESCO se inició en 1961 con la finalidad de preparar una correlación mundial de unidades de suelos para obtener: a) un inventario de los recursos de suelos a nivel mundial mediante un conjunto de mapas edafológicos con leyendas comunes, y b) para facilitar la transferencia de los conocimientos sobre el uso y el manejo del suelo.

Este trabajo dio por resultado la clasificación de suelos conocida como el sistema FAO/UNESCO, aunque, en sentido estricto no se trata de un sistema formal de clasificación.

El sistema FAO/UNESCO es un sistema bicatagórico, se reconocen 28 grupos principales subdivididos en 152 unidades de suelos. Las unidades de suelos, han sido seleccionadas con base a su importancia como recursos para producción, como conocimiento actual de pedogénesis y por la factibilidad de representarlas a escala pequeña en mapas.

Las definiciones de la mayoría de los horizontes de diagnóstico se obtuvieron de la taxonomía de suelos y de otras clasificaciones. La nomenclatura de los horizontes de diagnóstico y de las unidades de suelo se tomaron en parte de los nombres clásicos de suelos y otros más se desarrollaron para este fin (Dudal, 1968).

El sistema FAO/UNESCO tiene las siguientes ventajas:

- 1) Es fácil su aplicación considerando las condiciones de nuestro país, económicas y sociales.
- 2) Presenta una buena exclusividad de las clases, fundamentalmente mediante horizontes de diagnóstico.

3) Requiere de menos personal humano, técnico, tiempo, financiero y económico-social.

Sin embargo varios autores coinciden que en nuestro país se debería adoptar el sistema de clasificación de taxonomía de suelos de la USDA. Por que toma en cuenta, una mayor cantidad de características del suelo, lo cual permite describirlo fielmente. Pero esta clasificación requiere una mejor preparación científica, tecnológica, de campo, mayor inversión y personal capacitado. (Torres, 1979).

ANTECEDENTES

López Hernández (1987) determinó las principales características morfológicas, químicas y físicas de los suelos del área Oriental Bermejillo, Dgo. así como su clasificación y cartografía.

Se delimitaron tres series y dos fases, las que se ordenaron en cuatro unidades de aptitud al riego con base a los factores de capacidad de uso de los terrenos y a los parámetros que utilizan para seleccionar los suelos con fines de riego.

La clasificación taxonómica se realizó de acuerdo a los sistemas Séptima Aproximación y FAO/UNESCO, encontrándose ordenes y grandes grupos de suelos: Aridisoles y Xerosoles, respectivamente.

Concluyó que todos los suelos de la región pueden usarse para la agricultura bajo riego, siempre y cuando reciban el manejo adecuado de fertilización, riego y prácticas culturales.

Córtex y López (1989) propusieron la reclasificación y elaboración de un mapa edafológico de los suelos del Valle de Poanas del Edo. de Durango, usando el sistema de clasificación de la FAO/ UNESCO (1964).

Los resultados obtenidos muestran que los suelos mas representativos de la zona fueron: Litosol 54.04%, Castañozem 21.04 % y Feozem 11.02 %, es decir mas del 50 % del área tiene suelos no recomendables para la agricultura.

Por lo que de acuerdo a lo anterior se deben desarrollar estudios detallados de capacidad agrológica con el fin de proponer medidas concretas sobre el uso y conservación del suelo.

Luna Mosqueda. (1989) efectuó un levantamiento topográfico y cartográfico de suelos en San Pedro Madera, Chihuahua a escala 1:50 000 empleando el sistema FAO/UNESCO (1970) modificado por la Dirección General de Geografía (D.G.G.).

En los resultados menciona que en la zona de sierra existen: Regosoles y Litosoles; en la zona de lomerios: Feozem, Xerosoles y Luvisoles y en el Valle de San. Pedro: Vertisoles, Feozem y Gleysoles.

De acuerdo a las características y propiedades de los suelos, los más aptos para fines agrológicos son los del Valle de Madera.

León y Palma (1990) clasificaron los suelos del área citrícola de Huimanguillo, Tabasco, utilizando el sistema Taxonomía de los Suelos y el de FAO/UNESCO (1988), realizaron la cartografía para elaborar los mapas de unidades de suelo y capacidad de uso. Sugiriendo que para el aprovechamiento adecuado de estos suelos se deben seleccionar cultivos tolerantes a la acidez como hule, yuca, piña, ya que los cítricos son medianamente tolerantes a la acidez. Proponen implementar programas de fertilización de macro y micronutrientes, estrategias de conservación de suelos y la construcción de presas de control de azolve en las áreas con erosión severa.

Luna y Guerrero (1990) realizaron la clasificación y categorización de perfiles tipo de suelos del desierto Laguna de Mayran, Coah, de acuerdo al sistema de clasificación FAO/ UNESCO (1970).

Se recopiló material bibliográfico y cartográfico, cartas temáticas Escala. 1:50 000 así como su revisión, se delimitaron las unidades edafológicas y la elaboración de un mapa de suelos con base a los métodos de la adecuación y generalización de la carta edafológica (INEGI) para corroborar dicho mapa en campo se realizó la clasificación taxonómica de acuerdo al sistema FAO/UNESCO y a las muestras de suelo se les determinó un análisis fisicoquímico.

Se pasó a una reinterpretación edafológica del área de trabajo a fin de obtener el mapa definitivo de suelos; se caracterizaron los perfiles de suelos se encontraron suelos predominantes como: los Solonchak gléyco y órticos con las mismas características que el anterior, también se determinaron las siguientes unidades: Xerosol háplico, Yermosol háplico y cálcico, Castañozem cálcico, Regosol eútrico y cálcico y Litosol.

Calderón, *et al* (1991) clasificaron los suelos de San Juan Tulcingo, Valle Central del Estado de Puebla por el sistema FAO/UNESCO y por el sistema de clasificación de uso potencial.

Los estudios que se realizaron fueron los análisis físicos y químicos convencionales, obteniéndose 5 zonas diferenciadas de campo: la primera un Feozem háplico; la segunda y tercera un Cambisol eútrico; la cuarta un Fluvisol eútrico y la quinta zona un Cambisol eútrico.

Concluyeron que la totalidad de la zona presenta suelos con capacidad agrológica de explotación de clase 11 cuyo potencial es el agrícola intensivo.

Calderón Mendoza, *et al* (1991) determinaron las características del suelo y de la vegetación del ejido San Martín Cuautlalpan, Edo. de México.

El muestreo de suelos y de la vegetación se hizo en 16 sitios por el método de red de puntos (UIEF, 1984), a las muestras de suelo se le hicieron los análisis de rutina. Los resultados de laboratorio y de campo se analizaron con el programa Lotus, y para el análisis estadístico se utilizó el Cluster, SAS, para definir las unidades de suelo usaron el sistema FAO/UNESCO (1988), resultando cuatro unidades que cubren las siguientes superficies.

Th + L + To / 2 Andosol húmico ócrico	159 ha
Th + Tm/2 Andosol húmico mólico	592 ha
Th + L + Rd/2 Andosol dístico	95 ha
Th /2 Andosol húmico	64 ha

Las especies vegetales fueron Pinus hartwegii Lindl, que se entre mezcla con Alnus sp y Abies religiosa.

Concluyeron que la pendiente es determinante en el desarrollo del perfil, los suelos son jóvenes y presentan diferenciación de horizontes y características de Andosol.

Las condiciones ambientales son propicias para la producción forestal siempre y cuando exista una adecuada planeación.

García y Aguirre (1996) realizaron el estudio que consistió en clasificar los diferentes tipos de suelos de la Comarca Lagunera de los estados de Coahuila y Durango.

Se recopiló la mayor cantidad posible de información bibliográfica, se determinaron los parámetros edáficos más importantes. En campo se marcaron los puntos de muestreo y de observación edafológica, se tomaron muestras y se le determinaron sus propiedades físicas y químicas

correspondientes; para la determinación de los diferentes tipos de suelos se basaron en la clasificación FAO/UNESCO.

Obteniendo cinco unidades taxonómicas Xerosol háplico (65.76%) Yermosol háplico (19.96%) Solonchak órtico (5.73%) Regosol eútrico (5.79%) y Fluvisol calcárico (2.56%) es decir más del 65% de área tiene suelos que se consideran profundos, de topografía plana, de fertilidad media con buen drenaje y clase textural media. Se recomienda realizar estudios agrológicos detallados ya que existen problemas de salinidad y sodicidad que influyen en la fertilidad de los suelos.

García *et al.*, (1996) realizaron una colección y clasificación de suelos del transecto Montecillo Tequesquahuac, de acuerdo a los sistemas de la taxonomía de suelos (1995) y FAO / UNESCO / ISRIC (1990).

Ordenándose seis perfiles: 1° Solonchak sódico o Typic endoaquolls, el 2° Fluvisol mólico o Aquic haplistills, el 3° Regosol eútrico o Litic ustorthents, el 4° Cambisol eútrico o Typic ustorthents, el 5° Feozem háplico o Typic ustorthents y el 6° Cambisol vértico o Vertic ustorthents. La colección actualmente se conserva en la exposición permanente del colegio de posgraduados.

Gutiérrez y Ortiz (1996) llevaron a cabo la clasificación y establecieron los procesos de formación de los suelos ubicados en Atenco y en Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Notaron que una misma clase de tierra puede estar formada por suelos de diferente clasificación son suelos jóvenes de tipo Entisoles y están evolucionando a otros ordenes como Molisoles y Vertisoles. Concluyéndose que todos los suelos del área de estudio son muy jóvenes, por la ausencia de horizontes de diagnóstico y por la presencia de discontinuidades litológicas, minerales poco intemperizados y escasos

procesos pedogénicos por lo que se clasifican principalmente como Entisoles.

Peréz (1996) realizó una caracterización y clasificación de los suelos de la llanura costera del Norte de Tecomán, Colima.

Los resultados mostraron diversidad en los suelos mapeados, y se determinó que tienen origen aluvial/ coluvial y que derivaron de calizas, rocas ígneas intrusivas y de mezclas de ambas, principalmente en abanicos aluviales. Los suelos derivados de calizas presentaron mayor contenido ($p > 0.05$) de carbonato de calcio, arcilla, materia orgánica y valores de conductividad eléctrica más altas que los derivados de las rocas ígneas se observó alta correlación ($p < 0.05$) por pruebas paramétricas y no paramétricas, entre el carbonato de calcio y el resto de los atributos del suelo.

