

24/190



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

## ESTUDIO EDAFOLOGICO DE SUELOS DERIVADOS DE ROCAS DE ORIGEN MARINO, CULTIVADOS CON CAFE EN LA HUASTECA POTOSINA

### T E S I S

Que para obtener el título de:

LICENCIADO EN BIOLOGIA

Presenta:

MARCO VINICIO VELARDE HERMIDA



México, D. F.

1981



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.

## INDICE

	pág.
I Introducción	1
II Objetivos	2
III Resumen	4
IV Revisión Bibliográfica	
A) Suelos derivados de rocas sedimentarias de origen marino	6
B) El café	
1) Origen e Historia	11
2) Las especies económicas del café	14
3) Clima y suelo	17
V Descripción del área de estudio	
A) Localización de las zonas de muestreo	23
B) Morfología	25
C) Geología	28
D) Litología superficial	30
E) Hidrografía	32
F) Clima	34
1) Aspectos generales	34
2) Precipitación	37
3) Temperatura	38
4) Vientos	40
G) Suelos	41
H) Vegetación	
1) Bosque Trópicol perennifolio	44

	pág
2) Bosque Tropical deciduo	45
3) Bosque Espinoso	48
4) Bosque deciduo templado	49
I) Actividades Humanas	51
VI MATERIALES Y METODOS	
A) Colecta y preparación de muestras	54
B) Análisis químicos	55
VII Resultados	56
VIII Discusión	77
IX Conclusiones	80
X Bibliografía	83

## I INTRODUCCION

La cafeticultura representa una parte muy importante de la economía nacional; grandes superficies de terrenos tropicales estan dedicadas a la producción de café, tanto para consumo interno como para exportación.

Existen más de 350 000 hectáreas de cafetales en el país y se estima que cerca de 2 millones de personas dependen directamente de la economía de este cultivo que es la segunda fuente de divisas para el país en el renglón de las exportaciones.

México es uno de los principales productores de café en el mundo y es el que ha tenido un mayor incremento en su producción en los últimos veinte años.(32)

Más de 100 000 millones de pesos están invertidos en fincas cafetaleras, plantas industriales, investigación, experimentación, tecnología y crédito comercial internacional.

El café se cultiva en 12 estados de la República; Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Yucatán, Jalisco, Tabasco, Colima, Michoacán. (19)

En el estado de San Luis Potosí, a pesar de que las condiciones ecológicas no son las óptimas para el desarrollo del café, existen cerca de 18 000 hectáreas dedicadas a su cultivo y ocupa el penúltimo lugar entre las entidades productoras. (21).

La mayor parte de los estudios sobre suelos cafetaleros

se han hecho en las zonas de condiciones ambientales óptimas para su cultivo, como son un clima templado húmedo, alturas superiores a los 600 m.s.n.m., y sobre suelos originados de rocas o cenizas volcánicas, y no existen estudios edafológicos en las llamadas zonas marginales de producción cafetalera que son las que se presentan en la Huasteca Potosina, donde su producción es bastante importante para la economía del estado a pesar de que sus condiciones de cultivo no son óptimas.

Los suelos de la Huasteca Potosina se han originado a partir de rocas sedimentarias de origen marino (calizas, margas, lutitas y areniscas calcáreas) en los cuales el café se cultiva desde los 200 m.s.n.m., en la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental y bajo climas cálidos a templados y húmedos a subhúmedos.

Es por esto que surge la necesidad de realizar estudios edafológicos básicos sobre estos suelos derivados de rocas calizas de origen marino dedicados a este cultivo, para contribuir a su conocimiento.

## II OBJETIVOS

- 1) Contribuir al conocimiento de los suelos derivados de rocas sedimentarias de origen marino dedicados al cultivo del café.

- 2) Analizar sus propiedades físicas y químicas y con los estudios de campo y los resultados clasificar los suelos, aplicando el Sistema de la 7ª Aproximación.
- 3) Establecer la influencia de la variación altitudinal, climática y topográfica en la morfogénesis de los suelos que se han derivado de la misma roca madre.
- 4) Hacer algunas recomendaciones encaminadas a conservar y mejorar este tipo de suelos.

### III RESUMEN

La zona de estudio se localiza en los Municipios de Tancahuitz, Aquismón y Xilitla, en el estado de San Luis Potosí.

Se colectaron 127 muestras de suelos que corresponden a 10 perfiles de suelos, con el objeto de determinar sus características en el campo y sus correlaciones con los estudios de laboratorio y gabinete, para la clasificación de los suelos colectados.

Las muestras de suelos se sometieron a las metodologías para determinar sus propiedades físicas y químicas como son: color, densidad aparente, densidad real, porosidad, textura, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico total, calcio, magnesio, potasio intercambiables, fósforo asimilable.

La zona de estudio se encuentra ubicada al sureste del estado de San Luis Potosí y se localiza geográficamente entre los 21°20' y 21°40' latitud norte y 98°50' y 99°05' longitud oeste.

El tipo de clima presente en estas zonas es el Aw'(a), tropical lluvioso con lluvias en verano ligeramente desplazadas al otoño, con temperaturas medias anuales de 22.5°C en el Municipio de Xilitla, 24°C en los Municipios de Aquismón y Tancanhuitz.



La topografía de la región va desde terrenos casi planos hasta muy accidentados. Los suelos que se analizaron son someros y profundos, de reacción ácida y alcalina, con texturas de migajón arcilloso a arcillas.

Los suelos derivan de lutitas, areniscas calcáreas, margas y diversos tipos de calizas.

En el estado de San Luis Potosí, no se presentan las condiciones ecológicas óptimas para el cultivo del café, pero este representa una parte importante en la economía del estado, existen cerca de 18 000 hectáreas dedicadas a su cultivo y ocupa el penúltimo lugar entre las entidades productoras con variedades como la Bourbon y Típica.

Los suelos se clasificaron con base a observaciones de campo, de gabinete y en los análisis de laboratorio, correspondiendo a las siguientes categorías: Orden Vertisol, suborden Uderts, gran grupo Chromouderts, subgrupos Chromouderts típicos y Chromouderts Entícos; Orden Molisol, Suborden Rendoll, gran grupo Rendoll, subgrupos Rendoll Típico, Rendoll Entíco y Rendoll Vértico; Orden Oxisol, Suborden Orthox, gran grupo Eutroortox, subgrupo Eutroortox Típico; Orden Entisol, suborden Orthent, gran grupo Tropoorthent, subgrupo Tropoorthent Lítico.

#### IV REVISION BIBLIOGRAFICA

##### A Suelos derivados de rocas sedimentarias de origen marino

Los suelos que se han formado sobre materiales que contienen caliza o dolomita u otros tipos de materiales calcáreos, con perfil tipo AC o A (B) C en las formas de transición, y con el complejo absorbente saturado o casi saturado con calcio y magnesio (excepto ciertas formas muy húmíferas) son denominados por Duchaufour como suelos calcimagnésicos. Los suelos calcimagnésicos más típicos, son las rendzinas, contienen caliza activa que frena la alteración e inmoviliza la materia orgánica, que es abundante (en los tipos evolucionados) y todavía incompletamente transformada (horizonte rendzínico pardo oscuro o negro, con estructura grumosa, gruesa cuyos grumos están formados por un complejo muy estable humus-arcilla-carbonatos, que con frecuencia engloban una cierta cantidad del hierro libre).

Las rendzinas son suelos intrazonales en principio ligados al material calizo independiente del clima; sin embargo en el clima húmedo, la descarbonatación puede sobrevenir rápidamente, principalmente sobre materiales provistos de elementos silicatados, lo que provoca un empardecimiento más o menos intenso; se encuentra entonces toda una clase de suelos intermedios entre la rendzina y el suelo pardo: Rendzinas pardas, suelos pardos calizos, suelos pardos calcícos,

atenuándose progresivamente los caracteres propios de las rendzinas particularmente el elevado contenido de materia orgánica.

A determinada altitud, bajo un clima montañoso húmedo o subalpino, el proceso de descarbonatación se encuentra acelerado, al mismo tiempo, la incorporación de materia orgánica al perfil aumenta considerablemente y su inmovilización se favorece por dos causas; la edáfica (calcio) y la climática (retraso de la descomposición de la materia orgánica fresca).

Es posible por lo tanto, agrupar los suelos formados sobre material calizo en tres grupos con un contenido de materia orgánica decreciente:

1) Suelos calcimagnésicos muy humíferos.- Con frecuencia pierden su carácter de rendzina, ya que son más ricos en materia orgánica, en comparación con la materia mineral y en general, están descarbonatados: solo los suelos humo calizos producen todavía efervescencia. En cuanto a los que han perdido completamente el carbonato activo según la importancia en el contenido en impurezas minerales del humus y la del esqueleto calizo grueso, se les denomina suelos humo-cálcicos o humo carbonatados.

2) Suelos calcimagnésicos-humíferos rendzinas.- Están

caracterizados por el horizonte húmifero oscuro y con mucho es pesor que acabo de definir; algunas formas de transición pre sentan un (B) de color pardo estructurado poco desarrollado y amenudo muy pedregoso (rendzina parda).

3) Suelos calcimagnésicos moderadamente húmiferos.- En éu te grupo de transición con los suelos pardos la descarbonataci ón es más intensa, al menos en la superficie lo que conduce a una disminución del horizonte húmifero  $A_1$ , en general estructurado y bien desarrollado, menos oscuro que el horizon te (B). Estos suelos se forman sobre materiales mixtos con una reserva caliza menos importante en comparación con la ma sa de los elementos silicatados; la descarbonatación avanza más o menos rápidamente: si el horizonte (B) contiene todavía un poco de caliza activa, se trata de un suelo pardo-calizo; si, por el contrario esta completamente descarbonatado, nos encontramos con un suelo pardo-cálcico; por último, cuando el perfil no contiene caliza activa en ningún horizonte ya no se considera dentro de los suelos calcimagnésicos.

Puesto que la evolución de los suelos calcimagnésicos esta ligada a la eliminación más o menos rápida de los carbona tos activos del conjunto del perfil, dependen estrechamente de la naturaleza del material.

En situaciones planas la descarbonatación avanza muy len

tamente (o incluso no se produce) sobre las calizas muy puras y suficientemente blandas como la creta, así como sobre los coluviones. Sobre estos materiales las rendzinas constituyen equilibrios estables. No ocurre lo mismo con las margas o las calizas margosas que pierden rápidamente sus carbonatos y en las que subsiste un residuo silicatado relativamente abundante que constituye el horizonte (B) de los suelos pardo cálcicos; la fase rendzina típica, con perfil AC solo se observa raramente sobre las calizas margosas, ya que en realidad, se forma muy rápidamente un horizonte (B) de los suelos pardos: Únicamente sobre las pendientes más o menos erosionadas puede existir el tipo rendzina.

La evolución sobre calizas duras es particular, el suelo presenta caracteres de un suelo pardo del tipo cálcico, con un horizonte C  $Ca$  efervescente.

También existen rendzinas rojas secundarias y suelos pardos calizos sobre material fersialítico rubificado que es frecuente en las regiones de clima cálido donde existe terra fusca sobre calizas duras.

Sobre ciertos afloramientos especiales: calizas dolomíticas, areniscas de caliza, la evolución hacia las coloraciones pardas es relativamente rápida. La estructura grumosa característica de las rendzinas es menos acusada, la consistencia y

la textura son arenosas y por último el humus evoluciona frecuentemente hacia un moder. Los autores alemanes designan estos suelos con el nombre de pararendzinas. (9)

La formación de este grupo es consecuencia de la desaturación del suelo y, por lo tanto, puede considerarse los suelos de calizas rojos como más maduros que los suelos de rendzina grises.(10)

Los suelos calizos se distinguen generalmente por su alta productividad debido a los efectos que tiene el carbonato de calcio en las condiciones generales de fertilidad del suelo, ya que mantiene la neutralidad saturando los ácidos producidos por la descomposición de los detritos vegetales y las secreciones de las plantas; facilita la humificación rápida de la materia orgánica, formando humus negro, rico en nitrógeno y de fácil mineralización; coagula la arcilla tendiendo a conservar el suelo permeable y de estructura migajosa; mantiene condiciones favorables para el trabajo activo de los fermentos nitrificadores y de los organismos fijadores de nitrógeno. El calcio que se encuentra en el coloide del suelo como base sustituible, facilita la retención y la asimilación del fósforo y el potasio y contrarresta los efectos deletéreos del exceso de magnesio y de los álcalis.(12)

## B EL CAFE

### 1) Origen e historia del café

El cafeto es una planta arbustiva originaria de las áreas montañosas y húmedas de Africa (Etiopia y Abisinia). Aunque algunos investigadores afirman que es originario del sur de Arabia, la mayoría de los botánicos están de acuerdo en que es originario de Africa, en donde existe en forma silvestre con viviendo con múltiples especies arbóreas y generalmente forma parte de la vegetación de los estratos inferiores de los bosques. Los africanos usaban el café en sus ceremonias rituales y acostumbraban masticar las cerezas secas del café durante sus largos viajes. El masticar café debe haber llegado a ser una costumbre, utilizando para ello los frutos silvestres, hasta que a los habitantes de éstas regiones se les ocurrió que tendrían menos dificultades para obtenerlo si cultivaban sus propios arbustos.