En la llanura de Tecomán, los atributos del suelo mostraron gran variación horizontal, que se relaciona con el material parental y la topografía del terreno. El dren Tecuanillo, que disecta la llanura costera en margen oriental y occidental, es el límite o frontera entre atributos del suelo.

Los suelos principales del margen oriental son: Calcisoles, Fluvisoles Calcáricos, Kastanozem cálcicos y lúvicos y Vertisoles cálcicos y el margen occidental los predominantes son: Feozem háplicos, Fluvisoles mólicos y Arenosoles háplicos. en el margen oriental suelos con carbonato y los occidentales sin carbonatos

TESIS CON
FALLA DE CALIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Localización geográfica

La zona de estudio corresponde al poblado Santa Cruz Quechulac y pertenece al municipio de Guadalupe Victoria que se localiza en la parte Noroeste del Estado de Puebla (mapa 1).

Sus coordenadas geográficas son: los paralelos 19° 14' 54" y 19° 25' 42" de latitud norte. y sus meridianos 97° 15' 54" y 97° 31' 06" de longitud oeste. Tiene una superficie de 239.83 Km² que lo ubica en el lugar 45 con respecto a los demás municipios del estado.

Cuenta con 16 localidades, citándose entre los más importantes Maravillas, Quechulac y San Luis Atexcac, pertenece a la región socioeconómica de Ciudad Serdan.

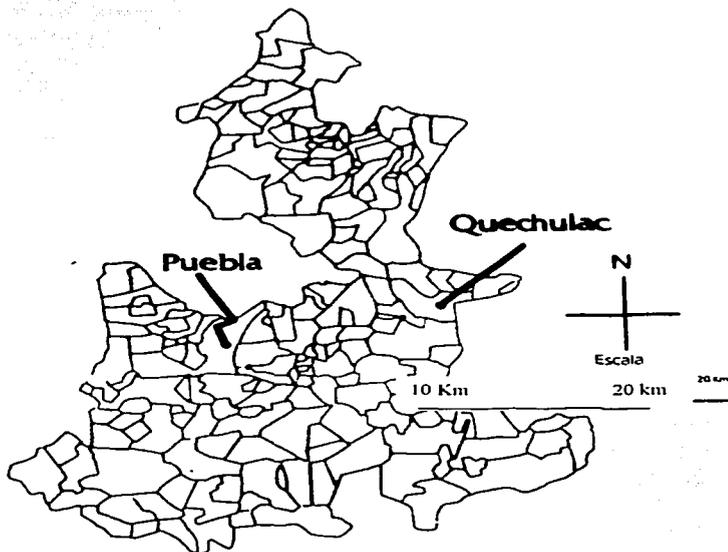
Orografía

El municipio se localiza dentro de la región morfológica de los llanos de San Juan, planicie de origen lacustre con afloramientos salinos; está formada por una pequeña cuenca endorréica cuya parte más baja esta ocupada por la laguna de Totolcingo, esta llanura está limitada al este por las estribaciones meridionales de la Sierra Norte de Quimixtlán, al sur por los llanos de San Andrés, a oeste por el Valle de Tepeaca; la cuenca ocupa la parte norte de la meseta poblana.

Topografía

Al oriente se localizan las últimas estribaciones occidentales de la Sierra de Quimixtlán, así como algunos cerros aislados como el cerro los Tetillán y Cristo Rey, así como las Mesas El Rodeo, El Aire y Jesús.

MAPA 1
LOCALIZACIÓN DEL POBLADO DE QUECHULAC EN EL
MUNICIPIO DE GUADALUPE VICTORIA EDO. DE PUEBLA



COORDENADAS DEL POBLADO DE
QUECHULAC
LATITUD 19° 25' 42"
LONGITUD 97° 31' 06"

Al centro de la cuenca se extiende una vasta llanura con una altitud de 2, 380 metros en promedio sobre el nivel del mar. Cabe mencionar que tiene una pequeña zona de Malpais al centro norte así como las lagunas Atexcac, la Preciosa y Quechulac, algunas de las cuales son Axalapasco, cuyas paredes sobrepasan apenas la superficie de la comarca sin darle a lo lejos especial fisonomía.

Al sureste, y oeste se levantan algunos complejos montañosos, la sierra de más de 7 k m de largo que va de la laguna la Preciosa hasta el norte que va de la laguna de Atexcac, se alza a más de 200 metros sobre el nivel del valle y destaca el cerro Siete Cuevas; el complejo montañoso del cerro Pinto Ancho y Alto, formación que se levanta 600 m sobre el nivel del valle, lo cubre la vegetación que se desarrolla entre las rocas calizas de sus pendientes dándole un matiz verdiblanco, moteado que da origen al nombre que lleva.

Las últimas estribaciones septentrionales del Cerro las Derrumbadas y los pequeños cerros que se levantan al suroeste y entre Nuevo Tormel y la laguna Atexcac.

Hidrografía

El municipio no presenta corrientes superficiales bien definidas, solo cuenta con pequeños arroyos intermitentes provenientes de la sierra de Quimixtlan o de las sierras del sur y poniente que se dirigen hacia el centro del municipio para desaparecer, ya que se encuentra dentro de la cuenca endorreica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Sin embargo, destacan tres grandes lagunas, Atexcac, la Preciosa y Quechulac, así como una pequeña laguna intermitente al suroeste de Guadalupe Victoria.

Clima

BS1, kw, es el clima predominante que se presenta en la parte norte del municipio. Es un clima semiseco templado con lluvias en verano y escasas a lo largo del año; la precipitación invernal con respecto a la anual es entre 5 y 10.2%, verano fresco; temperatura media anual entre 12 y 18°C, la del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente inferior a 18°C.

CLASIFICACION Y USO DEL SUELO

El municipio presenta gran diversidad edafológica; se identifican suelos pertenecientes a 5 grupos:

Andisol (T): suelos derivados de cenizas volcánicas recientes, muy ligeros y de alta capacidad de retención de agua y nutrimentos. Por su alta susceptibilidad a la erosión y fuerte fijación de fósforo, deben destinarse a la explotación forestal o al establecimiento de parques recreativos. Se localiza en las últimas estribaciones de la sierra de Quimixtlán, presenta fase lítica profunda (roca entre 50 y 100 cm de profundidad).

Fluvisol (J), son suelos de origen aluvial reciente; muy variable en su fertilidad, ya que los cultivos en los suelos fértiles dependen más del clima que de las características de suelo.

Fozem (H), son adecuados para cultivos que toleran exceso de agua, aunque mediante obras de drenaje pueden destinarse a otro tipo de cultivo,

son de fertilidad moderada a alta. Se localiza en las últimas estribaciones septentrionales y orientales de las derrumbadas y una gran extensión al sur de la laguna de Alchichica, presenta en ocasiones fase gravosa (fragmentos de roca o tepetate menores de 7.5 cm de diámetro en el suelo).

Litosol (I), son suelos de menos de 10 cm de espesor sobre roca o tepetate, no son aptos para cultivos de ningún tipo y solo pueden destinarse a pastoreo. Cubre el complejo montañoso de las siete cuevas, el occidente de la laguna la Preciosa, así como la zona de Malpais, al norte de Quechulac.

Regosol (R), formado por material suelto que no sea aluvial reciente, como dunas, cenizas volcánicas, playas, etc., su uso varía según su origen; muy pobre en nutrimentos, prácticamente infértiles. Es suelo predominante; ocupa las zonas francamente planas de la parte central y el conjunto montañoso del cerro Pinto, al noreste.

Los suelos presentes en la zona de influencia de Quechulac según el mapa edafológico son: Regosol calcárico, Feozem eútrico, Fluvisol eútrico (mapa 2).

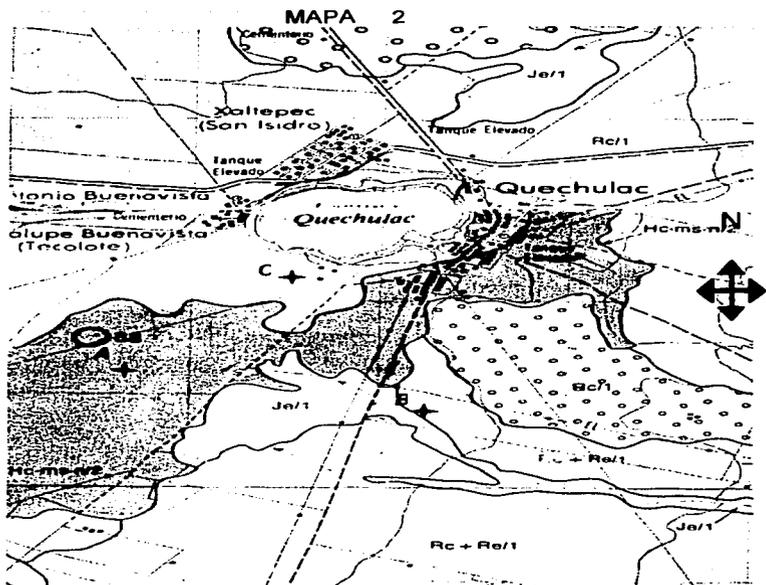
Vegetación

Se encuentran bosques en las estribaciones del cerro Pinto y las Derrumbadas, así como pequeñas zonas del sureste, están constituidas por pinos y asociaciones de Pino-encino, encontrándose la siguiente vegetación: pino, ocote, soyate, izote, escobilla, jarilla y en ocasiones magueyes.

Por último en los cerros aislados y las zonas de contacto entre los cerros Pinto y Derrumbadas con las áreas planas, existen pequeñas zonas

de matorrales desértico rosetofo, intercalado con izotal; presentándose agricultura de temporal maíz, haba, frijol y de riego como alfalfa y papa (INEGI, 1987).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



**MAPA EDAFOLÓGICO DEL MUNICIPIO GUADALUPE VICTORIA,
PUE.**

ESCALA 1:50,000

TIPOS DE SUELO

- Hc-ms-n/2 Feozem calcárico
- Je/1 Fluvisol eútrico
- Rc/1 Regosol calcárico
- Rc+Re/1 Regosol calcárico, Regosol eútrico

TEXTURA

- Textura gruesa (1)
- Textura mediana(2)
- Textura fina (3)

**TESTES CON
FALLA DE ORIGEN**

HIPÓTESIS

Comprobar si la clasificación de suelos del área de estudio corresponde a la reportada por las cartas edafológicas del INEGI. Ya que las escalas que se manejan son muy grandes y en ocasiones no corresponden en áreas más pequeñas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Clasificar a tres unidades de suelo existentes en el área de influencia de Sta. Cruz Quechulac, Puebla.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Determinar a través de las propiedades físicas y químicas las unidades de suelo de acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO.
- 2.- Con base en la categorización de las unidades sugerir su uso bibliográficamente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MATERIAL Y MÉTODO

Para cubrir los objetivos se propusieron varias etapas .

Etapas de gabinete 1

1.- Se revisó la información existente de la zona de estudio

1.a Descripción de la zona

1.b Antecedentes

2.- Se establecieron en los mapas topográficos y edáficos las unidades de suelo.

2.a Se delimitaron y seleccionaron las unidades de suelo de la zona de influencia de Quechulac.

2.b Se ubico el punto de muestro en la parte central de cada unidad, de tal forma que no estuviera influenciada por las otras unidades en colindancia.

Etapas de campo

1.- Se ubicaron los sitios de muestreo con base en el mapa edáfico del poblado de Quechulac, Puebla (Mapa 2).

1.a Se realizó un pozo de 2x1x2 mts con una cara expuesta al sol para la descripción del perfil, siguiendo el manual de campo de Cuanalo (1990); para cada una de las unidades del suelo reportadas en el mapa edafológico: Feozem calcárico, Fluvisol eútrico y Regosol calcárico.

1.b Se tomaron las muestras de cada horizonte después de ubicarlas con base al manual de Cuanalo (1990) y se tomaron las porciones de suelo de abajo hacia arriba para evitar contaminarlos, de cada horizonte se tomo aproximadamente un kilo de suelo, el cual se transporto al laboratorio en bolsas de polietileno, y fueron debidamente etiquetadas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Etapas de laboratorio

1.- En el laboratorio se llevó a cabo el procesamiento de las muestras que va desde su preparación (secado a la sombra, molido y tamizado) hasta la determinación de las propiedades físicas y químicas que a continuación se mencionan.

DETERMINACION	METODO
Color	Comparación con tablas Munsell (en seco y húmedo) (Munsell, 1990)
Densidad aparente	De la probeta (Baver, <i>et al</i> ; 1980)
Densidad real	Del picnómetro (Gavande, 1979)
Espacio poroso	$E.P=100(1-Densidad\ Aparente /Densidad\ Real)$
Textura	Bouyoucos (Black, 1965 citado en Gavande, 1979)
Materia orgánica	Método de Walkley y Black (Black, 1934, citado en Jackson, 1982)
pH	Potenciómetro (relación 1:1 acuoso)
Conductividad eléctrica	Pasta de saturación (López, 1974)
Nitrógeno total	Método Kjeldahl (Jackson, 1982)

Na, K, Ca y Mg Intercambiables	Extracción con acetato de amonio pH 7 y determinación de Ca y Mg con valoración de EDTA; Na y K Espectrofotoflamómetro (Richards, 1980)
Calcio y Magnesio Solubles	Por titulación de EDTA (Jackson, 1982)
Sodio y Potasio Solubles	Por flamometría (Jackson, 1982)
Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.)	Por medio del cloruro de calcio titulándolo después con EDTA (Jackson, 1982)
Por ciento de sodio intercambiable (PSI)	Empleando la fórmula según Richards (1980)
Por ciento de potasio intercambiable (PPI)	Empleando la fórmula según Richards (1980)
Por ciento de carbono orgánico %C	$\%C = \frac{\% \text{ de MO en el suelo}}{1.724}$
Carbonatos y Bicarbonatos	Extracción con agua en pasta de saturación titulación con ácido sulfúrico 0.05N (Jackson, 1982)
Cloruros	Extracción con agua en pasta de saturación titulación con Nitrato de plata (Jackson, 1982)

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Etapas de gabinete 2

1.a En esta última etapa se realizaron los cálculos con los datos obtenidos en el laboratorio y también se elaboraron cuadros y tablas de resultados.

1.b Se discutieron y analizaron los resultados de laboratorio y campo.

1.c Se clasificaron las unidades de suelo con base en el sistema FAO-UNESCO (1988).

1.d Se elaboró el documento final.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESULTADOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 1

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS DE LOS PERFILES UBICADOS
EN LAS TRES UNIDADES DE SUELO DEL MUNICIPIO DE STA. CRUZ QUECHULAC, PUEBLA

PERFIL A

Num. de muestra	Profundidad (cm)	COLOR Seco	COLOR Húmedo	pH	D.A g/oc	D.R g/oc	Porcentaje %	TEX Arena%	TU Limo %	RA Arcilla %	CLASE Textural
1	0-17	10VR 5/2 Pardo grisáceo	7.5 VR 3/2 Pardo obscuro	8.28	1.17	2.62	53.97	61.12	26.72	12.16	Miagón Arenoso
2	18-44	10VR 5/1 Gr's	7.5 VR 4/2 Pardo	8.47	1.27	2.51	49.40	63.12	26.72	10.16	Miagón Arenoso
3	45-65	10VR 5/1 Gr's	7.5 VR 4/2 Pardo	8.35	1.32	2.60	49.73	70.76	20.36	8.88	Miagón Arenoso
4	65-68	10VR 5/1 Gr's	7.5 VR 4/2 Pardo	9.16	1.24	2.45	49.36	65.48	15.64	8.88	Miagón Arenoso
5	69-85	10VR 6/2 Pardo grisáceo	7.5 VR 3/2 Pardo obscuro	8.97	1.23	2.50	50.80	65.84	22.00	8.16	Miagón Arenoso
6	85-89	10VR 6/2 Pardo grisáceo	7.5 VR 3/2 Pardo obscuro	9.01	1.23	2.51	50.99	69.84	25.78	4.88	Miagón Arenoso
7	90-100	10VR 6/2 Pardo grisáceo	7.5 VR 3/2 Pardo obscuro	8.66	1.17	2.38	50.84	66.84	24.00	10.16	Miagón Arenoso
8	101-123	10VR 6/2 Pardo grisáceo	7.5 VR 3/2 Pardo obscuro	8.57	1.10	2.41	54.35	75.12	18.00	6.88	Miagón Arenoso
PERFIL B											
1	0-20	10VR 5/3 Pardo	7.6 VR 3/2 Pardo obscuro	7.27	1.16	2.34	50.42	57.48	35.00	6.60	Miagón Arenoso
2	21-35	10VR 5/3 Pardo simplos (7.5 VR 4/2) poco abundante	7.5 VR 3/2 Pardo obscuro	7.47	1.13	2.51	54.98	69.48	21.84	8.88	Miagón Arenoso
3	36-46	10VR 5/3 Pardo	7.5 VR 3/2 Pardo obscuro	8.76	1.18	2.35	49.79	65.48	26.21	8.30	Miagón Arenoso
4	46-55	10VR 6/3 Pardo claro	7.5 VR 3/2 Pardo obscuro	6.57	1.32	2.53	47.82	59.12	6.00	4.88	Arena
5	55-60	10VR 6/3 Pardo claro medias (10VR 6/2)	10 VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.00	1.31	2.60	48.01	63.48	17.00	4.52	Arena miagón
6	61-116	10VR 6/3 Pardo claro con medias (10VR 6/2)	10 VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.11	1.29	2.18	40.82	61.12	14.36	4.52	Arena miagón
7	116-163	10VR 6/3 Pardo claro con medias (10VR 6/3)	10 VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.33	1.36	2.40	43.33	63.84	12.00	4.16	Arena miagón
PERFIL C											
1	0-20	10VR 6/2 Pardo grisáceo	10 VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.26	1.45	2.55	43.13	85.12	10.00	4.88	Arena miagón
2	21-67	10VR 6/2 Pardo grisáceo	10VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.44	1.34	2.63	49.04	75.12	16.20	6.88	Miagón arenoso
3	68-80	10VR 6/1 Gr'sáceo	10VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.51	1.34	2.66	47.65	75.48	15.64	6.88	Miagón arenoso
4	81-85	10VR 6/1 Gr'sáceo	10 VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.60	1.28	2.51	49.0	76.76	14.36	6.88	Miagón arenoso
5	86-100	10VR 6/1 Gr's	10 VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.55	1.38	2.56	45.09	75.12	18.00	6.88	Miagón arenoso
6	101-125	10VR 6/1 Gr's	10VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.64	1.37	2.59	47.10	73.12	18.00	6.88	Miagón arenoso
7	125-155	10VR 6/1 Gr's	10 VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.60	1.38	2.53	45.45	77.09	14.04	6.88	Miagón arenoso
8	155-165	10VR 5/1 Gr's	10 VR 3/2 Pardo grisáceo muy obscuro	8.61	1.49	2.56	41.79	77.48	18.36	4.16	Arena miagón

TESIS CON
TÍTULO DE ORIGEN

TABLA 2

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICO DE LOS PERFILES UBICADOS EN LAS
TRES UNIDADES DE SUELO DEL MUNICIPIO DE STA. CRUZ QUECHULAC, PUEBLA