Los Persas fueron el segundo pueblo que conoció el café y posteriormente los Arabes se encargaron de introducirlo en el Oriente medio (Siria, Egipto y Turquía). Es muy probable que los traficantes de esclavos árabes hayan notado que sus esclavos usaban el café y que de ellos obtuvieron las semillas que después llevaron a su país, ya que no hay informes de que el café se haya encontrado silvestre en Arabia.

No se tiene constancias dignas de crédito de la existencia

cia del café en Arabia durante el siglo XIII y se cree que se cultivo en Arabia por primera vez durante el siglo XIV y en ninguna otra parte hasta principios del siglo XVII. Aún cuando se desconoce la forma exacta en que se sucedieron los hechos, existe la certeza de que el uso del café, y del Coffea arabica en particular, se desarrolló en Arabia en el transcurso de los siglos XV y XVI, desde el masticado de las semillas y frutos secos, hasta la preparación de bebidas de frutos maduros y posiblemente de granos de café tostado.

Los conductos a través de los cuales se comerciaba desde Arabia y el Cercano Oriente a Europa, no eran fáciles y la importación de éste producto era costoso. El país de Yemen comenzó a cultivar café en gran escala para surtir a las caravanas a través del desierto y por Aden y otras rutas costeras a Egipto, Siria y Turquía. Grecia lo introdujo en el siglo XVI y de allí se extendió a las principales naciones de Europa occidental. Varias expediciones fueron enviadas por los Holandeses, Franceses e Ingleses para obtener semilla o material de propagación de Arabia. (17)

Parece que los Holandeses fueron los primeros que introdujeron el café arabe en Europa en 1616 y lo comenzaron a plantar en Ceilan en 1658 y a fines del siglo XVII se cultivaron las primeras plantas de café en Java. A principios del



siglo XVIII se importó café arabe a Surinam y las guayanas desde Amsterdam. El cultivo del café fué más tarde extendido a Sumatra, Bali y a algunas otras islas de las indias orientales holandesas llamadas ahora Indonesia. A principios del siglo XVIII los franceses establecieron una pequeña plantación en la isla de Reunión, y la variedad que dió mejores resultados llegó a ser conocida como café Bourbon. En 1717 o 1723 los franceses introdujeron esta variedad en la Martinica y de ahí se propagó a todas las antillas. En el Brasil se introdujeron en 1730 las primeras semillas procedentes de la isla de Cayena que era territorio Frances, las cuales provenían de las plantaciones Holandesas en Surinam. Más tarde los franceses llevaron la variedad bourbon a las indias occidentales y desde ahí a la mayor parte de los países centroamericanos y a algunas regiones de sudamérica. (17)

Venezuela, Colombia, Ecuador y Bolivia obtuvieron su material de propagación de las Indias Occidentales a fines del siglo XVIII. Los británicos llevaron el café a Jamaica procedente de la Martinica alrededor de 1730. Se supone que el café llegó a Santo Domingo, desde las islas vecinas con la ayuda de los pajaros y de ahí fué llevada a Cuba y a Puerto Rico. Al navegante español Don Francisco Xavier Navarro, se le acredita el haber introducido café en Costa Rica, llevandolo de Cuba en 1779. Se supone que el Salvador obtuvo el café de Cuba en 1840.

Es probable que un señor llamado Don Juan Antonio Gómez introdujo el cultivo extensivo del café en el estado de Vera cruz en 1817 empleando material procedente de Cuba. Posteriormente en 1828 se inició el cultivo en Michoacán con semillas procedentes de moka (Arabia). (11)

En Chiapas se obtuvo material de propagación procedente de San Pablo, Guatemala en 1846, no fué sino hasta el año de 1890 que se empezó a cultivar a gran escala en la región del Soconusco. A partir de entonces se extendió a otros estados de la República Mexicana.

Algo notable es el hecho de que dos tipos de café arabe tuvieron movimientos importantes a través de todo el mundo y son las especies que se conocen como Coffea arabica var. arabica y la Coffea arabica var. bourbon. Aunque muchas otras variedades de Coffea arabica todas ellas se han originado como mutaciones en los campos de cultivo y se originaron de las dos variedades antes mencionadas. (17)

## 2) Las especies económicas del café

La familia Rubiaceae, a la cuál pertenece el género Coffea requiere una completa revisión y reclasificación por parte de los botánicos. El género Coffea en sí es muy confuso y hasta la fecha ha sido imposible llegar a un acuerdo entre los que han estudiado la materia.

Chenney (1940) menciona 40 especies y considera que 19 tienen importancia económica con sus respectivas variedades, entre las cuáles algunas son ampliamente cultivadas y otras usadas con cierta importancia en los lugares donde son indígenas.

La especie Coffea arabica es la que más se cultiva en el mundo principalmente en Africa e Indonecia. La variedad que más se cultiva en el mundo es la Robusta, que constituye el 90% de las plantaciones de C. canephora.

Las especies C. arabica y C. canephora producen el 98% de las cosechas mundiales. El resto lo forma la producción de otras especies, que no son muy importantes.

La especie Coffea arabica es la más antiguamente conocida y la más extendida en todo el mundo y presenta las siguientes características.

Es un arbusto trópicol de hoja perenne con frecuencia multicaule; ramas opuestas, largas, flexibles, muy delgadas, de aspecto semierecto cuando jóvenes, ensanchado y decuido en la edad adulta; hojas opuestas, ovaladas, de peciolo corto, bordes ondulados y superficie brillante; flores blancas de perfume como el jazmín, agrupadas en las axilas de las parejas de hojas; cada flor esta sujeta por un corto pedunculo y un caliz compuesto por 5 pequeñas bracteos, recubre el ovario, corola formada por un largo tubo que se ensancha en 5 petalos,

muy estrechos, los estambres están soldados a los pétalos, anteras alargadas, el pistilo formado por un largo estilo y dos finos estigmas, el ovario da una drupa, llamada comúnmente cereza, es ovoide subglobosa, roja si está madura, constituida por un exocarpio (piel) coloreado, un mesocarpio carnoso y blando amarillento (pulpa) y dos semillas unidas; cada semilla (grano) está protegida por dos envolturas, la primera el endocarpio o pergamino, es delgada y de textura esclerosa, la segunda, el perispermo o tegumento seminal es una membrana muy fina, plateada más o menos adherida a la semilla. Las dimensiones y forma de las semillas difieren con las variedades, las condiciones del medio y del cultivo, respecto a su color pueden ser grises-amarillentas, o gris pizarra, más o menos azuladas o gris verdoso, según las variedades, el medio de preparación y el tiempo de conservación. (17)

Las dos variedades botánicas reconocidas mundialmente de la especie Coffea arabica son: C. arabica var. arabica (sin ser var. typica) y C. arabica var. bourbon. Los genétistas han demostrado que todas las otras variedades cultivadas son mutaciones y formas derivadas de estas dos. Algunas de las variedades más difundidas son: (11)

C. arabica var. amarella

C. arabica var. maragotype

C. arabica var. mundo novo

C. arabica var. laurina

C. arabica var. mokka

C. arabica var. caturra

### 3) Clima y suelo

Los parámetros del medio natural clima y suelo ejercen una influencia muy notable sobre el cafeto, hasta el punto de que, no es posible su cultivo si no se cumplen ciertos números de condiciones. La sensibilidad del cafeto para algunos de éstos factores es tal, que se les pueden considerar como factores limitantes.

Se considera que el cafeto prospera en regiones en que las precipitaciones alcanzan de 1 500 a 1 800 mm anuales con un régimen que comprende algunos meses poco lluviosos o de relativa sequía, los cuales coinciden con el período de reposo vegetativo que precede a la floración. En muchas regiones cafetaleras las precipitaciones sobrepasan ampliamente estas cifras. (15)

Por debajo de los 800 ó 1 000 mm de precipitación anuales, incluso bien repartidas, el cultivo del café es aleatorio y la producción fluctuante. (15)

Se considera que el cafeto requiere una humedad medianamente alta; la humedad es benéfica excepto cuando las flores se están abriendo y el polen está maduro para la fertilización.

La intensidad de la luz y su duración pueden ser muy importantes, pudiendo haber períodos en los que la insolación y el tiempo seco sean esenciales para la formación de madera y de yemas florales o para permitir la libre distribución de polen seco, cuando abren las flores. (15)

Para evitar una iluminación excesiva existe el recurso del sombreado artificial o natural. La misma práctica es eficaz para proteger los cafetos contra los descensos de temperatura matinales en regiones de altitud elevada o también contra las heladas. El sombreado proporciona también en las regiones secas, posibilidad de mantener alrededor de estos arbustos un índice de humedad más elevado.

El árbol que se usa para sombra del cafeto es del género Inga debido a sus características, ya que tienen un desarrollo rápido, alcanza una altura que permite una perfecta circulación del aire en la parte superior del cafetal; sus hojas son grandes, abundantes y que constantemente son renovadas, lo que permite la formación de una cama o colchón grueso que favorece no sólo la conservación de la humedad, sino que aumenta la fertilidad del terreno; pierde totalmente sus hojas en la época de mayor sequía, y la planta del café no sufre la consecuencia del resecaimiento del terreno. (32)

El cafeto no parece tener exigencias bien definidas en

cuanto a la naturaleza de los suelos. Crece tanto en las tierras arcillo-silíceas, como en las de origen volcánico y hasta en suelos de aluvi6n.

La textura del suelo y su profundidad tiene, por el contrario, una gran importancia. El cafeto posee un sistema radicular que alcanza gran extensi6n. En los suelos compactos o poco profundos, el tallo queda corto, y las raices no se extienden mäs que en los horizontes superficiales, en un espesor que raramente sobrepasa los 0.30 m.

En cuanto al pH del suelo, se admite que las mejores condiciones se cumplen entre pH 4.5 y 5.0. Sin embargo, existen cafetos de alta productividad en suelos cercanos a la neutralidad. (32)

#### 4) El café en México

La cafeticultura mexicana tiene una historia de casi 200 años. El café se cultivó por primera vez en Cordoba, Ver. en 1794 y desde entonces se ha extendido a otras partes de la República, principalmente a tierras montañosas, templadas y húmedas; y ha originado la fundaci6n de centros de poblaci6n que con el tiempo se han convertido en ciudades. (11)

Actualmente en México se cultiva el cafeto en las faldas de las montañas desde Nayarit hasta Chiapas en la Vertiente

del Páccifico y desde San Luis Potosí hasta Tabasco en la Vertiente del Golfo, entre 200 y 1 600 m.s.n.m. El clima de los lugares donde se cultiva el cafeto varía desde climas templados muy húmedos con precipitaciones de 4 500 mm al año y 15°C de temperatura media, hasta climas cálidos subhúmedos con temperaturas medias de 24°C y precipitaciones de 1 500 mm. (19)

La cafeticultura representa una parte importante de la economía nacional y grandes extensiones de tierras trópicales están dedicadas a la producción de café para consumo interno y para exportación.

Existen más de 350,000 hectáreas de cafetales en el país en manos de 95,000 cafeticultores, y representa una fuente de trabajo para 300,000 trabajadores agrícolas marginados, sin considerar a los que se dedican a la industrialización del café. Se estima que más de 2 millones de personas dependen directamente de la economía del café en el país. (11)

La cafeticultura constituye un importante pilar de la economía nacional, pues además de que es la segunda fuente de divisas en el renglón de las exportaciones, es el medio fundamental de sustento de aproximadamente 400 mil familias campesinas, que representan el 10% de la población rural de México.

El café mexicano tiene características comerciales que



han sido conocidas en todo el mundo por su alta calidad.

Es el segundo producto objeto de comercio internacional después del petróleo y representa una fuente de trabajo para más de 20 millones de personas en las 50 naciones que lo producen. (11)

El café ha sido uno de los principales productos agrícolas más sensibles a los cambios económicos, fenómenos naturales y trastornos sociopolíticos en los países productores. De lo anterior se desprende la importancia social y económica de la cafeticultura.

En el país, existen zonas ecológicas propicias para el cultivo del café que difícilmente podrían ser incorporadas a otro tipo de cultivos más rentables.

El café es cultivado en 12 estados de la República; Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Nayarit, Jalisco, Tabasco, Colima y Michoacán; Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla aportan el 91% de la producción nacional. (19)

El estado de Chiapas es el primer productor de café del país, con una superficie de 133,770 hectáreas cafetaleras y anualmente aporta el 42.3% del total de la producción cafetalera nacional. (19)

El estado de Veracruz es el segundo estado productor con una superficie de 94,897 hectáreas de fincas cafetaleras. Por su alta calidad el 70% de su producción se destina a la exportación.

Oaxaca es el tercer estado productor de café con una superficie cafetalera de 74,367 hectáreas.

El estado de Puebla ocupa el cuarto lugar en la producción nacional de café y tiene destinados a este cultivo 23,790 hectáreas.

El quinto lugar en la producción cafetalera nacional lo ocupa el estado de Guerrero con una superficie de 18,740 hectáreas.

Hidalgo destina 15,084 hectáreas a la siembra de café.

San Luis Potosí no cuenta con las zonas productoras para el cultivo del café y tiene una superficie cultivada de cerca de 16,000 hectáreas y ocupa el penúltimo lugar entre las entidades productoras de café. (20)

Nayarit cuenta con una superficie cafetalera de 9,607 hectáreas y aporta el 1% de la producción nacional.

Los demás estados productores no cuentan con las tierras adecuadas para su producción y el café se cultiva en pequeña escala.

## V DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### A) Localización

El área de estudio se encuentra localizada al sureste del estado de San Luis Potosí, entre los  $21^{\circ}20'$  y  $21^{\circ}40'$  latitud norte y  $98^{\circ}50'$  y  $99^{\circ}05'$  longitud oeste, en la región conocida como Huasteca Potosina.

Los suelos analizados corresponden a 3 municipios que son los principales productores de café en la región.

En el Municipio de Tancanhuitz se hicieron 4 perfiles:

Perfil No. 1 localizado en el Rancho Poitzen a 300 m.s.n.m., derivado de lutitas y areniscas, con una profundidad de 2 mts. en un terreno plano.

Perfil No. 2 localizado en el Rancho Raudalón de Frey a 200 m.s.n.m., derivado de lutitas y areniscas calcáreas, con una profundidad de un metro en un terreno plano.

Perfil No. 3 localizado en el Ejido de Aldzulup a 500 m.s.n.m., derivado de lutitas y areniscas calcáreas, con una profundidad de 1.30 cm con una ligera pendiente.

Perfil No. 4 localizado en el ejido Cruztujú a 400 m.s.n.m., derivado de lutitas y areniscas calcáreas, a una profundidad de 190 cm en una ligera pendiente.

En el Municipio de Aquismón se hicieron dos perfiles:

Perfil No. 5 localizado en el Ejido de Tamapatz a 1100

m.s.n.m., sobre sustrato de calizas en un terreno plano, con una profundidad de 1 m.

Perfil No. 6 localizado en el Ejido de Mouat a 1000 m.s. n.m., sobre sustrato de calizas, con una profundidad de 1 m.

En el Municipio de Xilitla se muestrearon 4 perfiles:

Perfil No. 7 localizado en la finca Caretales a 700 m.s. n.m., derivado de calizas a una profundidad de 110 cm en un terreno con una suave pendiente.

Perfil No. 8 localizado en la comunidad Choi, a 800 m.s. n.m., derivado de areniscas calcáreas, en un terreno con una profundidad de 50 cm y una fuerte pendiente.

Perfil No. 9 localizado en la Finca Chocoy a 900 m.s.n. m., derivado de calizas, con una profundidad de 150 cm en un terreno con una suave pendiente.

Perfil No. 10 localizado en la comunidad Poxtla a 600 m. s.n.m., derivado de calizas y lutitas a una profundidad de 150 cm con una pendiente regular.

## B MORFOLOGIA

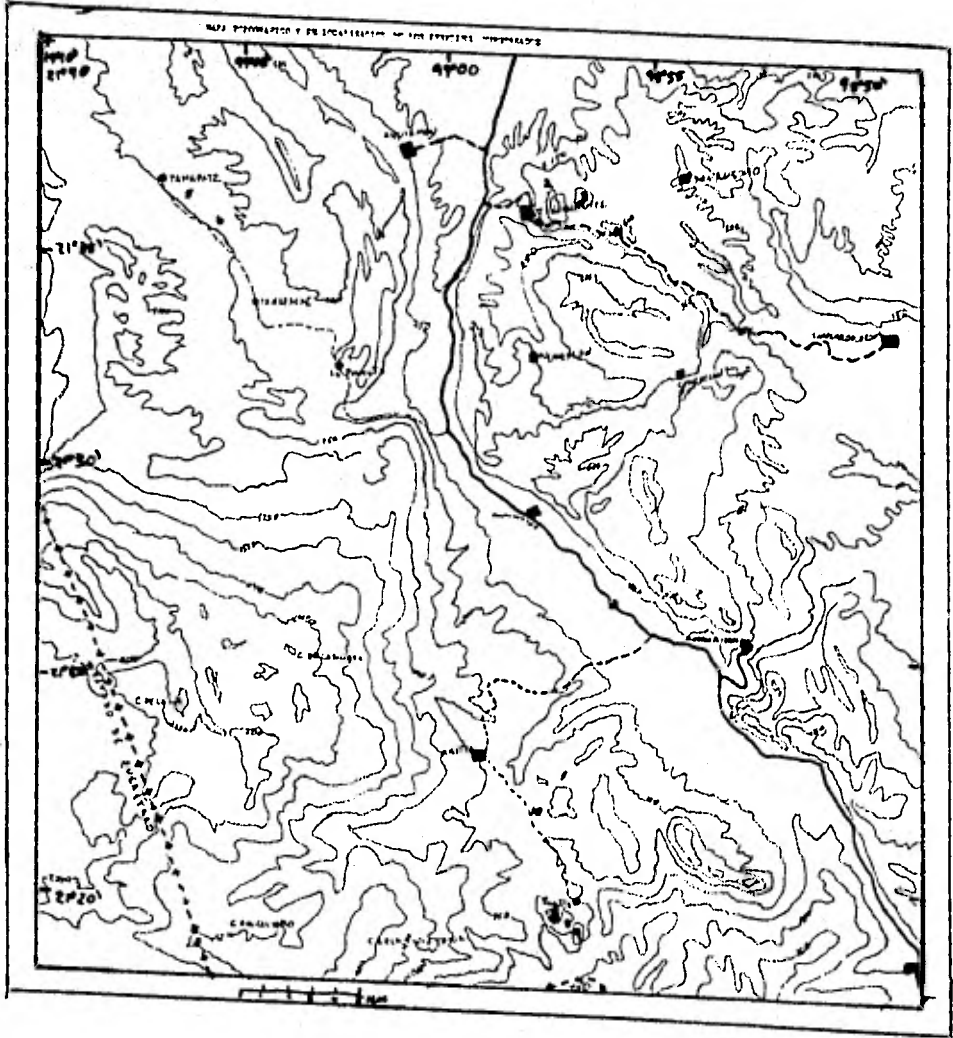
El territorio de la Huasteca Potosina comprende zonas que pertenecen a dos regiones fisiográficas que son:

La Planicie Costera Nororiental y la Sierra Madre Oriental.

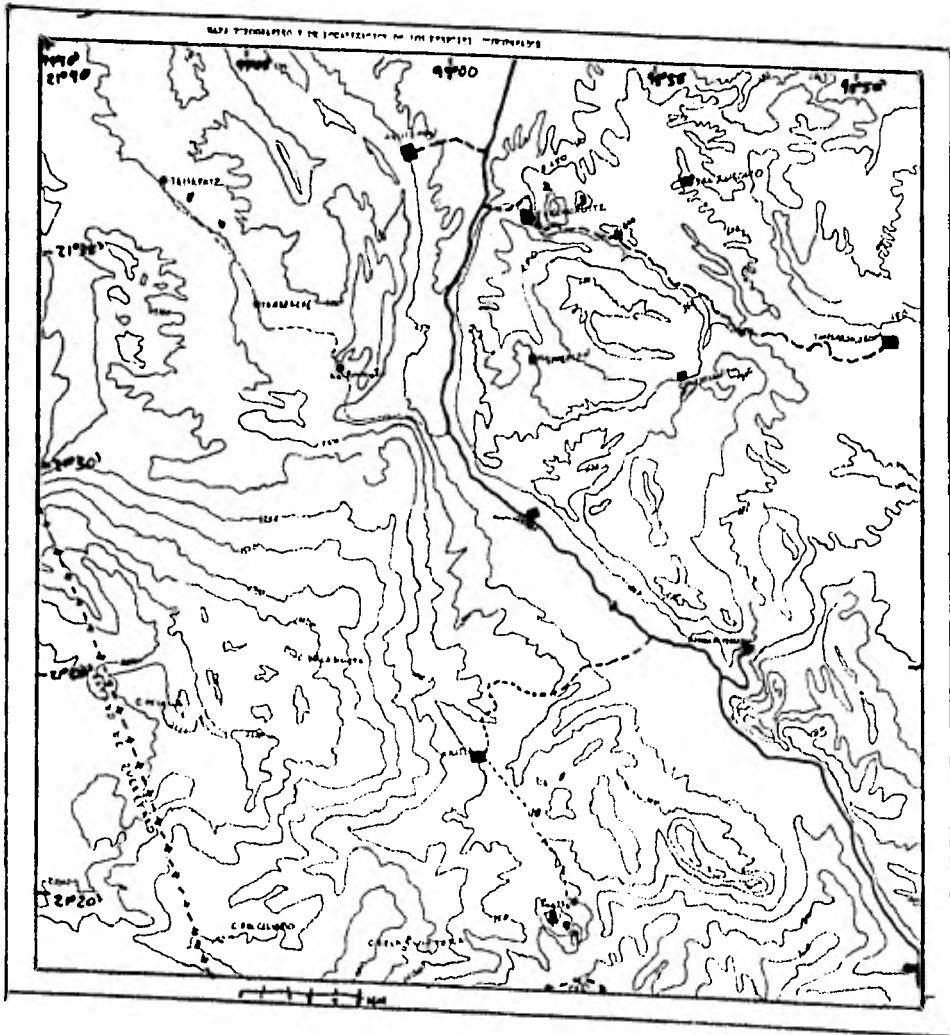
La planicie Costera comprende solo una pequeña parte del extremo oriental del estado; es la región situada al este de Tamuín y al norte de San Martín. Se presenta en forma de una superficie levemente ondulada inclinada generalmente hacia el éste, con drenaje deficiente en muchos sitios. Las margas y las areniscas del Cretácico Superior y del Paleoceno constituyen la roca madre predominante. (34)

Al poniente de dicha zona existe una faja de transición entre la planicie Costera y la Sierra Madre; esta franja es más ancha hacia el N que hacia el S, donde el declive de la Sierra se hace más abrupto. Esta zona de transición en su parte N está formada por varios macizos montañosos longitudinales alineados en dirección NNW-SSE, de unos 60 Km. de ancho y por valles intermontanos sinclinales orientados en el mismo sentido. En la parte S de dicha zona hay un solo macizo longitudinal más ancho que los macizos del N y está formado por areniscas y lutitas, cuyas formas de erosión son suaves y redondeadas y constituyen el elemento tectónico conocido como la Antefosa de Chicontepec. (34)

MAP OF THE MOUNTAINS OF THE STATE OF CALIFORNIA



MAP OF THE MOUNTAIN RANGE IN THE STATE OF TEXAS



La zona correspondiente a la Sierra Madre Oriental esta situada al poniente de la Planicie, formando una franja alargada en dirección NNW-SSE de unos 60 a 80 Km de ancho y separa la Planicie del Altiplano. Su declive hacia el oriente es muy pronunciado de manera que hacia el este da la apariencia de una cordillera imponente. En cambio su desnivel hacia el Antiplano es relativamente reducido por lo cual muchos autores niegan su existencia como tal y la consideran simplemente como un escalón entre la Planicie Costera y el Altiplano.

Su altitud alcanza casi los 3,000 m en la región de Xilitla, pero en muchos sitios es posible atravesarla sin necesidad de subir alturas mayores de 1,350 m.s.n.m. Fuera de la región meridional de Xilitla y Aquismón, las cumbres de los cerros más altos no sobrepasan los 2,000 m de altura.

En general, la Sierra Madre Oriental en el territorio de la Huasteca Potosina esta formado por numerosos anticlinales angostos de disposición longitudinal más o menos paralelos entre sí. La dirección de los ejes de éstas sierras parciales no coincide exactamente con la del eje general de la Sierra Madre, pues los primeros, es decir los del Norte, están un poco inclinados hacia al NW-SE. En consecuencia los valles sinclinales, al igual que las sierras parciales presentan un recorrido oblicuo a la sierra Madre y se abren hacia sus dos extremos; cada uno generalmente con un sistema de erosión más



largo hacia el SSE y otro más corto hacia el NNE.

Tal disposición es especialmente notable en la parte situada al Norte del río Santa María; hacia el sur de este río es menos definida y finalmente se pierde totalmente al llegar a la región de Tamazunchale.

A excepción de algunas zonas limítrofes con el Altiplano, situadas en los declives occidentales de la Sierra Madre, todo el resto de su extensión dentro del territorio de la Huasteca Potosina coincide con un clima relativamente húmedo, que al actuar sobre las rocas calizas ha producido erosión intensa por disolución y paisaje Kárstico bien desarrollado.

El territorio de la Huasteca Potosina perteneciente a la Sierra Madre Oriental es principalmente montañoso, muy escarpado y disectado en la zona meridional y con pendientes menos inclinadas hacia el Norte. Los sinclinales y otros valles intermontanos son angostos o muy escasos y no hay extensiones importantes de terrenos aluviales. Las vertientes carecen de corrientes permanentes de agua, en cambio abundan los terrenos con conductos subterráneos y sus laderas algunas veces se emplean para la agricultura.