PERFIL A

M.O	%	N	C	N	C	C.I.C.T. cmol Kg ⁻¹	CE mmhos cm ⁻¹	SO Ca++ ppm	LU Mg++ ppm	BLES Na+ ppm	K+ ppm	INTER Ca++ cmol Kg ⁻¹	CAMBIA Mg++ cmol Kg ⁻¹	BLES Na+ cmol Kg ⁻¹	K+ cmol Kg ⁻¹	PSI	PPI	CO ₂ cmol Kg ⁻¹	HCO ₃ cmol Kg ⁻¹	Cl ⁻ cmol Kg ⁻¹
2 157	0 107	251	11 69	2 44	0 67	26 12	9 36	N C	N C	1 359	0 592	19 523	1 278	48 10	3 150	4 78 x 10 ³	1 43 x 10 ³	1 43 x 10 ³	1 22 x 10 ³	
2 009	0 100	1 165	11 65	2 01	0 93	24 12	1 704	5 357	N C	1 456	0 766	30 284	18 80	42 48	26 37	4 78 x 10 ³	1 43 x 10 ³	1 43 x 10 ³	1 22 x 10 ³	
2 083	0 104	1 208	11 61	1 84	1 54	23 00	3 21	17 645	N C	1 448	0 724	1 589	1 086	6 51	4 45	4 78 x 10 ³	1 91 x 10 ³	9 8 x 10 ³		
2 083	0 104	1 208	11 61	2 07	2 24	18 72	4 75	68 803	N C	1 505	0 806	14 591	1 021	37 65	2 69	4 78 x 10 ³	1 31 x 10 ³	6 37 x 10 ³		
2 093	0 104	1 208	11 61	2 15	2 6	16 16	4 92	81 091	N C	1 636	0 951	11 902	0 763	30 41	1 95	4 78 x 10 ³	2 62 x 10 ³	7 10 x 10 ³		
1 934	0 096	1 122	11 68	2 07	3 0	21 28	1 704	85 173	N C	1 647	0 986	15 85	0 926	37 14	1 18	4 78 x 10 ³	1 91 x 10 ³	1 02 x 10 ³		
1 934	0 096	1 122	11 68	2 61	3 39	20 44	3 21	119 18	N C	1 583	0 859	12 79	0 248	34 15	6 66	4 78 x 10 ³	1 43 x 10 ³	1 42 x 10 ³		
1 934	0 096	1 122	11 68	2 44	4 17	19 88	4 08	129 42	N C	1 34	0 674	11 452	0 1959	36 01	0 61	4 78 x 10 ³	1 91 x 10 ³	2 10 x 10 ³		
PERFIL B																				
1 137	0 066	0 659	11 76	1 78	0 7	16 44	0 84	N C	2 84	0 664	0 092	7 417	1 278	46 67	1 97	4 78 x 10 ³	1 47 x 10 ³	9 8 x 10 ³		
0 772	0 038	0 448	11 78	1 84	0 6	17 32	1 344	N C	N C	0 672	0 292	5 633	19 579	17 13	59 63	4 78 x 10 ³	1 67 x 10 ³	9 8 x 10 ³		
0 772	0 038	0 448	11 78	1 73	0 78	15 66	0 84	N C	N C	0 719	0 359	5 633	17 916	17 89	55 05	4 78 x 10 ³	1 71 x 10 ³	9 8 x 10 ³		
0 977	0 048	0 566	11 79	1 33	0 9	11 04	1 176	N C	N C	0 814	0 173	4 278	14 681	15 96	54 83	4 78 x 10 ³	9 56 x 10 ³	7 35 x 10 ³		
0 466	0 023	0 270	11 73	1 13	0 38	13 89	1 176	N C	N C	0 681	0 106	6 519	14 691	23 23	57 32	4 78 x 10 ³	9 56 x 10 ³	4 6 x 10 ³		
0 458	0 020	0 236	11 82	1 27	0 39	15 04	1 176	N C	N C	0 456	0 042	5 176	15 142	22 42	59 87	4 78 x 10 ³	16 58 x 10 ³	7 36 x 10 ³		
0 507	0 030	0 362	11 73	2 24	0 5	16 16	0 84	N C	N C	0 639	0 099	5 633	10 55	23 88	44 83	4 78 x 10 ³	1 67 x 10 ³	4 9 x 10 ³		
PERFIL C																				
1 137	0 066	0 659	11 76	1 05	0 4	13 89	1 344	N C	0 78	0 498	0 035	6 071	11 846	26 12	50 97	4 78 x 10 ³	1 19 x 10 ³	7 35 x 10 ³		
0 607	0 030	0 362	11 73	1 50	0 28	19 28	1 176	N C	0 03	1 029	0 365	6 969	9 011	23 37	32 22	4 78 x 10 ³	1 19 x 10 ³	4 9 x 10 ³		
0 540	0 027	0 313	11 59	1 36	0 31	18 44	1 704	N C	N C	1 079	0 333	10 566	7 980	32 33	24 44	4 78 x 10 ³	1 43 x 10 ³	4 9 x 10 ³		
0 474	0 023	0 275	11 95	1 24	0 55	18 44	1 704	0 251	0 28	0 621	0 120	11 452	7 465	40 43	26 36	4 78 x 10 ³	1 19 x 10 ³	1 47 x 10 ³		
0 474	0 023	0 275	11 95	1 19	0 55	15 89	2 04	N C	0 18	0 063	0 393	10 566	7 980	32 00	24 19	4 78 x 10 ³	1 19 x 10 ³	1 71 x 10 ³		
0 474	0 023	0 275	11 95	1 16	0 6	15 6	1 87	N C	0 18	0 826	0 142	10 824	9 269	36 58	31 39	4 78 x 10 ³	1 19 x 10 ³	1 71 x 10 ³		
0 540	0 027	0 313	11 59	1 22	0 33	15 89	1 176	N C	N C	0 672	0 063	11 004	10 042	38 76	35 37	4 78 x 10 ³	9 56 x 10 ³	4 9 x 10 ³		
0 673	0 033	0 390	11 81	1 05	0 35	14 76	1 704	N C	N C	0 665	0 063	14 591	10 875	44 78	33 19	4 78 x 10 ³	1 19 x 10 ³	7 35 x 10 ³		

* N C = NO CUANTIFICABLE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base en el mapa edafológico y a la cercanía entre si y a la dimensiones de las unidades, se procedió a describir los perfiles de suelo , INEGI los ha clasificado como Regosol eútrico, Feozem calcárico y Fluvisol eútrico .

Son tres unidades las que se presentan en la región como un mosaico y pueden estar sobrepuestas o de forma individual, (Mapa 2) se escogieron aquellas que no presentaban alguna sobreposición y que son representativas de la zona de trabajo.

Podemos observar tanto en el mapa como en los cuadros (1, 2 y 3) de descripción de perfiles que existe una asociación entre material parental, las geoformas y el clima. Esta interacción ha permitido a lo largo del tiempo dar origen a las unidades de suelo y a la vegetación característica de la zona.

PERFILA

CUADRO 1

Localización	Sta. Cruz Quechulac, Municipio de Guadalupe Victoria, Estado de Puebla. Localizado entre los 97° 15' 54" y 97° 31' 06" de longitud O y 19° 14' 54" y 19° 25' 42" de latitud N
Clima	Bs1. Kw, semiseco templado, temperatura media anual entre 12° y 18°C, precipitación media anual de 335.95 mm
Fisiografía	Planicie con una altura de 2300 msnm
Material parental	Lacustre y sedimentos piroclásticos
Vegetación	Cultivado con haba, frijol y maíz.
Clasificación	Feozem calcárico (salina-sódica).
Horizontes	Descripción
Ap	Profundidad 0-17 cm, color pardo grisáceo 10YR 5/2 en seco y 7.5YR 3/2 pardo oscuro en húmedo, migajón arenoso, estructura granular, macro y microporos, efervesce con el ácido clorhídrico. Presenta raíces.
A1	Profundidad 18-44 cm, color gris 10YR 5/1 en seco 7.5YR 4/2 pardo en húmedo, migajón arenoso, estructura granular, efervesce con el ácido clorhídrico, macro y microporos, raíces.
A2	Profundidad 45-85 cm, color gris 10YR 5/1 y pardo gris claro 10YR 6/2 en seco y el húmedo pardo 7.5YR 4/2 y pardo oscuro 7.5 YR 3/2, textura migajón arenoso, estructura granular, macro y microporos, efervescencia con el ácido clorhídrico. Pocas raíces delgadas.
C	Profundidad 86-123 cm, pardo gris claro 10YR 6/2 en seco y pardo oscuro 7.5YR 3/2 en húmedo, migajón arenoso, estructura granular, efervesce con el ácido clorhídrico.

DESCRIPCIÓN DE PERFILES

PERFIL A

El perfil A presenta una clase textural de migajón arenoso es decir tiene una textura gruesa y de acuerdo con (Henin *et al.*, 1990) se trata de un suelo arenoso ya que la proporción de arena sobrepasa al 55%.

Su densidad real coincide con lo reportado por Gaucher (1971) para los suelos de constitución mediana ($2.5 - 2.6 \text{ g/cm}^3$). Su densidad aparente esta dentro del rango establecido por Thompson (1982), de moderadamente baja a baja ($1.2 - 1.6 \text{ g/cm}^3$). Lo que ocasiona que exista una mayor cantidad de espacio poroso y también indica que hay materiales de origen volcánico como riolita, pómez, obsidiana y roca vítrea perlítica provenientes de las derrumbadas.

Esto aunado a su textura gruesa le da ciertas características favorables al suelo como el absorber el agua fácilmente, tener aireación y permitir una fácil penetración de las raíces pero a la vez tiene dos limitaciones, la primera es su poca retención de agua y la segunda es su limitada capacidad de adsorción de nutrimentos debido a que las arenas que se encuentran en gran cantidad tienen una menor área de superficie activa.

Respecto a los valores obtenidos de pH (>8.3) y de acuerdo con Jones y Wolf (1984) corresponde a un pH fuertemente alcalino esto aunado a una conductividad eléctrica mayor de 2 dSm^{-1} , que se presenta por el considerable contenido de sales solubles sobre todo de Na^+ que supera el de Ca^{++} y Mg^{++} juntos-. El porcentaje de Na^+ intercambiable mayor del 15% nos indica que se presenta una fase salina sódica. Esto debido a las siguientes razones:

a) Hay pocas aportaciones orgánicas y en consecuencia menor actividad microbiana. (Ortiz y Ortiz, 1990).

b) El lavado es de naturaleza local y las sales no pueden ser transportadas fuera de la cuenca ya que es endorréica.

c) Una acumulación de sales solubles de Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+ en forma de bicarbonatos, sulfatos y carbonatos se presenta en la solución del suelo, pero debido a que esta se concentra (como consecuencia de la evaporación del agua), algunas sales como los sulfatos y carbonatos de Ca^{++} y Mg^{++} de baja solubilidad, se precipitan causando un aumento en la concentración del Na^+ quien reemplaza al Ca^{++} y Mg^{++} en los sitios de intercambio.