## C GEOLOGIA

La falta de rocas anteriores al Paleozoico superior no permite sacar conclusiones definitivas acerca de lo sucedido durante esas largas épocas en el territorio de la Huasteca, pero aparentemente hubo grandes transgresiones y regresiones marinas que afectaron la mayor parte del País. Durante el principio del Paleozoico la zona de la Huasteca Potosina formaba parte del extremo sur de una península separada de América Central y del Sur y es probable que haya tenido largos períodos de emergencia durante el Silúrico y el Devónico. El carbonífero se caracterizó por una lenta transgresión con aparición de mareas someras. La mayor parte del estado de San Luis Potosí aparentemente también permaneció bajo las aguas durante el pérmico, aunque durante ese período hubo mucha tierra emergida en México y es posible que haya existido comunicación continental con el SE de México. (18)

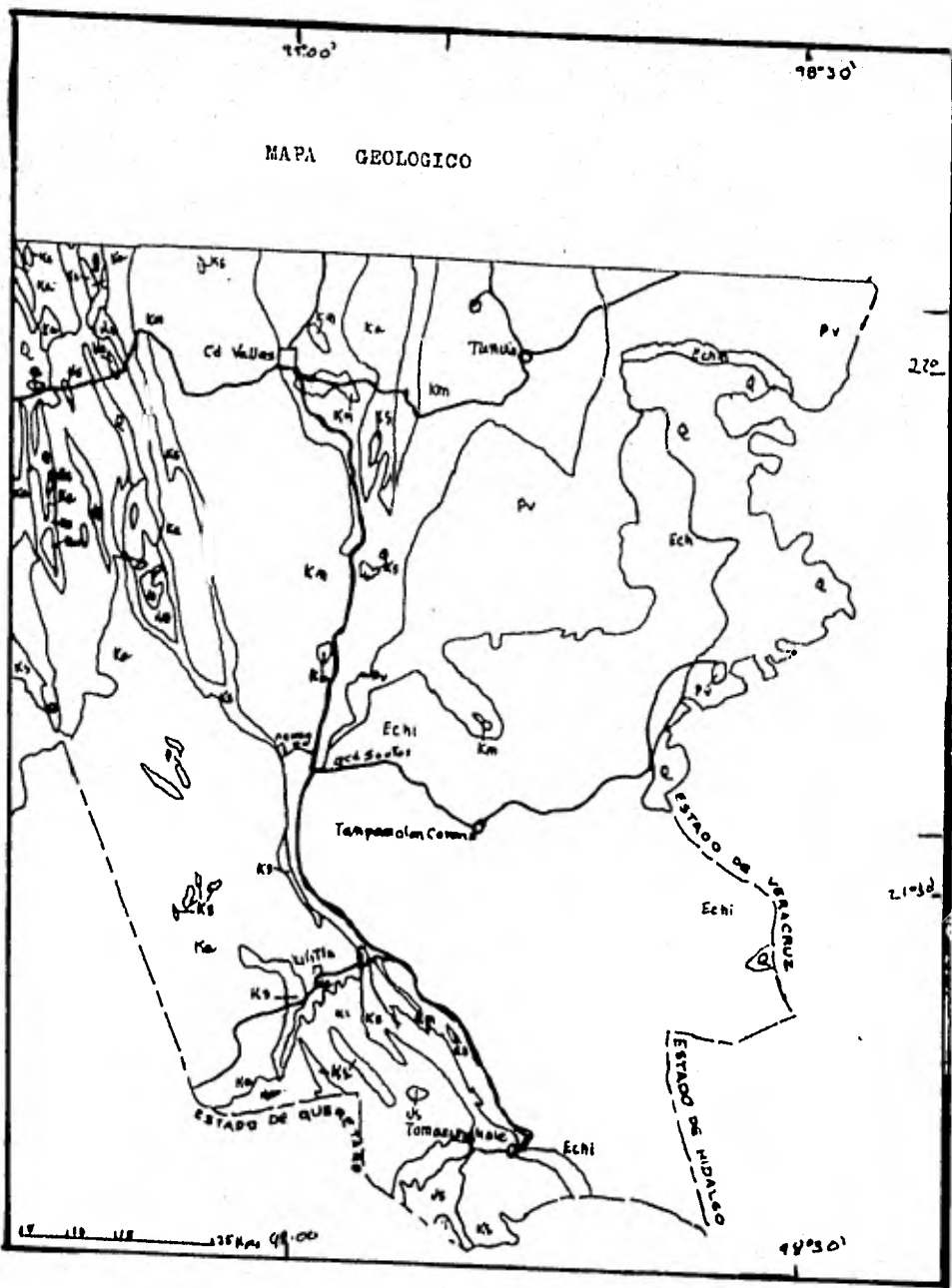
En el Triásico hubo cortas invasiones marinas, pero se cree que en general fué un período de regresión, en el cual la erosión fué muy activa. En el Jurásico superior la mayor parte del país estaba sumergida, especialmente su porción oriental, un mar unia el Atlántico con el Pacífico a la altura de la cuenca del Balsas. Todo el estado de San Luis Potosí permaneció bajo las aguas hasta fines del Cretácico cuando el mar se retiró hasta cerca de la base de la actual Sierra Madre Oriental.

En el transcurso del terciario, la Planicie Costera del Golfo sufre leves transgresiones y regresiones; al principio de dicho período surge en forma definitiva la Sierra Madre Oriental y probablemente otras sierras calizas. (18)

Su origen se debe a plegamientos consecutivos ejercidos por fuerzas que actuaron en dirección E-W y NE-SW, la sierra Madre Oriental surgió durante la Orogenia Laramídica, que ocurrió durante el Paleoceno y el Eoceno, probablemente con movimientos posteriores en el Oligoceno. El núcleo de la Sierra quizá está formado por sedimentos Paleozoicos, pero aparentemente estos no afloran en la zona de la Huasteca.

El clima árido prevaleció en forma alternada durante largos períodos en las regiones de la Altiplanicie, esto favoreció la formación de grandes abanicos aluviales al pie de las sierras. (18)

MAPA GEOLOGICO



## LEYENDA

- Q Aluviones, material residual, depósitos de bolsón y lacustre.
- Echm, Echi Formación Chicontepeo Medio e inferior (Eoceno), depósitos Flysch, lutitas grises y areniscas cafés.
- PV Formación Velasco (Paleoceno), lutitas grises y cafés, areniscas.
- Km Cretácico superior, Formación Méndez, margas y lutitas.
- Ks Cretácico superior, Formaciones San Felipe y Agua Nueva
- Ka Cretácico inferior, Formación Abra, calizas biógenas, miliólidos y rudistas intercaladas de calizas microcristalinas gris y gris oscuro.
- Ki Cretácico inferior, Formación el Doctor, calizas neríticas con desarrollos arrecifales.
- Js Jurásico, Formación la Joya, limolitas, areniscas y lutitas café rojizo.

## D LITOLOGIA SUPERFICIAL

Las rocas que con mayor frecuencia afloran sobre el territorio de la Huasteca Potosina son sedimentarias y entre ellas destacan las calizas y aluviones, las rocas ígneas más bien son escasas.

Las calizas afloran en la mayor parte de las montañas, corresponden al Cretácico superior y medio y menos frecuentemente del Cretácico inferior y a veces del Jurásico superior. Suelen presentarse en forma de estratos, de delgados a gruesos con frecuencia están plegados y no son raros los echados casi verticales. Generalmente son de color gris azulado claro, pero en ocasiones se observan negras, grises, oscuras, amarillas, rosadas, blancas, etc. Son rocas bastante resistentes al intemperismo mecánico pero bajo la acción del agua y otros agentes químicos se erosionan fácilmente. (18)

Gruesas capas de areniscas calcáreas y de lutitas del Paleoceno y Eoceno Superior forman el gran macizo montañoso situado al pie de la Sierra Madre Oriental en la zona entre Ciudad Santos y San Martín. Las primeras son de color claro grisáceo y la coloración de las segundas varía entre amarillento y grisáceo.

Margas del Paleoceno cubren la parte oriental de la zona de la Planicie Costera de San Luis Potosí; un poco más al Oeste dominan margas del Cretácico superior, que pasan a cu-

brir los valles sinclinales de las primeras estribaciones de la Sierra Madre Oriental y las mismas reaparecen en los declives occidentales de la mencionada sierra. Son generalmente de color amarillento verdoso, se erosionan fácilmente por acción de las lluvias torrenciales y del escurrimiento pero, como la arenisca y la lutita, son poco permeables al agua.

Conglomerados y brechas cementadas forman numerosos cerros y lomas al pie de las sierras; en su composición participan diversos tipos de rocas, principalmente trozos de calizas.

Las zonas mal drenadas en la Planicie Costera y en la Sierra Madre Oriental generalmente presentan aluviones arcillosos negros o casi negros. En el valle inferior del río Moctezuma y de algunos de sus afluentes se encuentran, en las partes planas, depósitos gruesos de arcillas rojas, que probablemente representan el material residual de la decalcificación de las rocas de la sierra. (18)

## E HIDROGRAFIA

El territorio de la Huasteca Potosina presenta condiciones relativamente favorables en cuanto a sus recursos hídricos, pues en concomitancia con un clima más o menos húmedo lo atraviesan varios ríos importantes, algunos de los cuales se originan fuera del estado de San Luis Potosí. Todos éstos ríos pertenecen a la Cuenca del río Pánuco.

Los ríos de la Huasteca Potosina afluentes del sistema del Pánuco, corren en general del poniente al oriente en función del desnivel del Altiplano con relación a la Planicie Costera y para alcanzar el mar más cercano.

Las cantidades de agua que transportan los ríos de la Cuenca del Pánuco varían mucho a lo largo del año y de un año a otro. Aunque las principales corrientes llevan agua en forma permanente, sus caudales suelen reducirse mucho durante la estación seca. Algunos, en sus partes superiores llegan a secarse en tramos, pero esto se debe quizá a la utilización del agua para fines de riego. (13)

La eficiencia del drenaje superficial varía notablemente de unos sitios a otros, pero solo es buena en las escasas zonas montañosas de rocas ígneas, o margas y lutitas. En la planicie costera el drenaje es limitado y en las regiones calizas es predominantemente de tipo subterráneo, pues los sistemas dendríticos, cuando existen, solo funcionan en el momento de la precipitación o poco tiempo después, y la mayor

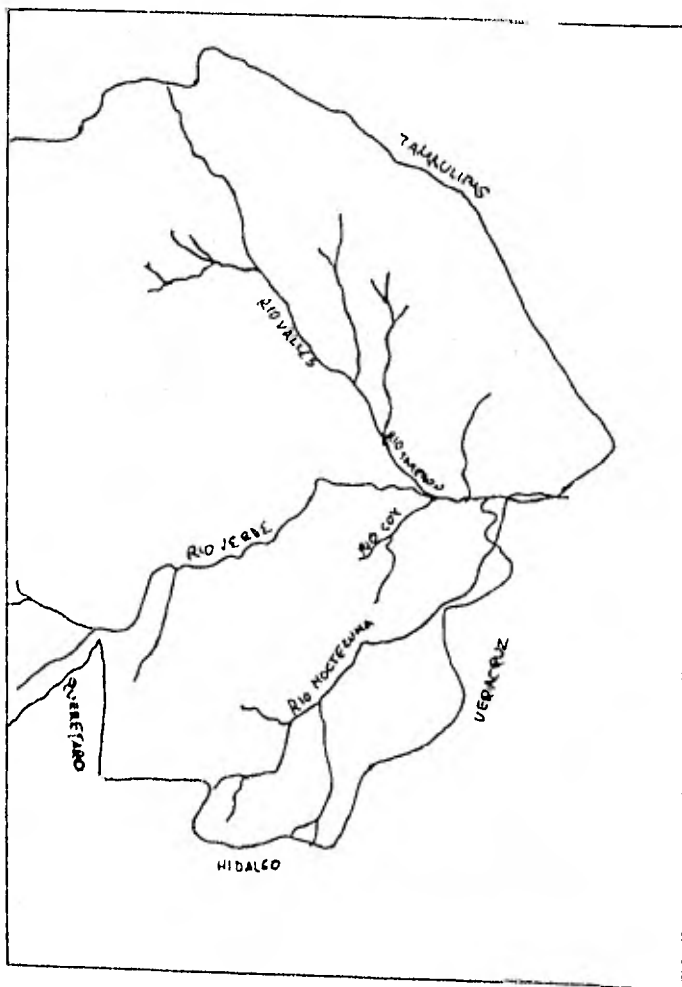


parte del agua aparece al pie de las sierras en forma de fuentes vaclusianas, como es el caso de los nacimientos de los ríos Huichihuayan, Choy, Pujal y otros más.

Además existen lagos, lagunas y cienagas, casi todas de carácter periódico y ninguno alcanza extensiones importantes.

No son raras las inundaciones, particularmente en la plnicie Costera y en las regiones Kársticas. (34)

HIDROGRAFIA



## F CLIMA

### 1) Aspectos generales

En función de las diferencias de altitud, de la topografía y de algunos otros factores, las condiciones del clima difieren en forma notable en las diferentes partes del territorio de la Huasteca Potosina. Los climas húmedos están muy diversificados. Son muy frecuentes las diferencias considerables de clima entre zonas contiguas en lugares montañosos y muchas veces acompañan a cambios bruscos de topografía.

La vegetación mejor que otra cosa, refleja a menudo la existencia de estas diferencias, pues no se dispone de una red suficientemente densa de estaciones meteorológicas, para formarse una idea exacta de la distribución de las zonas climáticas a base de sus registros.

Se discuten brevemente algunos de los factores determinantes de los principales rasgos climáticos prevaecientes en la Huasteca Potosina.

La latitud, directa o indirectamente y algunas veces en forma combinada, resulta ser el elemento responsable de mayor trascendencia. El Trópico de Cáncer cruza la parte norte de San Luis Potosí y la incidencia de este importante paralelo no deja de acarrear consecuencias significativas. Aunque es cierto que el Trópico mismo no constituye un límite preciso entre las zonas climáticas templada y caliente, también es e

vidente que en su cercanía pasan isoterma, isoyetas, isobarras y otros parámetros que representan valores climáticos críticos desde el punto de vista biológico, como es el caso de la isoterma de cero grados centígrados de temperatura mínima absoluta, de la isoyeta de 400 mm de precipitación media anual.

La temperatura es uno de los factores más directamente influenciado por la latitud, y esta influencia se refleja de manera especial en los valores de temperatura media, máxima y mínima, que se caracterizan por una variación anual relativamente pequeña.

La precipitación es de tipo torrencial y su distribución presenta una temporada húmeda que coincide con los meses calientes del año y, otra seca, circunstancias que también están íntimamente relacionadas con la latitud.

Los vientos alísios dominantes en la mayor parte del territorio, también son consecuencia de la latitud. En combinación con la cercanía del mar y con la existencia de Montañas, actúan de manera determinante en cuanto a la distribución de la humedad.

La altitud y la fisiografía son factores de primordial significación, influyendo tanto sobre la temperatura, como sobre la presión atmosférica, dirección de los vientos, precipitación y por tanto sobre muchos otros fenómenos climáticos.

La existencia de macizos montañosos longitudinales separados entre sí por llanuras y depresiones situadas en el mismo sentido N-S, que es perpendicular a la dirección de los vientos dominantes, dan por resultado la presencia de un tipo característico de distribución de la precipitación, que es como sigue: son más húmedas las vertientes de barlovento (orientales) de las sierras y las porciones occidentales de las llanuras, que las vertientes de sotavento y las porciones orientales de las mismas llanuras.

Esta disposición es, desde luego, independiente y se sobrepone a los gradientes generales de aumento de aridez que son del sur al norte y del este al oeste, y cuyas causas se señalaron anteriormente (latitud, cercanía del mar y dirección de los vientos. (34)

La fisiografía de las regiones situadas al NE del estado y particularmente la ausencia de altas montañas, son las responsables, al menos parcialmente, de las incursiones de masas de aire frío procedente de esa dirección en los meses invernales. Se trata de los llamados Nortes, períodos de descenso de la temperatura, acompañados de fuertes nubosidades, neblinas y lluvias menudas, así como fuertes vientos en algunas localidades.

Las siguientes consideraciones están apoyadas en los da

tos de 10 estaciones meteorológicas distribuidas en el territorio de la Huasteca, casi todos con registros superiores a 10 años. (34)

## 2) Precipitación

La concentración de la precipitación en los meses de mayo a octubre es del 70 al 90%. En la mayor parte de las localidades existen dos máximos bien marcados de precipitación, uno en junio o en julio y otro en septiembre; pero el período comprendido entre ellos no presenta una disminución de lluvia suficientemente pronunciada para considerarla verdamente seca. De manera similar en diciembre o febrero suele llover algo más que en los meses anteriores y posteriores, aunque esto no significa que exista una segunda temporada de lluvias. Estos fenómenos son de importancia para la agricultura.

Precipitaciones anuales entre 500 y 1,000 mm son propias de una zona relativamente pequeña en algunos puntos de la planicie costera del Golfo. El resto de la planicie y la mayor parte de la Sierra Madre Oriental (vertiente oriental) se reciben precipitaciones mayores a 1,500 mm. La franja correspondiente a esta cantidad de lluvia es muy angosta hacia el norte (en la región de Ciudad del Maíz), se ensancha de Tamasopo hacia el sur hasta la región de Xilitla, que coincide

con las alturas máximas de la sierra. En una zona no muy extensa, cercana a Xilitla y a Tamazunchale, llueve un poco más de 2,500 mm al año.

En cuanto a la forma de la precipitación, generalmente es de tipo torrencial, de corta duración y gran intensidad. En la época de los nortes entre diciembre y marzo, la precipitación es de gota fina. Las lluvias prolongadas se presentan en relación con las perturbaciones ciclónicas, que por lo común se originan en septiembre y octubre. El rocío es bastante frecuente y en las zonas muy húmedas se presenta a lo largo de todo el año.

La variabilidad de la precipitación de las zonas húmedas y semihúmedas de la región es tan grande que en los años más lluviosos puede haber hasta cuatro veces más precipitación que en los años más secos; ésto indudablemente es un factor climático muy importante para el desarrollo de las plantas. En cuanto a la humedad del aire, se sabe que la variación estacional es de poca cuantía, en cambio la oscilación diurna suele ser muy grande. Su valor medio anual en la zona entre Xilitla y Tamazunchale se estima mayor del 85% y en la Planicie Costera y el resto de la Sierra Madre se estima que su valor es mayor del 70%. (34)

### 3) Temperatura

Es conocido el efecto del aumento de la altitud sobre el descenso general de la temperatura. Se calcula que en la zona de la Planicie Costera y en los declives orientales de la Sierra Madre por cada 100 m de aumento en altitud disminuye la temperatura aproximadamente en 0.64 grados centígrados. (34)

La parte más caliente de la Huasteca (Planicie Costera) se caracteriza por una temperatura media anual superior a 25 grados y en la zona más fría (cumbres de la Sierra Madre, cerca de Xilitla) la media anual es de 18<sup>o</sup>C. Cabe hacer notar la considerable amplitud entre los valores extremos de la temperatura en escala anual. Esta amplitud tiene su origen no tanto en la oscilación estacional, que en general es de poca cuantía, como en la oscilación diurna. La diferencia entre las temperaturas medias de los meses más calientes y más fríos va ría entre 7 y 11 grados. En cambio las oscilaciones diurnas arrojan cifras medias anuales de 8 a 18<sup>o</sup>C.

Las heladas no se presentan en la zona que abarca Tamazunchale, Xilitla y se extiende a lo largo de la base de la Sierra Madre Oriental hasta Tamasopo allí la temperatura no desciende a 0<sup>o</sup>C o lo hace muy rara vez. En la Planicie Costera y en la parte inferior de la Sierra Madre las heladas tam poco se presentan con regularidad y su incidencia es inferior a una por año.

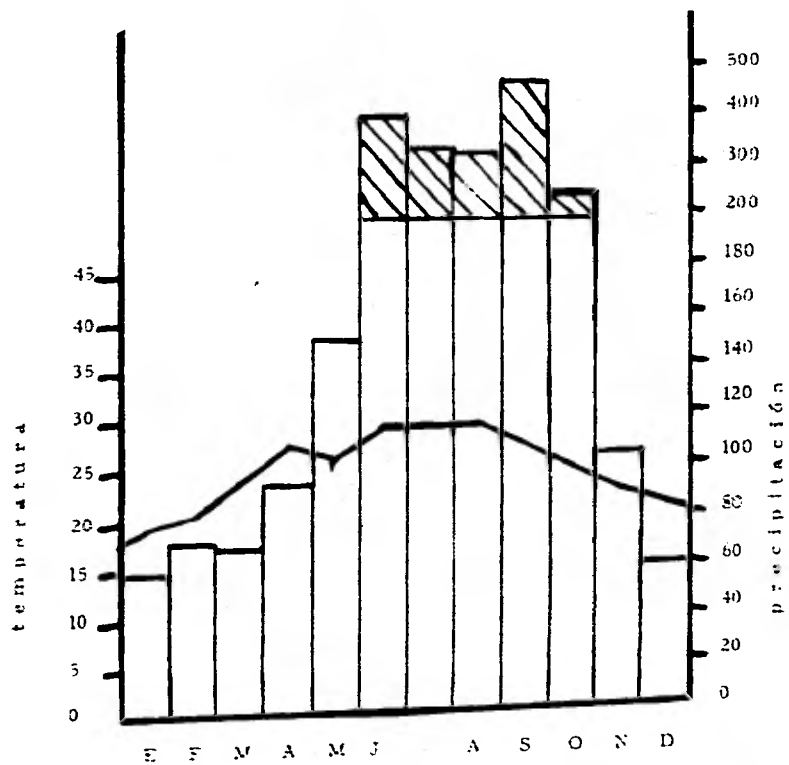


#### 4) Vientos

La Huasteca Potosina está situada dentro de la zona de las trayectorias de los ciclones trópicos, que ocurren por lo general en el mes de septiembre, a veces en octubre. Tales ciclones se originan en el Golfo de México y en la región del Caribe. Son vientos huracanados de gran fuerza, que producen una precipitación pluvial muy intensa en un radio de varios cientos de kilómetros, que casi siempre producen inundaciones en las partes bajas. Se desvanecen generalmente al estrellarse contra la Sierra Madre. La incidencia de éstos fenómenos en la Huasteca Potosina es uno por cada 5 a 10 años en promedio.

La dirección de los vientos dominantes varía de NE a SE; son vientos generalmente moderados a débiles, provenientes del Golfo de México y cargados de humedad en la época lluviosa. Directa o indirectamente son los causantes de las precipitaciones estivales.

Vientos moderados relativamente fríos, provenientes del NE, acompañan las incursiones de masas de aire boreales entre noviembre y marzo; son vientos más bien secos pero por su temperatura pueden producir nubosidad y lluvias ligeras, así como neblinas, rocío o escarcha. (34)

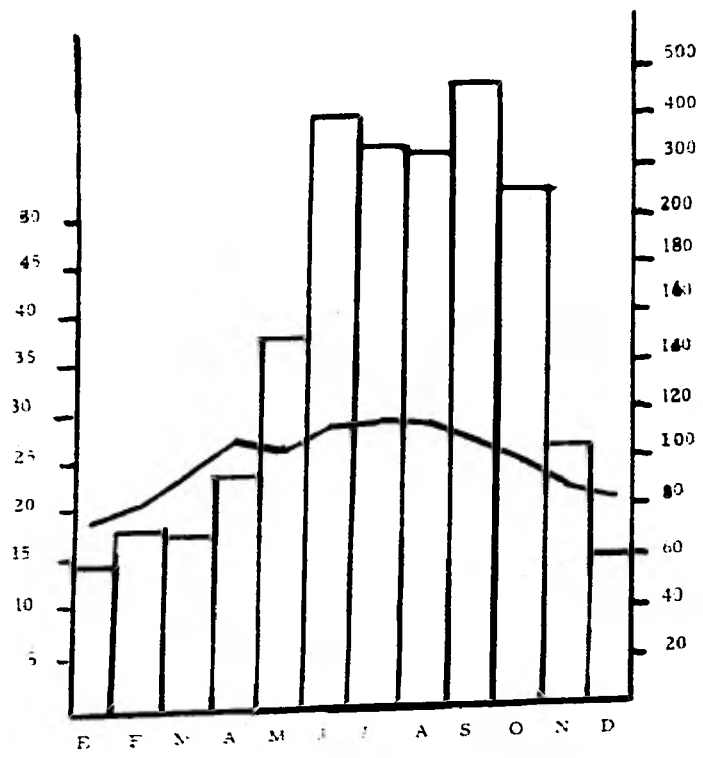


ESTACION CD. SANTOS  
S. L. P.

414 m. s. n. m.