De esta forma el complejo intercambiable contiene cantidades apreciables de Na^+ el cual presenta efectos secundarios sobre el desarrollo de las plantas a través de modificaciones estructurales adversas en el suelo, como su dispersión que hace posible que se vuelva lodoso con la consecuente deficiencia en la aireación y la baja disponibilidad de agua. También provoca alteraciones nutricionales debido a que el complejo intercambiable que se encuentra saturado con Na^+ remueve el Ca^{++} de los tejidos radiculares de la planta, la que puede morir debido a una deficiencia de Ca^{++} (Fuentes, 1999).

Respecto al contenido de Materia orgánica obtenido (1.9-2.1%), está dentro del rango propuesto por Velasco (1988) y la clasifica como medianamente pobre teniendo como consecuencia que el por ciento de carbono sea menor de 2 y el de nitrógeno sea bajo (Landon, 1984). A pesar que en esta región se dan algunas condiciones que favorecerían el crecimiento de microorganismos y la velocidad de descomposición de la

materia orgánica, ya que se presentan temperaturas óptimas y el tipo textural es arenoso lo que permite que tenga buena aireación. Pero está descomposición se ve limitada debido que los residuos orgánicos son pocos ya que además de que no se conserva la materia orgánica edáfica, se levanta todo el rastrojo sin reincorporarlo al suelo. Si a lo anterior le sumamos que la humedad es mínima debido a que las lluvias son escasas a lo largo del año y que el suelo retiene poco agua por ser arenoso. Además de que el pH es alcalino (8.2-9.1) y a un pH superior a 7.8 se detiene la actividad microbiana (Fuentes, 1999).

La relación carbono nitrógeno (11.6%) indica que hay una baja disponibilidad del nitrógeno para las plantas pues apenas comienza la liberación de este por parte de los microorganismos. También se debe al tipo de textura que se presenta la cual es de tipo arenoso y por lo general no interaccionan fácilmente con los compuestos orgánicos (Thompson, 1982).

El valor de la capacidad de intercambio catiónico es bajo ($< 2.5 \text{ cmol Kg}^{-1}$), se encuentra dentro del rango reportado por Fuentes (1999) para los suelos arenosos (1.5 cmol Kg^{-1}). Esto causado por la casi nula formación de humus y por los bajos valores de arcilla.

Basándonos en las características físicas y químicas anteriormente descritas y de acuerdo a la clasificación de la FAO/UNESCO podemos concluir que se trata de un suelo Feozem calcárico y que presenta una fase salina-sódica.

CUADRO 2**PERFIL B**

Localización	Sta. Cruz Quechulac, Municipio de Guadalupe Victoria, Estado de Puebla. Localizado entre 97° 15' 54" y 97° 31' 06" de longitud Oeste y 19° 14' 54" y 19° 25' 42" de longitud Norte.
Clima	Bs1, Kw, semiseco templado, temperatura media anual entre 12° y 18°C, precipitación media anual 335.95mm.
Fisiografía	Planicie con una altura de 2300 msnm
Material Parental	Aluvial
Vegetación	Cultivado con haba, frijol y maíz
Clasificación	Fluvisol eútrico (con fase sódica)
Horizontes	Descripción
Ap	Profundidad 0-20 cm, color pardo 10YR 5/3, en seco y 7.5YR 3/2 pardo oscuro en húmedo, migajón arenoso, estructura angular, macro y microporos, no efervesce con el ácido clorhídrico.
A1	Profundidad 21-45 cm, color pardo claro 10YR 5/3 en seco y 7.5YR3/2 pardo oscuro en húmedo, migajón arenoso, estructura angular, macro y micro poro, no efervesce con ácido clorhídrico.
C	Profundidad 46-150 cm, color pardo claro 10YR 6/3 y pardo gris claro 10YR 6/2 en seco y en húmedo pardo oscuro 7.5YR 3/2 y pardo grisáceo muy oscuro 10YR 3/2, textura arena y arena migajón, estructura angular, macro y microporos, no efervesce con el ácido clorhídrico.

PERFIL B

El perfil B cuya formación está dada por sedimentación de los materiales acarreados por aluviación de las formaciones montañosas cercanas.

Presenta una densidad aparente ($1.13-1.36\text{g/cm}^3$), y una densidad real de ($2.18-2.53\text{g/cm}^3$), con un porcentaje de porosidad $<50\%$. En los primeros 45cm del perfil presenta una clase textural de migajón arenoso, de $46-55\text{cm}$ arena, y de $56-150$ arena migajón, tiene una textura gruesa de acuerdo con lo reportado por Velasco (1988).

Por lo que es un suelo muy permeable a la circulación del aire, al agua y las raíces penetran fácilmente en él. Pero también por dichas características presenta un bajo poder de retención hídrico, y una deficiente capacidad de almacenamiento de nutrientes siendo estos últimos fundamentales para el buen desarrollo de las plantas.

Con respecto a la materia orgánica ($<2\%$) es un suelo pobre, por lo que el contenido de carbono y nitrógeno es bajo (Fuentes, 1999). Las temperaturas altas que se tienen en esta zona favorecen el desarrollo microbiano y a la descomposición de la materia orgánica, pero cuando esta se reduce, sucede que ya no se cubren las necesidades de los microorganismos, por lo que estos toman el nitrógeno mineral del suelo, para cubrir sus necesidades, lo cual también influye en el desarrollo de las plantas.

Este perfil presenta características salinas ya que el pH es <8.5 , y la conductividad eléctrica $<2\text{dSm}^{-1}$. La salinización es causada por los periodos ascensos capilares de las sales solubles, por la evapotranspiración,

pero sobre todo a la acumulación , ya que dichas sales no son transportadas fuera de la cuenca.

De acuerdo a su PSI (15.9-45.6%) es un suelo medianamente sódico (Fuentes,1999). Esto se debe a que el Na^+ se presenta en los sitios de intercambio, por lo tanto su capacidad de intercambio catiónico se ve disminuida ($1.13 - 2.24 \text{ cmol Kg}^{-1}$) esto también se debe al bajo contenido de materia orgánica y al bajo porcentaje de arcilla. El sodio se acumula en grandes cantidades en las zonas áridas de forma natural, pero cuando se encuentra en grandes cantidades , es cuando las arcillas y la materia orgánica se defloculan conforme las capas dobles eléctricas de las partículas adyacentes se sobreponen, provocando el rompimiento de los agregados del suelo y como consecuencia se transforma en un suelo impermeable al agua y al aire (Bohn *et al.*, 1993).

Una vez que son liberados los iones de Na^+ en la solución del suelo son retenidos en los puntos de intercambio catiónico con mayor fuerza que el K^+ , Mg^{++} y el Ca^{++} , por lo que el Na^+ es fácilmente lavado por el agua, mientras que el K^+ tiene un elevado porcentaje de intercambio, esto se debe a que los iones de potasio hidratados presentan una baja energía de atracción hacia las micelas, se combinan con facilidad y pueden modificar su posición sobre la superficie micelar sin demasiada dificultad. Los compuestos de este elemento son muy solubles en agua y son fácilmente absorbidos por los puntos de intercambio, o sea, son retirados de la solución mucho antes de que ocurra la saturación.

Basándonos en las características físicas y químicas anteriormente mencionadas y de acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO podemos inferir que se trata de un Fluvisol eútrico y presenta una fase sódica

CUADRO 3

PERFIL C

Localización	Sta. Cruz Quechulac, Municipio de Guadalupe Victoria, Estado de Puebla. Localizado entre 97° 15' 54" y 97° 31' 06" de longitud Oeste y 19° 14' 54" y 19° 25' 42" de longitud Norte.
Clima	Bs1, Kw, semiseco templado, temperatura media anual entre 12° y 18°C, precipitación media anual 335.95mm.
Fisiografía	Planicie con una altura 2300 msnm
Material Parental	Material piroclástico no consolidado.
Vegetación	Cultivado con maíz
Clasificación	Regosol eútrico (fase sódica)
Horizontes	Descripción
Ap	Profundidad 0-20 cm, color pardo gris claro 10YR 6/2 en seco y 10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, arena migajón, macro y microporos, estructura granular, no efervesce con ácido clorhídrico.
C	Profundidad 21-185 cm, color gris 10YR 6/1 en seco y pardo grisáceo en húmedo 10YR 3/2, migajón arenoso, macro y microporos, estructura granular, no efervescencia con ácido clorhídrico.

PERFIL C

El perfil C presenta en los primeros 20 cm del perfil una clase textural de arena migajón y en los siguientes 20-185 cm su clase textural cambia a migajón arenoso. En ambas situaciones se observa que la cantidad de arena es alta, lo que muestra su condición de suelo con material grueso y suelto siendo esto característico de los Regosoles.

Su densidad real esta dentro del rango (2.5-2.6 g/cm³) reportado para los suelos de constitución mediana (Gaucher, 1971). Su densidad aparente coincide con lo reportado por Miramontes (1978) para los suelos arenosos (1.32-1.46 g/cm³). Esto junto con la textura gruesa le confiere ciertas características como tener buena aireación y absorber el agua fácilmente pero también tener una baja fertilidad y poca capacidad de retención de agua.

Respecto al contenido de materia orgánica (< 0.6%) se clasifica como extremadamente pobre (Velasco, 1988). Esto se refleja en el porcentaje de carbono que es muy bajo (Landon, 1984) y en el nitrógeno que se clasifica como pobre ya que es menor de 0.032% (Moreno, 1978). Lo anterior se debe a la poca cantidad de plantas que se pueden desarrollar en los suelos de esta unidad, ya que estos presentan características tales como -un bajo contenido de agua, una deficiencia nutrimental en cuanto a fósforo y nitrógeno y un exceso de sodio intercambiable- que evitan el desarrollo de plantas que no sean resistentes a estas condiciones.

La poca cantidad de materia orgánica y los bajos porcentajes de arcilla dan como resultado una capacidad de intercambio catiónico de (1-1.5 cmol Kg⁻¹), de acuerdo a Cottenie (1980) es baja ya que es menor de 5 cmol Kg⁻¹.