Temperatura media anual  
23.7 °C

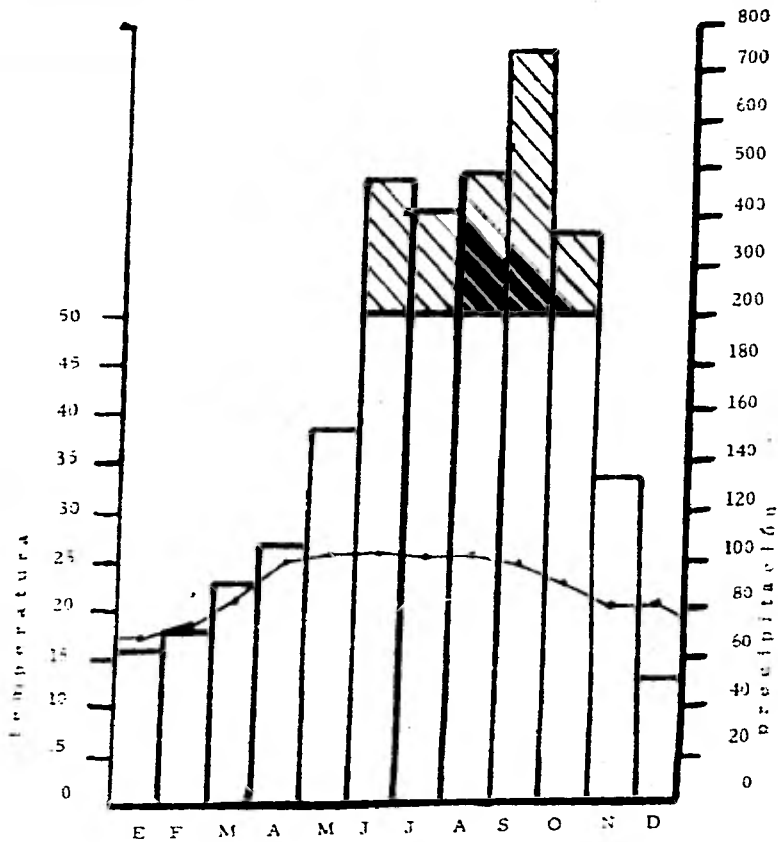
Precipitación anual  
2091 mm



ESTACION AQUISMON,  
SAN LUIS POTOSI

Temperatura: media anual  
24.8 °C

Precipitación anual  
2300 mm



ESTACION XILITLA S. L. P.

740 m. s. n m.

Temperatura media anual

22.5 °C

Precipitación anual

3140.2 mm

## G SUELOS

Como consecuencia natural de la diversidad del sustrato geológico, de la topografía y del clima, los suelos de la Huasteca varían mucho en cuanto a sus propiedades y características. En el mapa de suelos de la República Mexicana, correspondientes a ésta zona se agrupan dentro de dos categorías que son: los suelos complejos de montaña, forestales, conocidos como podzolicos y las rendzinas, de afinidad laterítica.

La influencia de la roca madre en las características del suelo es quizá más importante que la del clima. Esto se debe en parte a la topografía y a algunas otras causas que interfieren con el proceso de maduración del suelo. Sobre sus stratos de caliza los suelos más comunes son los de color rojo, más menos arcillosos, de reacción ácida o neutra y sin carbonato de calcio en forma libre. Se les encuentra en la Sierra Madre Oriental a altitudes superiores a los 600 m.s.n.m., así como en algunos terrenos planos en los valles del río Moctezuma, entre 50 y 100 m de altitud. Estos suelos son pobres o ligeramente ricos en materia orgánica, que disminuye rápidamente con la profundidad del suelo. (34)

En la región húmeda y caliente, entre Aquismón y Tamazunchale, en altitudes entre 50 y 700 m sobre el sustrato de caliza hay suelos negruzcos castaños o negruzcos rojizos, arcillosos, ligeramente ácidos y con abundante materia orgánica.

Estos suelos cubren casi siempre laderas de pendiente pronunciada y muchas veces su continuidad es interrumpida por las salientes de las rocas. Rara vez alcanzan profundidades superiores a un metro. Sin la protección de una vegetación densa se erosionan con mucha facilidad debido a las fuertes y torrenciales lluvias.(34)

Más al norte de Aquismón predomina, en la Sierra Madre Oriental un clima un poco más seco, con cuatro a seis meses de deficiencia de humedad. En esta zona, a la misma altura que la zona anterior, y sobre el mismo tipo de roca, se presenta un suelo negro de textura franca, decalcificado, ligeramente alcalino y rico en materia orgánica. En la zona de lutitas y areniscas calcáreas de la región entre Cd. Santos y San Martín, en clima húmedo y caliente, se presentan suelos castaños oscuros o negruzcos, un poco arenosos, y ligeramente alcalinos. Su textura depende de la importancia de la roca madre. Existen declives pronunciados y surcos y alcanzan profundidades superiores a 1 metro.

La planicie Costera y algunas porciones basales de la Sierra Madre Oriental con substratos de margas y lutitas y con climas subhúmedos o semisecos, se caracterizan por suelos de color amarillento a gris, arcillosos o francos, de poca profundidad de materia orgánica. En terrenos poco inclinados la roca madre (choy) se encuentra por lo común a poca profundidad. En los terrenos con deficiencia de drenaje, el suelo es más pesado y oscuro.

Estos suelos derivados de roca madre caliza o margosa parecen constituir diferentes grados de una serie de transición en cuyos extremos están, por un lado, los suelos desérticos grises (sierozem) y por otro los suelos margalíticos (rendzinas trópicas).

En muchas localidades en que la caliza constituye la roca predominante, se encuentran también suelos rojos y negros característicos de este sustrato. Frecuentemente es posible relacionar la distribución de los distintos tipos de suelo con diferencias topográficas microclimáticas o de otra índole; otras veces, sin embargo, no es evidente una relación clara.

Una gran parte de los suelos descritos presenta afinidades con el grupo de las lateritas; otros posiblemente, encuentren mejor acomodo dentro de la categoría de los suelos margalíticos o rendzinas trópicas, también conocidas como arcillas negras trópicas. (34)

## H VEGETACION

A continuación se describen brevemente los distintos tipos de vegetación que se pueden encontrar en la Huasteca Potosina según su situación, su composición florística, condiciones ambientales, características fisonómicas, y estructurales con sus distintas variantes.

Bosque tropical perennifolio.- Este tipo de vegetación, considerado como el más exuberante del planeta, se presenta en los declives orientales inferiores de la Sierra Madre Oriental a una altitud entre 50 y 800 m.s.n.m. Casi toda la superficie corresponde a terrenos montañosos cerriles, de naturaleza caliza o constituidos por areniscas y lutitas calcáreas. Son frecuentes las laderas muy pendientes y escarpadas y en una amplia zona predomina el paisaje Kárstico.

La precipitación es del orden de 1,800 a 2,600 mm en promedio anual, con 2 o 9 meses secos. La temperatura media anual esta comprendida entre 20 y 24°C. Aparentemente no se registran heladas. (34)

Las características de los suelos no son uniformes y pueden resumirse de las siguientes maneras. Los de las laderas calizas son someros y frecuentemente interrumpidos por salientes de rocas. Son más bien arcillosos, de color oscuros, castaño-negrusco, ricos en materia orgánica, sin carbonato de calcio y con pH entre 6 y 7. Los suelos son de espesor grueso y continuos. Su capa superficial es negruzca y rica en ma



teria orgánica; la textura varía entre arcillosa y arenosa. Son casi neutros. La zona del Bosque tropical perennifolio es la más densamente habitada de la Huasteca, debido a las condiciones climáticas favorables para la agricultura de temporal. Las actividades agrícolas originaron la destrucción de la mayor parte de la vegetación original y solo las pendientes muy abruptas o las tierras francamente inútiles al cultivo han sido respetadas. El sistema semi-nomada de la agricultura ha originado la existencia de grandes extensiones ocupadas por matorrales y bosques secundarios. La erosión del suelo ha sido muy intensa.

En algunas zonas cafetaleras se han conservado los árboles del sustrato superior del bosque primitivo, que sirven de sombra a las plantaciones, pero más frecuentemente se acostumbra destruir la vegetación y se siembran árboles especiales de sombra (Melia azedarach, Inga spp). La ganadería es importante en la parte este del bosque tropical siempre verde, donde se sigue el sistema de quema periódica y siembra de gramíneas forrajeras introducidas, principalmente Panicum maximum (zacate guinea). Aunque muchas especies de árboles se utilizan con fines locales, actualmente, no hay explotaciones forestales intensivas. (34)

Bosque tropical deciduo.- A manera de una franja de tran

sición entre el área del bosque trópical perennifolio y entre las formaciones espinosas xerófilas de la Planicie Costera Nororiental, se encuentra una estrecha zona de bosque trópical deciduo. Se localiza en los declives orientales inferiores de la Sierra Madre Oriental, entre San Martín Chalchicuautla, Cd. Valles, Tamasopo y el Naranjao.

El clima correspondiente a éste tipo de vegetación es cálido con una época marcada de sequía de 2 a 6 meses de duración. La precipitación registrada oscila entre 1,000 y 1,800 mm; las temperaturas medias anuales son un po mayores a las que se miden en el área del bosque trópical perennifolio, aunque las mínimas llegan en algunos años a 0°C.

Las altitudes en las que se presenta el bosque tropical deciduo en la Huasteca Potosina varían entre + 50 y + 800 m.s. n.m. El sustrato geológico es casi siempre de tipo sedimentario (caliza, arenisca, lutita). El suelo, salvo las localidades con depósitos aluviales, es somero y sus características están estrechamente relacionadas con la roca madre. En las árreas cerriles calizas es un suelo generalmente discontinuo, con salientes de roca más o menos abundantes, de color negro, textura arcillosa, sin carbonato de calcio, pH cercano a la neutralidad y abundante materia orgánica; su superficie está generalmente cubierta por hojarasca durante una parte del año.

Los suelos sobre margas varían de colores claros (entre castañ

ño y grisáceo) a casi negros; éstos últimos son característicos de condiciones de deficiencia de drenaje. Son típicamente arcillosos, de pH entre 7 y 8, debido al alto contenido de carbonato de calcio; la materia orgánica varía de acuerdo a las condiciones de drenaje. En general son suelos poco aptos para la agricultura, especialmente donde la marga (choy) se encuentra a poca profundidad. Mas o menos análogos son los suelos derivados de sustrato de lutita y de arenisca calcárea, aunque la textura, es más arenosa en función de la abundancia de esta última roca.

El bosque tropical deciduo en la Huasteca Potovina se conserva como tal, sólo en zonas de pendientes más o menos pronunciadas; pero aún ahí ha sufrido el efecto de los incendios. Es un bosque de 8 a 12 o 15 m de alto, en el cual la gran mayoría de las especies leñosas pierden sus hojas durante un lapso de 3 a 6 meses y muchas de ellas florecen precisamente en éste período, debido a ésto el aspecto del bosque varía marcadamente a lo largo del año.

En el estrato árooreo suelen dominar una o dos de las siguientes especies: Bursera simaruba, Lysiloma divaricata, Phoebe tamnicensis.(34)

Bosque Espinoso.- Este tipo de vegetación representa el siguiente grado en la serie de biomas de clima caliente, que se establece como respuesta aparentemente al aumento de la aridez. En la Huasteca Potosina ocupa el área correspondiente a la Planicie Costera, insinuándose en algunos puntos a los primeros valles intermontanos de la zona de transición entre la Planicie y la Sierra Madre Oriental. Hacia el norte y hacia el este se extiende a zonas contiguas de Veracruz y Tamaulipas; en este último estado ocupa grandes superficies y en la zona de Huasteca es más bien de tipo marginal; su existencia ahí se debe probablemente a las condiciones desfavorables del suelo, pues el clima es aparentemente más húmedo del que requiere normalmente este tipo de formación.

Se desarrolla sobre terrenos planos o de escasa inclinación, a una altitud entre  $\pm 20$  y  $\pm 150$  m.s.n.m. sobre sustrato de margas o de lutitas, con suelo de color gris castaño claro, predominantemente arcilloso o arcillo-limoso, con abundante carbonato de calcio, ligeramente alcalino, con 4 a 1% de materia orgánica. Es de poca utilidad para la agricultura, salvo en las vegas de los ríos, donde suelo ser más profundo y menos arcilloso.

El clima se caracteriza por una precipitación de menos mil doscientos milímetros, con 6 meses de sequía acentuada. La temperatura es más extremosa que en la zona del bosque tropical deciduo; la media anual es aproximadamente la misma ( $24$  a  $26^{\circ}\text{C}$ ), pero las heladas son relativamente más frecuen-

tes, pues se presentan aproximadamente cada tercer año. (34)

Aunque es un bosque francamente deciduo, en lo que toca a casi la totalidad de sus especies, unas de las dominantes son Pithecolobium flexicaule, Phyllostylon brasiliense, Acacia unijuga.

Bosque deciduo templado.- Este tipo de vegetación se localiza en la vertiente oriental de la Sierra Madre Oriental en los Municipios de Tamazunchale, Xilitla y Aquismon, en altitudes entre 600 y 1500 m.s.n.m. Se caracteriza por ser una comunidad de 35 m o más de alto densa siendo especialmente característico, Liquidambar styraciflua. Para su desarrollo éste tipo de vegetación requiere un clima húmedo o muy húmedo durante todo el año, a la vez que una temperatura no muy elevada, y con presencia de heladas. Tales condiciones se cumplen en la zona mencionada, donde se mantiene una alta humedad atmosférica gracias a la presencia casi constante de neblinas.

Es preciso señalar que la abundancia de Liquidambar parece ser favorecida por las condiciones de disturbio y el árbol suele ser muy frecuente en los bosques secundarios del bosque deciduo templado, no cabe duda, que la especie en cuestión existía antes de la llegada del hombre.

En cuanto a las condiciones climáticas, este tipo de ve

getación exige un mínimo de 1,500 mm de lluvia anual, relativamente bien distribuidos y acompañados de altas humedades atmosféricas a lo largo del año. El número de meses secos no pasa de 2 por año. Las temperaturas medias anuales son inferiores a 21<sup>o</sup> C; el bosque no se extiende a más de 1,500 m.s.n. m., pero el factor limitante no es la temperatura sino la falta de humedad.

Como es una zona montañosa, Kárstica, de laderas abruptas y bien drenadas, el suelo es casi siempre somero, con frecuencia discontinuo, debido a las salientes de las rocas. Es de color rojizo oscuro, arcilloso-arenoso, ácido y rico en materia orgánica. Las características favorables del clima hacen que a pesar de la topografía accidentada del terreno, la zona esta ampliamente aprovechada para fines agrícolas y densamente habitada. Lo anterior trae como consecuencia la destrucción casi total de la vegetación primitiva.(34)

## I ACTIVIDADES HUMANAS

El territorio de la Huasteca ha sido habitado por el hombre hace muchos años. Las condiciones climáticas favorables para la existencia de la agricultura de temporal han sido la causa de su temprana colonización.

La ganadería se estableció aproximadamente en 1900 con la llegada del ferrocarril y en más importancia con la llegada de la carretera en 1930. La agricultura de la región, especialmente entre Tamazunchale y Cd. Santos, es la más importante del Estado. La agricultura de temporal se practica intensamente; son por lo común, preferidos los lugares situados al pie de los cerros, en donde pueden aprovecharse las aguas provenientes del escurrimiento. Salvo los sitios particularmente favorables, éste tipo de agricultura no utiliza las tierras de manera continúa, sino que, en función de diversos factores los terrenos se dejan sin trabajar durante períodos considerables, algunos se abandonan y abren nuevos al cultivo.

Este sistema, que puede considerarse intermedio entre la agricultura de temporal y la agricultura nómada es muy acentuada en las regiones más húmedas y calientes, en terrenos montañosos y encarnados y con suelo escaso.

Gran parte de la superficie de éstas regiones ha sido desmontada a excepción de los sitios dedicados a las plantaciones de café.

Además del maíz (Zea mais) que es el cultivo principal, se practican con frecuencia y en forma intensiva, la caña de azúcar (Saccharum officinarum), el frijol (Phaseolus spp), el café (Coffea spp), y la naranja (Citrus sinensis). Aunque la ganadería constituye una fuerte riqueza tan importante como la agricultura en la economía de la región, solamente ocupa una parte muy pequeña de la población. Es cuantitativamente más importante en la Sierra Madre en particular en sus declives, y en la Planicie Costera, criándose casi exclusivamente ganado vacuno. En las partes medias y altas de la sierra se trata por lo general de una ganadería extensiva, basada en el pastoreo de los estratos arbustivos y herbáceos del bosque, por animales sueltos en él. En las partes bajas de la sierra y la Planicie Costera, se practican procedimientos muy distintos que consisten en la destrucción de la vegetación natural mediante el fuego, en la siembra de gramíneas forrajeras, introducidas principalmente el zacate guinea (Panicum maximum) y zacate parí (P. purourascens) y en el mantenimiento de ganado en parcelas cerradas o potreros. Además de ser objeto de consumo directo del ganado, las plantas silvestres son utilizadas en distintas formas por el hombre.

Aunque nunca ha habido explotaciones madereras en gran escala, en general la utilización de los árboles para fines de construcción, elaboración de muebles utensilios. Entre las



especies más frecuentemente usadas pueden citarse: Carpodip-  
tera amaliae (telcón, pokchich), Cedrela mexicana (cedro),  
Chlorophora tinctoria (mora), Guazuma ulmifolia (guásima, a-  
quiche) Sabal mexicana (palma), Tabebuia pentaphylla (palo de  
rosa). (34)

## VI MATERIALES Y METODOS

### A Colecta y preparación de muestras

Con base a las cartas topográficas de la defensa nacional, al mapa geológico del estado, a los registros de las entaciones climatológicas del servicio meteorológico y con ayuda de fotografías aéreas se escogieron 10 puntos de muestreo en fincas cafetaleras situadas a distintas alturas sobre el nivel del mar con la consecuente variación climática y topográfica, los perfiles se encuentran ubicados dentro de tres Municipios que son los principales productores de café en la región. Los municipios son el Tancanhuitz, el de Aquismón y el de Xilitla.

En cada una de las fincas cafetaleras se hizo un perfil de suelo, colectando muestras de suelo de 10 en 10 cm de profundidad; la cantidad aproximada por muestra de suelo fué de 2 kg.

Posteriormente, las muestras de suelo se secaron al aire tomando las debidas precauciones para evitar la contaminación; una vez secas se tamizaron usando un tamiz de 2 mm de abertura, para evitar el paso de las gravas y de algunos agregados mayores. Después se guardaron en bolsas de polietileno para determinar posteriormente sus propiedades físicas y químicas

### B

#### Análisis Físicos

- 1) Color: en seco y húmedo, por comparación con las tablas Munsell (1954)
- 2) Densidad aparente; por el método de la probeta
- 3) Densidad real; por el método del picnómetro
- 4) Textura; por el método de Bouyoucos (1962)

#### Análisis Químicos

- 1) pH; por medio del potenciómetro, Beckman Zeromatic, usando una relación suelo-agua destilada 1:2.5 y una relación suelo-KCl pH 7 de 1:2.5
- 2) Materia orgánica; por el método de Walkley y Black, modificado por Walkley (1947)
- 3) Capacidad de intercambio catiónico total; por el método de centrifugación Jackson (1964)
- 4) Calcio, Magnesio y Potasio intercambiables; por el método de centrifugación, determinando el  $Mg^{++}$  y el  $Ca^{++}$  por el método del Versenato y el  $K^+$  por flamometría en un flamómetro Corningblod.
- 5) Fósforo aprovechable; por los métodos de Bray I y Olsen, determinando colorimétricamente por el método de azul de Molibdeno en medio clorhídrico. Jackson (1964)
- 6) Nitratos; por el método colorimétrico del ácido fenoldisulfónico. Jackson (1964)

## VII RESULTADOS

Los resultados de los análisis físico-químicos del perfil I se presentan en el cuadro No. I y la gráfica No. 1.

En este perfil, el color en seco es en los primeros 20 cm pardo grisáceo (10 YR 5/2), de 20-40 cm se tienen colores pardos (10 YR 5/3), de 40-50 cm pardo amarillento (10 YR 5/4) en las profundidades 50-70, 80-120 cm el color predominante es el pardo (10 YR 5/3), de 70-80 cm el color es pardo grisáceo (10 YR 5/2), y de los 120-200 cm se tiene un tono pardo pálido (10 YR 6/3). En húmedo se observan colores pardo grisáceo muy oscuro en los primeros 20 cm (10 YR 3/2), de 20-40, 50-70, 80-130, 140-180 cm su color el pardo oscuro (10 YR 4/3), de los 40-50, 130-140 cm se tiene un color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4 y 3/4), de 70-80 cm se tiene una tonalidad pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) y en los últimos 20 centímetros se tiene una tonalidad pardo amarillento (10 YR 5/4).

La densidad aparente varía de 1.13 a 1.40 g/cc, observándose que éstos se mantienen heterogéneamente a través del perfil.

La densidad real varía de 2.02 a 2.49 g/cc, notándose que los valores presentan poco cambio a través del perfil.

La porosidad varía de 50 a 59%, distribuyéndose heterogéneamente en el perfil.

La textura es de migajón arcillo-arenoso en los primeros

20 cm; migajón arcilloso de 20 a 90 cm, 110 a 130 cm y de 150 a 200 cm; de arcilla de 90 a 110 cm y de 130 a 150 cm. El porcentaje de arena varía de 32 a 46%, el de limo de 18 a 28% y el de arcilla de 20 a 42%.

El pH en agua va de 5.9 a 3.5 y con KCl de 5.5 a 7.8 observándose que los valores más bajos se encuentran en la superficie y los más altos en las capas más profundas.

La C.I.C.P., varía de 29.9 a 35.8 meq/100g manteniéndose más o menos homogénea a lo largo del perfil.

La materia orgánica varía de 0.23 a 3.63% notándose que ésta disminuye conforme aumenta la profundidad.

El calcio varía de 21.0 a 57.8 meq/100g observando un aumento de éstos en las últimas capas. El magnesio varía de 3.0 a 20.8 meq/100g encontrándose los valores más altos en las últimas capas. El potasio va de 0.21 a 0.44 meq/100 g, los valores más altos se encuentran en la superficie y luego se mantienen más o menos homogéneos a través del perfil.

Los nitratos varían de 13.7 a 18.0 ppm, siendo el valor decreciente de acuerdo con la profundidad.

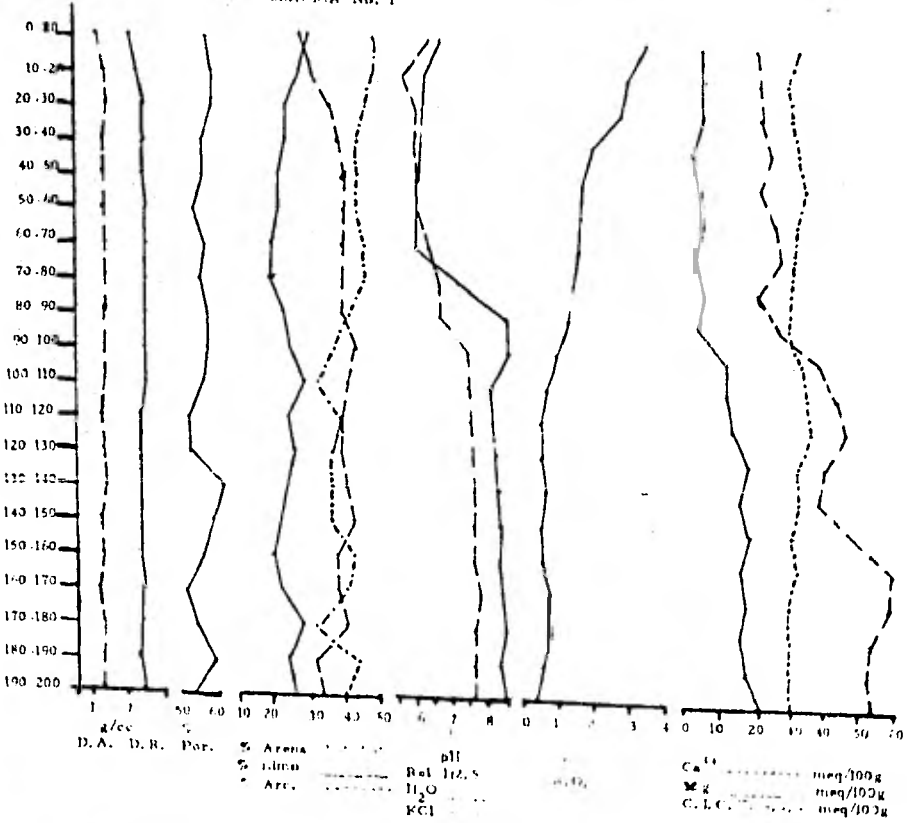
El fósforo varía de 2.7 a 225 ppm, en los primeros 90 cm se encuentran los valores más bajos del perfil.

Con base a los resultados obtenidos en el campo, laboratorio y gabinete, éste perfil se clasificó en el Orden Vertisol, Suborden Uderts, Gran grupo Chromouderts, Subgrupo Entíco.