Esta unidad presenta una fase sódica no salina ya que tiene un pH cercano a 8.5, una conductividad eléctrica menor de 2dS m^{-1} y un porcentaje de sodio intercambiable alto (26-44%), en donde los iones de sodio ocupan en más de un 15% los sitios de intercambio. Este exceso de iones sodio es absorbido por la arcilla y los coloides orgánicos lo que provoca una dispersión de ambos resultando una pérdida deseable de estructura y el desarrollo de un efecto "amazacotado" que a su vez tiene como consecuencia la reducción del desagüe, la aireación y la actividad microbiana (Tamhane, 1979). Además el pH elevado origina una reducción en la solubilidad y en la disponibilidad para las plantas del hierro, cobre, manganeso y zinc.

Con base a las propiedades físicas y químicas de este perfil concluimos que es un suelo Regosol eútrico y presenta fase sódica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ORIGEN DE LAS UNIDADES DE SUELO

Geológicamente estas unidades de suelo se encuentran localizadas al sureste y en una de las partes bajas de la Cuenca Endorréica Oriental; ésta se originó entre el Terciario Superior y Cuaternario como consecuencia de la formación del Eje Neovolcánico. Se debe mencionar que también dentro de esta cuenca se encuentran estructuras geológicas como las Derrumbadas formadas principalmente por rocas volcánicas como las riolitas, piedra pómez, obsidiana y roca vitrea perlítica (Reyes, 1979). Se encuentra una faja terminal de la Sierra Madre Oriental (Subprovincia del Carso Huasteco) formada por rocas sedimentarias marinas del Jurásico Superior y del Cretácico entre las que predominan las calizas, areniscas y lutitas, pero que se encuentran cubiertas por material piroclástico como lapilli, piedra pómez y escoria.

Del origen de las unidades de suelo podemos mencionar lo siguiente:

En el transcurso del tiempo y el efecto de las precipitaciones pluviales que se abaten en la Sierra Madre Oriental, la han erosionado, provocando con ello un arrastre de material hacia la cuenca Oriental; material aluvial que año con año se aporta, dando origen a los fluvisoles; en los cuales se observa material vegetal tales como conos, maderas, etc. Y en algunos casos los cultivos son dañados por la depositación del material arrastrado.

El material de la región es piroclástico, ya que la zona se ha formado a raíz de la actividad volcánica, ejemplo de ello son los lagos cráter que se encuentran cercanos a la zona de muestreo, y que por acción erosiva existió una planización de los conos volcánicos, dando origen a suelos sueltos denominados Regosoles.

Sobre los Regosoles y por efecto del arrastre de material edáfico de las partes altas se depositaron en la parte más baja; el flujo de material debió ser interrumpido ; este aporte edáfico, la humedad y el clima dieron paso a la formación del Feozem ya que presenta un horizonte mólico.

Respecto al carácter calcárico y sódico que presentan las unidades del suelo se considera que puede ser debido a los siguientes aspectos:

A) Al Intemperismo del material sedimentario.

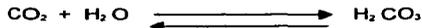
Richards (1980) menciona que el océano puede ser la fuente de sales en aquellos suelos en los que el material original esta constituido por depósitos marinos que se asentaron durante periodos geológicos y esto lo que probablemente en el área en que se localiza la Cuenca la Oriental ya que de acuerdo a Reyes (1979) ahí se desarrollaron durante el Jurásico y principalmente en el Cretácico depósitos marinos calcáreos que sufrieron plegamientos en el periodo Terciario y que después emergieron formando anticlinales que han sido erosionados y han liberado cationes alcalinos y alcalinotérreos.

B) Al Intemperismo de rocas ígneas que se encuentran en las Derrumbadas-la riolita – que contiene feldespatos alcalinos o la plagioclasas sódicas como la albita que es un mineral inestable en el agua a temperatura y presión ambiental (Bohn, *et al* .,1993) y como consecuencia es más probable que tenga reacciones de hidrólisis y de carbonatación .



En esta reacción de hidrólisis el producto de esta es de carácter alcalino.

En la reacción de carbonatación de la albita, el dióxido de carbono (atmosférico o biológico) es importante ya que al reaccionar con el agua forma ácido carbónico que es un agente químico intemperizante.



Debido a que estas reacciones se llevan a cabo en la zona donde el agua recibida por precipitación es escasa tan sólo de 335.95 mm media anual (Gráfica 1) y además de tener una elevada pérdida de agua por evapotranspiración causada por las altas temperaturas (Gráfica 2), el bicarbonato de sodio tiende a acumularse en el suelo y además puede concentrarse y formar carbonatos.



Según Cepeda (1991) algo similar ocurre al formarse los carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio y potasio a partir de olivinos, micas, feldspatos.

C) A las aguas superficiales y un alto nivel de agua freática.

Estas regiones semiáridas tienen un sistema de drenaje mal desarrollado o ausente que resulta insuficiente para evacuar las aguas de lluvia, estas aguas contienen sales disueltas que provienen de otras áreas o de las zonas más altas y tienden a estancarse en las partes bajas de la Cuenca y al evaporarse el agua estas sales se van acumulando en el suelo.

De acuerdo a Richards (1980) las aguas subterráneas de estas regiones contienen cantidades considerables de sales solubles. Si el nivel de agua es alto las sales se mueven hacia la superficie por efecto de la acción capilar y al evaporarse se tiene una mayor acumulación de sales.

TESIS CON
FALLA DE CALIDAD

USO Y MANEJO DE UNIDADES DE SUELO

De acuerdo a sus propiedades físicas y químicas de los suelos se pueden utilizar adecuadamente y evitar que se deterioren y contaminen. Estas unidades de suelo presentan un alto contenido de sales, lo que las hace poco rentables a sus comunidades, pero teniendo una adecuada selección de los cultivos se puedan producir mejores rendimientos bajo condiciones de salinidad y además de prácticas especiales de manejo, como:

1) La tolerancia de sales durante la germinación.

2) Modificar las prácticas de siembra para reducir al mínimo la tendencia de las sales a acumularse alrededor de la semilla (Helad *et al.*, citado por Richards, 1980).

Para esto se modifica la forma de la cama de siembra con el fin de reducir la acumulación en la vecindad de plántulas, se usa el riego de surco alternado, donde se riega un lado del surco a la vez.

Debido a la ubicación de las unidades de suelos no es recomendable que se laven ya que se encuentran dentro de una cuenca endorreica, además por que las aguas subterráneas de esta zona contienen un alto contenido de sales y por efecto de capilaridad hay una mayor concentración de estas en la superficie.

Es por esto que es mejor utilizar cultivos resistentes a la salinidad como: la cebada, remolacha azucarera, espárragos, espinacas, zacate salado, palmera datilera, lechuguilla y vegetación nativa como el mezquite.

CONCLUSIONES

Con base en la descripción de los tres perfiles y en los análisis físicos y químicos se llegan a las siguientes conclusiones:

1.-Se confirma que las unidades de suelo estudiadas y analizadas en la zona de trabajo son Regosol eútrico, Feozem calcárico, y Fluvisol eútrico. Lo que coincide con lo reportado por el INEGI

2.-El estado que guardan las unidades de suelo son incipientes y corresponden a las condiciones climáticas.

3.-Las tres unidades de suelo presentan fase sódica.

4.-La unidad de suelo Feozem calcárico también presenta una fase salina.

5.-El manejo del suelo con problemas de salinidad y sodicidad debe ser empleando variedades resistentes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA

Aguilar, S.A.,1995. Retos y oportunidades de la ciencia del suelo al inicio del siglo XXI. Terra 13 (1) 3-16

Aubert, G.1968. Classification des sols. Utilisée par les pedologues. Francais., In: World soil resources report 32, FAO, Roma. Italia. 78-94

Avery., B. W. 1956. A classification of British soils. Trans 6th. Intern. Congr. Soil Sci. (Paris-Francia) E:279-85.

Baver, L. D. , Goldner, W. H. y Gardner , W. R. 1980. Física de suelos. Ed UTEHA. México.

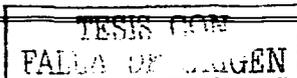
Beinroth, H. F. 1974. Relaciones entre la taxonomía de suelos de los Estados Unidos, El sistema de clasificación de los suelos de Brasil y las unidades de suelos FAO/UNESCO. In:

Black, C. A. 1975. Relación suelo-planta. Ed. Hemisferio Sur. Argentina.

Blum, W. E. H. 1988. Problems of soil conservation. Strasbourg Council of Europe, Publications and Documents Division.

Bohn, H. L., Mc Neal, B. L. y G.A. O Connor. 1993. Química del suelo. Ed. Limusa. México.

Bonnet, A. J. 1968. La ciencia del suelo. Colegio de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico.



Bornemisza E. y Alvarado A (eds). Manejo de suelos en la América tropical. Ed CIAT. EUA.

Buol, S. W., Hole, T. D. y Mc Cracken, R. J. 1981. Génesis y clasificación de suelos. Ed Trillas. México.

Calderón F.E., Lara, G.J., Alvarado, C.M., y Vázquez, R.R. 1991. Uso potencial de suelos de San Juan Tulcingo, Valle central del Edo. de Puebla. Mem. XXV Congr. Soc. Mex. Ciencia del suelo. Acapulco, Guerrero, México.

Calderón, M. E. , Gómez, G. A. y Domínguez, R. J. , 1991. Caracterización de los suelos del ejido Sn. Martín Cuautlalpan, Edo. de México. Mem. XXV Congr. Soc. Mex. Ciencia del suelo. Acapulco, Guerrero. México.

Cepeda, D. J. M. 1991. Química de los suelos. Ed. Trillas. México.

Cline, M. G. 1949. Basic principles of soil classification. Soil Sci. 67:81- 91

Cortez, O. A. y López, G. C. 1989. Estudio de clasificación de suelos del Valle de Poanas, del Estado de Durango. Mem. XXII Congr. Soc. Mex. Ciencia del suelo. Montecillos, Edo. de México. México.

Cottenie, A. 1980. Los análisis de suelos y plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilizantes, Boletín de suelos de la FAO 38/2. FAO, Roma, Italia.

Cuanalo, H. C. de la. 1965. "Los grandes grupos de suelos de la zona de Tuxtepec, Oaxaca". Tesis de M. en C. P. Chapingo. México

Cuanalo, H.C. de la. 1975. Algunos conceptos sobre clasificación de suelos con miras a generar una clasificación para México. Mem. VIII Congr Soc. Mex. Ciencia del suelo. Saltillo, Coah. México.

Cuanalo, H. C. de la. 1989. La génesis, la morfología y clasificación de los suelos en México. Mem. XXII Congr.Soc. Mex. Ciencia del suelo.

Cuanalo, H.C. de la 1990. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. 3a. Ed. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.

Dirección general de conservación del suelo y agua. 1975. Conservación del suelo y agua. SARH. México.

Dudal, R. 1968. Definitions of soil units for the soil map of the world. In world soil resources. report 33. FAO, Roma, Italia.

FAO,1988. FAO/UNESCO: Soil map of the world revised legend. World Resources Report 60, FAO. Rome. reprinted as technical paper 20, ISRIC. Wageningen, 1989.

Fitzpatrick, E.A. 1984. Suelos: su formación, clasificación y distribución. Ed. Continental. México.

Fuentes, Y. J. L. 1999. El suelo y los fertilizantes. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Funes, S. 1993. Notas sobre recursos humanos en el desarrollo agrícola y rural sostenible. 1ª. Reunión Nacional de Manejo y Conservación del Suelo y Agua. Ed Futura. México.

García, G. L. y Aguirre, G. R., 1996. Clasificación de los suelos de la región lagunera. Mem. XXVII Congr. Soc. Méx. Ciencia del suelo. Cd. Obregón, Son. México.

García, R. J. I., Palma, A., Cerda, M. A., Alcalá, J. M., Cachón, A. E. y Ortiz, S. C. A., 1996. Colección de suelos del transecto Montecillo-Coatlínchan-Tequesquahuac. Mem. XXVII Congr. Soc. Mex. Ciencia del suelo. Cd. Obregón, Son. México.

Gaucher, G., 1971. El suelo y sus características agronómicas. Ed. Omega, España.

Gavande, S.A. 1979. Física de suelos, principios y aplicación. Ed. Limusa. México.

Gutiérrez, C. M. del C. y Ortiz, S. C., 1996. Origen y evolución de los suelos del ex lago de Texcoco. Mem. XXVII Congr. Soc. Méx. Ciencia del suelo. Cd. Obregón, Son. México.

Henin, S., A. Feodoroff, R. Grass y G. Monier. 1990. Le profil cultural. S. E. I. A., Paris.

Hodgson, J. M. 1987. Muestreo y descripción de suelos. Ed. Reverté. Barcelona.

INEGI. 1987. Carta Edafológica 1:50 000 Guadalupe Victoria E14B35.

INEGI. 1987. Carta Topográfica 1:50 000 Guadalupe Victoria E14B35.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INEGI 1987. Colección Enciclopedia de los Municipios de Puebla México. México.

Jackson, M.L.1982.Análisis químico de suelos. Ed. Omega Barcelona España.

Jones, B. J. and B. Wolf. 1984. Manual soil testing procedure using modified (Wolf). Morgan extracting reagent. benton laboratories inc, Athens Georgia, USA.

Kellogg, C. E. 1963. Why a new system of soil classification Soil Sci. 96:1-5

Laird, R.J.1989. Evolución de la ciencia del suelo en México y los desafíos para el futuro. Terra 7(2): 173-189.

Landon, J: R., 1984. Booker tropical soil manual. Booker Agriculture international limite. Londres, Inglaterra.

Lee, K. E. 1994. The functional significance of biodiversity in soils. Proceedings of the XV th World Congres of Soil Science Vol.4a: 168-178.

León, N. J. A. y Palma, L. D. 1990. Clasificación, cartografía y uso potencial de suelos en el área citrícola de Huimanguillo, Tabasco. Mem. XXIII Congr. Soc. Méx. Ciencia. Suelo.

López, G. R. 1974. Métodos para análisis físicos y químicos en los suelos agrícolas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. S. L. P. México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

López, H. J. R. 1987. Clasificación y cartografía de los suelos de la parte Oriental del Ejido Bermejillo, Dgo. Tesis profesional UACH. Chapingo, México.

Luna, M. J. L. 1989. Levantamiento de suelos de San Pedro Madera Chihuahua. Mem. XXII Congr. Soc. Mex. Ciencia del suelo. Montecillos, Edo. de Méx. México.

Luna, M. J. L. y Guerrero, G. E., 1990. Caracterización de perfiles tipo de suelos del desierto Laguna de Mayran, Coah. Mem. XXIII Congr. Soc. Mex. Ciencia. Del suelo.

Macias, V. M. 1974. La ciencia del suelo: sus orígenes y la variación que ha habido en sus unidades de clasificación o taxonómicas. Mem. VII Congr. Soc. Méx. Ciencia del suelo Guanajuato, México.

Miramontes, F. B. 1978. Interpretación agronómica de datos de análisis físicos y químicos de suelos y plantas. SARH, México, D. F.

Moreno, D. R. 1978. Clasificación de pH del suelo, contenido de sales y nutrimentos asimilables. INIA-SARH, México, D. F.

Munsell, Soil color chart. 1990. Munsell color Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation, Baltimore, Maryland. U.S.A.

Ortiz, V. B. 1969. Notas del curso conservación y mejoramiento de los suelos. Chapingo, México.

Ortiz, V. B. y Ortiz, S.C.A. 1990 . Edafología. Ed. V. A. Gómez Cuevas. México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Owen, S.O. 1977. Conservación de recursos naturales. Ed. Pax-México.

Pérez, Z. O. 1996. Caracterización de los suelos de la llanura costera norte de Tecoman, Colima. Terra 14 (3): 229-240.

Prasolov, L. I. 1931. A unified nomenclature and the fundamentals of genetical soil classification. Pochvovedeniye, 1931, No. 8.

Reyes, C. M. 1979. Geología de las cuencas la Oriental. Colección científica. NO.71. México.

Richards, L.A. 1980. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. México.

Rozov, N. M. y E. N. Ivanova.1968. Soil classification and nomenclatura used in soviet pedology. Agriculture and fores Try, pp. 53-77. In world soil resources report 32. FAO, Roma, Italia.

Schroeder, D. 1984. Soil-Facts and concepts. Int. Potash Institute, Bern/Switzerland.

Smith, G. D: 1968. Soil classification in the United States, pp. 6-24. En world soil resources report 32. FAO, Roma, Italia.

Soil Survey Staff. 1960. Soil classification, a comprehensive system-7th approximation. U.S. Dept. Agr. U.S. Govt.Printing Office, Washington.

S S S A. 1987. Glossary of soil science terms. Soil science society of America, Inc. Madison Wi, EUA.

Tamhane, R: V., D. P. Motiramani y P. Bali. 1979. Suelos; su química y fertilidad en zonas tropicales. Ed. Diana. México.

Tavernier, R., y R. Marechal. 1962. Soil survey and soil classification in Belgium. Intern. Soil Conf. Nueva Zelanda.

Thompson, L. M. y F. R. Troeh. 1982. Los suelos y su fertilidad. Ed. Reverte, España.

Torres, G.J. 1979. Estudio comparativo de tres sistemas de clasificación de suelos, Americana-Francesa y FAO/UNESCO. Tesis Profesional UACH, México.

Torres, R.E. 1981 Manual de conservación de suelos agrícolas. Ed Diana. México.

Valenzuela, R. T. y González, D. S. 1993. Políticas de conservación de suelos y agua. 1ª. Reunión Nacional de Manejo y Conservación del Suelo y Agua. Montecillos, Edo. de Méx. México.

Velasco-Molina, A.H. 1991. Las zonas áridas y semiáridas: sus características y manejo. Ed. Limusa. México.

Velasco- Molina. H. A. 1988. Uso y manejo del suelo. Ed. Limusa. México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA DE DATOS METEOROLOGICOS

AÑO	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC
1974	T(OC)	10.30	11.40	13.60	13.40	15.50	14.80	13.70	13.70	15.30	13.60	11.40	10.70
	PP(cm)	0.50	0.50	1.50	9.00	30.50	48.50	9.50	14.50	38.00	72.00	13.50	10.50
	*DH	28.00	20.00	22.00	10.00	5.00	3.00	1.00	4.00	1.00	5.00	17.00	24.00
	ETP(cm)	3.92	4.48	5.64	5.32	6.70	6.30	5.70	5.70	6.59	5.64	4.48	4.12
1972	T(OC)	10.40	10.50	12.90	15.10	15.80	15.40	14.30	13.70	14.50	13.60	13.70	10.60
	PP(cm)	6.50	0.00	19.50	34.50	69.00	67.50	20.50	12.50	16.00	8.50	14.00	4.00
	*DH	27.0	24.00	19.00	10.00	3.00	1.00	3.00	6.00	5.00	11.0	8.00	26.00
	ETP(cm)	3.88	3.93	5.17	6.38	6.78	6.55	5.93	5.60	6.04	5.55	5.60	3.98
1973	T(OC)	10.40	12.10	15.80	18.00	16.20	15.20	14.30	14.40	14.60	13.60	11.70	9.60
	PP(cm)	0.00	0.00	3.00	18.00	27.00	141.00	130.00	67.00	39.50	43.00	10.00	0.50
	*DH	25.00	23.00	6.00	5.00	2.00	0.00	1.00	0.00	3.00	7.00	17.00	24.00
	ETP(cm)	3.77	4.64	6.67	6.79	6.90	6.33	5.82	5.88	5.99	5.44	4.43	3.38
1974	T(OC)	10.40	10.90	12.80	14.40	16.00	14.30	13.40	13.60	**	11.70	10.70	10.80
	PP(cm)	1.00	0.00	27.00	20.50	81.50	62.00	44.00	3.00	**	2.00	2.00	1.00
	*DH	23.00	24.00	18.00	7.00	3.00	1.00	7.00	12.00	**	13.00	24.00	27.00
	ETP(cm)	4.38	4.64	6.63	6.49	7.79	6.43	5.95	6.06	**	5.05	4.53	4.56
1975	T(OC)	9.60	12.00	14.60	15.30	15.70	14.80	13.60	13.30	13.00	12.20	10.80	9.20
	PP(cm)	9.00	19.00	0.60	5.80	96.60	48.50	60.00	9.00	61.50	12.60	1.00	0.00
	*DH	21.00	16.00	11.00	9.00	0.00	0.00	0.00	3.00	8.00	9.00	21.00	21.00
	ETP(cm)	3.65	4.87	6.27	6.66	6.89	6.63	5.72	5.56	5.40	4.98	4.23	3.46
1976	T(OC)	8.70	9.60	12.60	14.60	14.70	14.10	14.10	12.20	14.10	13.60	12.10	11.30
	PP(cm)	0.00	14.00	5.50	67.20	56.60	84.60	58.40	34.30	41.50	88.50	2.30	2.50
	*DH	25.00	24.00	15.00	0.00	0.00	4.00	0.00	3.00	2.00	8.00	10.00	24.00
	ETP(cm)	2.26	3.70	5.24	6.61	6.37	6.04	6.04	5.02	6.04	5.77	4.97	4.56
1977	T(OC)	11.00	11.40	14.30	13.40	15.20	14.20	30.30	13.80	14.40	13.80	12.20	12.20
	PP(cm)	0.50	13.80	0.00	13.80	43.50	71.20	7.50	47.10	11.00	15.10	32.20	10.00
	*DH	25.0	21.00	14.00	6.00	6.00	7.00	0.00	3.00	1.00	6.00	18.00	19.00
	ETP(cm)	4.26	4.46	6.01	5.52	6.51	5.95	5.46	5.73	6.06	5.73	4.88	4.36
1978	T(OC)	10.30	11.20	12.50	15.80	16.30	14.70	14.30	14.20	14.60	12.90	12.60	11.30
	PP(cm)	6.50	4.60	36.50	17.00	18.50	138.90	28.70	31.50	78.80	18.00	2.00	2.00
	*DH	26.00	14.00	10.00	4.00	2.00	0.00	0.00	3.00	1.00	7.00	14.00	19.00
	ETP(cm)	3.82	4.27	4.95	6.77	7.06	6.15	5.93	5.87	5.09	5.16	5.00	4.33
1979	T(OC)	10.70	12.30	13.90	15.10	16.60	14.80	15.20	14.00	13.00	12.00	12.00	11.40
	PP(cm)	0.00	19.00	1.50	40.50	19.50	42.50	66.50	39.50	143.50	6.00	0.00	4.00
	*DH	18.00	18.00	15.00	0.00	2.00	1.00	0.00	1.00	6.00	22.00	12.00	20.00
	ETP(cm)	4.01	4.84	5.70	6.37	7.23	6.20	6.42	5.75	5.21	4.68	4.68	4.37

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

AÑO	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
1980	T(OC)	11.50	11.60	14.60	15.00	16.40	14.80	16.40	16.10	14.40	13.20	12.10	10.40
	PP(cm)	9.50	9.00	9.00	15.00	117.00	32.50	37.00	34.50	80.00	9.00	5.00	9.00
	*DH	19.00	16.00	9.00	1.00	1.00	6.00	9.00	9.00	9.00	18.00	19.00	27.00
	ETP(cm)	4.26	4.31	5.92	5.15	5.95	6.03	6.95	6.78	5.61	5.15	4.57	3.70
1981	T(OC)	10.30	12.80	14.50	15.00	16.40	15.70	15.70	15.10	13.90	13.10	10.00	10.60
	PP(cm)	8.50	3.50	52.00	16.00	27.50	224.00	34.00	47.00	41.00	49.00	1.00	3.00
	*DH	20.00	12.00	4.00	9.00	9.00	9.00	1.00	9.00	2.00	3.00	17.00	29.00
	ETP(cm)	3.74	5.03	5.96	6.24	7.04	6.64	6.64	6.30	5.63	5.19	3.59	3.89
1982	T(OC)	10.30	13.30	14.30	14.60	15.40	14.60	14.70	15.00	13.80	13.30	12.30	11.70
	PP(cm)	9.00	22.50	16.00	46.00	99.00	15.00	13.00	18.00	12.00	33.00	9.00	9.00
	*DH	26.00	10.00	8.00	2.00	9.00	7.00	9.00	2.00	8.00	7.00	17.00	18.00
	ETP(cm)	3.76	5.31	5.86	6.03	6.48	6.03	6.08	6.21	5.58	5.31	4.78	4.46
1983	T(OC)	12.80	12.20	14.40	16.40	17.10	**	**	**	15.50	13.70	13.20	11.10
	PP(cm)	14.00	32.00	18.00	9.00	7.00	**	**	**	50.00	39.00	36.00	3.00
	*DH	13.00	11.00	9.00	9.00	9.00	**	**	**	1.00	3.00	9.00	22.00
	ETP(cm)	6.73	5.42	6.59	7.68	8.18	**	**	**	7.19	6.21	5.95	4.85
1984	T(OC)	10.50	12.50	14.40	15.30	14.30	15.30	13.70	14.00	14.00	13.10	12.30	12.10
	PP(cm)	32.00	26.00	10.00	3.00	117.00	101.00	38.00	5.00	179.50	1.50	3.00	9.00
	*DH	21.00	12.00	17.00	3.00	2.00	5.00	4.00	5.00	9.00	25.00	27.00	22.00
	ETP(cm)	3.92	4.95	5.98	6.49	5.93	6.49	5.60	5.76	5.76	5.27	4.85	4.74
1985	T(OC)	13.50	**	14.70	15.80	15.90	**	15.00	15.00	15.00	14.50	12.80	11.40
	PP(cm)	**	**	9.50	34.00	33.50	**	15.50	13.50	30.70	6.70	5.50	2.10
	*DH	**	**	10.00	2.00	6.00	**	7.00	7.00	2.00	9.00	24.60	26.00
	ETP(cm)	5.78	**	6.39	7.00	7.06	**	6.55	6.55	6.55	6.28	5.36	4.62

*DH= NUMERO DE DIAS CON HELADAS

**DATOS NO REPORTADOS

ETP CALCULADA POR EL METODO DE THORNTHWAITE

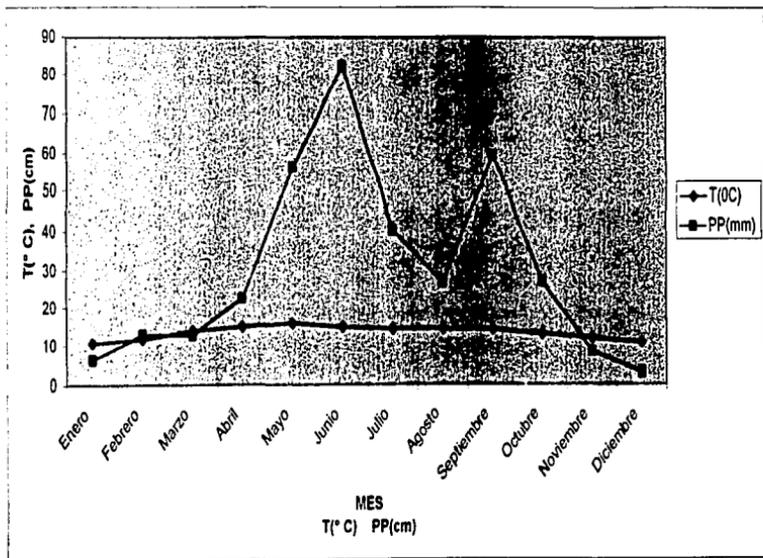
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONDICIONES METEOROLOGICAS (PROMEDIO DE 1971-1985)

MES	PP(mm)	T(°C)	ETP (mm)	No. De Días con heladas
Enero	62.8	10.71	414.3	23
Febrero	129.1	11.70	463.1	18
Marzo	127.7	14.00	586.5	12
Abril	226.8	15.01	643.2	4
Mayo	562.4	15.85	692.4	2
Junio	820.9	14.82	629.0	3
Julio	403.8	14.41	605.7	2
Agosto	268.8	14.15	591.2	4
Septiembre	595.0	14.29	599.6	3
Octubre	271.8	13.19	542.7	10
Noviembre	85.6	11.99	479.4	17
Diciembre	30.4	10.89	422.6	23

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

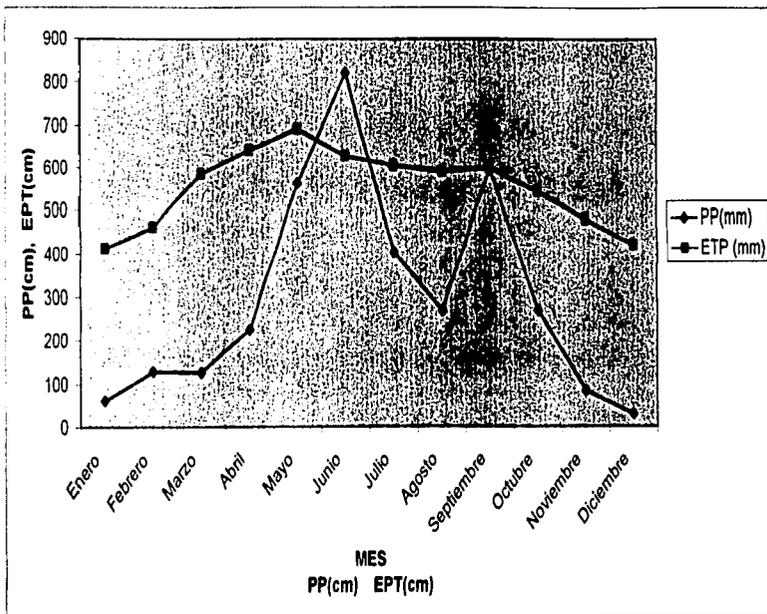
ELACION ENTRE T(° C) MEDIA y PP(cm)
ESTACION GPE. BUENAVISTA, PUEBLA



GRAFICA I

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RELACION ENTRE PP(cm) y EP(cm)
 ESTACION GPE. BUENAVISTA, PUEBLA



GRAFICA 2

TESIS CON
 FALLA DE CUBIEN