CUADRO No. 1  
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERFOR. No. 1  
 LOCALIZADO EN EL RANCHO PUITZEN, MUNICIPIO DE TANCAHUITEZ,  
 SAN LUIS POTOSI, A UNA ALTITUD DE 100 m. s. n. m., DERIVADO DE  
 AGENCIAS CALCAERA Y SUTISA

PROFUNDIDAD (Cm)	COLOR SECO HUMEDO	D.A. g/cc	D.R. g/cc	POROSIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARGILLA %	TEXTURA	pH	M.F. %	C.L.C.T. %	Y <sup>2</sup> mg/100	Mg <sup>++</sup> mg/100g	Ca <sup>++</sup> mg/100g	P ppm	SiO <sub>2</sub> %
0-10	10 YR 7/2 10 YR 5/2 sardo gr. - sardo gr. sicc. muy oscuro	1.31	2.02	56	45	10	10	M. arenillo arenoso	6.5	6.2	1.53	52.0	.44	6	11.0	2.7 10.6
10-20	10 YR 5/2 10 YR 5/2 sardo gr. - sardo gr. sicc. muy oscuro	1.28	2.70	50	46	24	20	M. arenillo arenoso	6.5	5.5	1.20	52.0	.35	6	21.6	6.4 16.1
20-30	10 YR 5/3 10 YR 5/3 sardo med.	1.34	2.35	55	46	21	10	M. arenillo arenoso	6.0	6.0	2.44	51.0	.20	6	21.5	2.3 11.7
30-40	10 YR 5/3 10 YR 5/1 sardo med. - sardo med.	1.35	2.45	55	42	12	14	M. arenillo arenoso	6.0	6.9	2.01	51.4	.33	3	25.0	6.5 11.4
40-50	10 YR 5/10 10 YR 1/6 sardo med. - sardo amar. sicc. sicc. med. osc.	1.35	2.45	55	42	20	10	M. arenillo arenoso	5.5	3.9	1.40	54.6	.29	6	22.0	6.4 16.5
50-60	10 YR 5/1 10 YR 3/3 sardo med. - sardo oscuro	1.31	2.46	53	42	23	10	M. arenillo arenoso	5.8	5.9	1.71	52.6	.35	6.0	25.0	5.0 15.7
60-70	10 YR 4/3 10 YR 3/3 sardo med. - sardo oscuro	1.43	2.69	56	44	18	10	M. arenillo arenoso	5.9	3.2	1.65	51.6	.29	3.4	22.4	9
70-80	10 YR 4/2 10 YR 3/2 sardo gr. - sardo gr. sicc. no muy osc.	1.37	2.42	55	45	10	10	M. arenillo arenoso	7.1	3.4	1.65	51.2	.26	6.5	21.0	13.0
80-90	10 YR 5/1 10 YR 5/1 sardo med. - sardo oscuro	1.42	2.45	53	43	22	10	M. arenillo arenoso	6.5	6.6	1.26	53.0	.20	8	37.0	212.5
90-100	10 YR 5/3 10 YR 3/3 sardo med. - sardo oscuro	1.40	2.45	63	56	24	42	Arenillo	6.5	7.4	0.99	54.2	.29	11.9	37.0	225.0
100-110	10 YR 5/3 10 YR 3/3 sardo med. - sardo oscuro	1.39	2.46	54	52	20	40	Arenillo	6.1	7.0	0.70	55.2	.31	12.0	43.0	202.0
110-120	10 YR 5/3 10 YR 4/3 sardo med. - sardo oscuro	1.28	2.42	52	55	24	10	M. arenillo arenoso	6.2	7.5	0.40	55.0	.10	11.5	45.0	306.0
120-130	10 YR 4/3 10 YR 3/3 sardo med. - sardo oscuro	1.27	2.32	52	54	24	10	M. arenillo arenoso	6.2	7.6	0.50	52.0	.20	15	46.0	187.0
130-140	10 YR 4/10 10 YR 4/6 sardo med. - sardo amar. sicc. sicc. med. osc.	1.37	2.45	55	54	14	14	Arenillo	6.3	7.6	0.54	53.2	.20	15.4	44.0	190.0
140-150	10 YR 4/3 10 YR 4/1 sardo med. - sardo oscuro	1.31	2.41	54	54	21	42	Arenillo	6.3	7.6	0.44	51.4	.25	10	45.2	191.0
150-160	10 YR 4/1 10 YR 4/1 sardo med. - sardo oscuro	1.34	2.35	55	42	20	10	M. arenillo arenoso	6.3	7.6	0.54	52.4	.24	15.6	50.0	191.0
160-170	10 YR 4/1 10 YR 4/1 sardo med. - sardo oscuro	1.42	2.66	52	52	22	10	M. arenillo arenoso	6.4	3.0	0.67	55.7	.23	14.4	57.4	145.0
170-180	5Y 4/1 10 YR 4/1 sardo med. - sardo oscuro	1.28	2.41	55	52	14	40	M. arenillo arenoso	6.5	7.7	0.63	50.2	.21	11.4	52.0	193.5
180-190	10 YR 4/3 10 YR 4/6 sardo med. - sardo amar. sicc. sicc. med. osc.	1.33	2.26	55	40	20	40	M. arenillo arenoso	6.4	3.0	0.50	50.4	.27	17.0	42.0	212.0
190-200	10 YR 4/1 10 YR 3/6 sardo med. - sardo amar. sicc. sicc. med. osc.	1.22	2.10	51	60	15	15	M. arenillo arenoso	6.5	7.3	0.20	50.0	.25	20.0	42.0	200.00

GRAFICA No. 1





Los resultados de los análisis físico-químicos del perfil II, se muestran en el cuadro No. II y gráfica No. 2. En éste perfil, el color en seco es de 0-30 cm gris (10 YR 5/1), cambiando de matiz en la capa 20-30 cm (10 YR 6/1), de 30-80 cm el color es gris claro siendo el matiz en la capa 30-40 cm (10 YR 4/1) y en los demás centímetros (10 YR 7/2), de 80-90 cm, el color es gris pardo claro (10 YR 6/2), y en la última capa 90-100 cm el color es pardo pálido (10 YR 6/3). En húmedo la tonalidad en los primeros 10 cm es gris muy oscuro (10 YR 3/1), de 10-30 cm gris oscuro (10 YR 4/1), en la capa de 30-40 cm el color es pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2), de 40-60 cm el color es gris pardo claro (10 YR 6/2), de 60-80 cm la tonalidad es pardo pálido (10 YR 6/3), y de 80-100 cm el color es pardo grisáceo (10 YR 5/2).

La densidad aparente varía de 1.21 a 1.33 g/cc, disminuye en las últimas capas.

La densidad real va de 2.33 a 2.49 g/cc disminuyendo estos valores conforme aumenta la profundidad.

La porosidad varía de 53 a 59%, notándose que éstos valores se distribuyen heterogéneamente a lo largo del perfil.

La textura que predomina es el migajón arcilloso en los primeros 10 cm y en la capa comprendida entre los 20 y los 80 cm, la textura arcillosa se encuentra entre 10-20 cm y 80-100 cm. El porcentaje de arena va de 26 a 38%, el de limo de 18 a

34% y el de arcilla de 32 a 52%.

El pH en agua varía de 7.3 a 8.5 y con KCl de 6.6 a 7.9 notándose que estos valores aumentan con la profundidad.

La C.I.C.T., va de 30.0 a 48.4 meq/100 g disminuyendo conforme aumenta la profundidad.

El calcio varía de 31.1 a 60.6 meq/100 g, encontrándose los valores más altos en las últimas capas del perfil. El magnesio va de 11.2 a 37.0 meq/100 g encontrándose los valores más altos en la superficie. El potasio va de 0.21 a 0.46 meq/100 g observándose los valores más altos en la superficie y disminuyendo luego en las capas más profundas.

Los nitratos varían de 11.4 a 15.9 ppm siendo el valor más alto el de las primeras capas.

El fósforo varía de 1.8 a 500 ppm encontrándose el valor más pequeño en la superficie, luego se mantiene alto y heterogéneo a través del perfil.

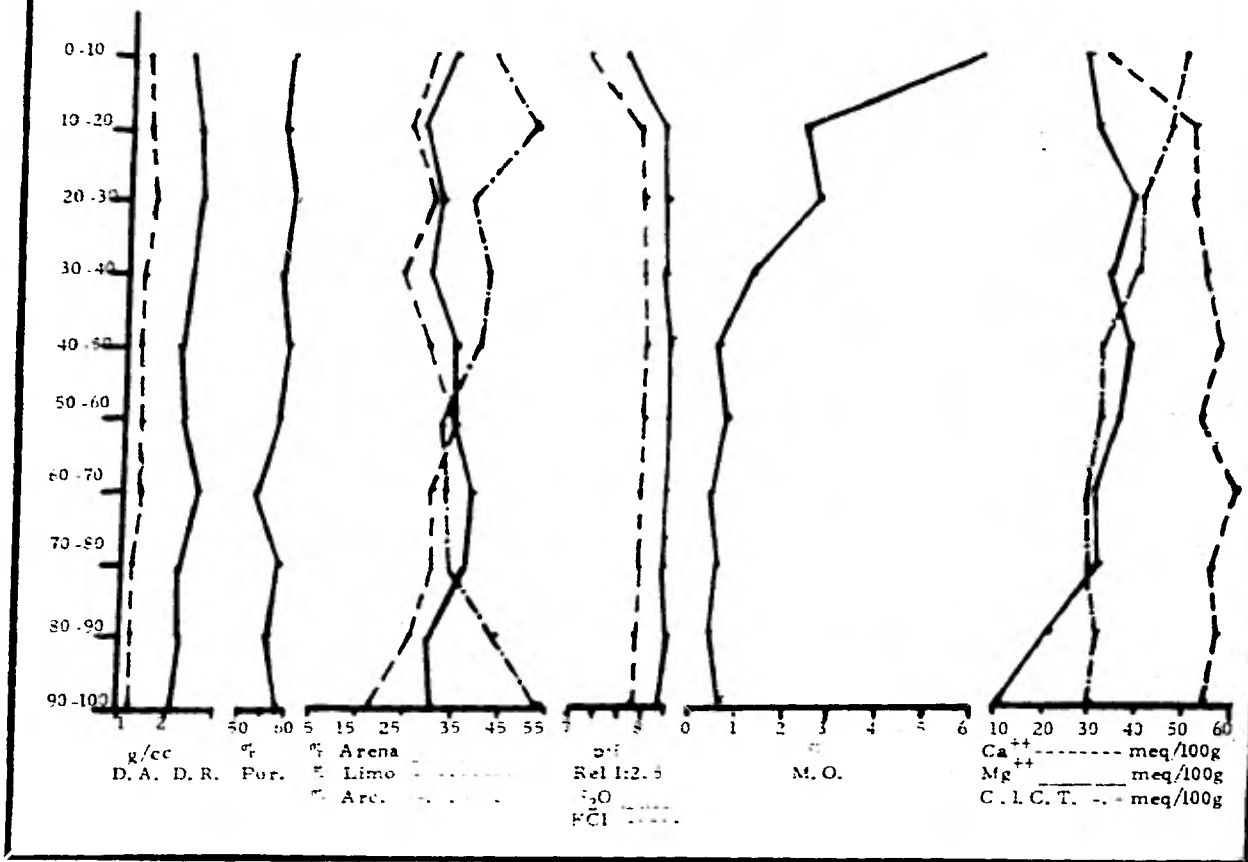
Con base a los resultados obtenidos en el campo, laboratorio y gabinete este perfil se clasificó en el Orden Molisol Suborden Rendoll, Gran grupo Rendoll, Subgrupo Rendoll Vérti co.

CUADRO No. II  
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERFIL No. II  
 LOCALIZADO EN EL RANCHO RAUDALES DE FREY, MUNICIPIO DE  
 TANCANHUITZ, SAN LUIS POTOSI, A UNA ALTITUD DE 200 m. s. n. m.  
 DERIVADO DE LUTITAS Y ARENISCAS CALCAREAS

\*TEMPERATURA MEDIA ANUAL 23.7 C PRECIPITACION ANUAL 2091 mm

PROFUNDIDAD (cm)	COLOR SECO HUMEDO	D. A. g/cc	D. R. g/cc	POROSIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH H <sub>2</sub> O	M. O KCl	C. I. C. T. meq/100g	K <sup>+</sup> meq/100g	Mg <sup>++</sup> meq/100g	Ca <sup>++</sup> meq/100g	P ppm	N-NO <sub>3</sub> ppm
0-10	10 YR 5/1 10 YR 3/1 gris gris muy os.	1.21	2.08	58	32	28	40	M. arcilloso	7.3	6.6	5.9	48.4	.46	25.9	31.1	1.8 15.9
10-20	10 YR 5/1 10 YR 4/1 gris gris oscuro	1.31	2.29	57	26	24	50	Arcilla	8.2	7.7	2.17	44.4	.33	29.3	50.3	450 15.9
20-30	10 YR 6/1 10 YR 4/1 gris gris oscuro	1.39	2.35	59	30	34	36	M. arcilloso	8.3	7.8	2.49	38.0	.25	37.0	50.0	475 15.9
30-40	10 YR 7/1 10 YR 4/2 gris claro pardo gri- sáceo osc.	1.30	2.29	57	28	22	40	M. arcilloso	8.3	7.8	1.13	37.6	.23	32.0	53.0	490 15.9
40-50	10 YR 7/2 10 YR 6/2 gris claro gris pardo claro	1.24	2.12	58	34	28	38	M. arcilloso	8.4	7.9	0.54	31.0	.22	37.0	57.0	240 13.7
50-60	10 YR 7/2 10 YR 6/2 gris claro gris pardo claro	1.29	2.25	57	34	34	32	M. arcilloso	8.4	7.9	0.67	30.6	.22	35.0	53.0	285 11.4
60-70	10 YR 7/2 10 YR 6/3 gris claro pardo páll- do	1.33	2.49	53	38	30	32	M. arcilloso	8.4	7.9	0.41	30.0	.25	29.8	60.6	425.5
70-80	10 YR 7/2 10 YR 6/3 gris claro pardo páll- do	1.25	2.16	58	36	30	34	M. arcilloso	8.4	7.9	0.48	30.6	.21	31.0	56.0	330
80-90	10 YR 6/2 10 YR 5/2 gris pardo pardo gri- claro sáceo	1.22	2.16	56	30	26	44	Arcilla	9.5	7.8	0.41	30.8	.21	21.1	56.7	500
90-100	10 YR 6/3 10 YR 5/2 pardo pardo gri- claro sáceo	1.22	2.10	58	30	18	52	Arcilla	8.4	7.8	0.56	30.0	.23	11.2	55.0	400

GRAFICA No. 2



Los resultados de los análisis físicos y químicos del perfil No. III se muestran en el cuadro No. III y la gráfica No. 3. Los colores que se encuentran en éste perfil en seco son en los primeros 0-30 cm pardo (10 YR 5/3), de 30-50 cm pardo pálido (10 YR 6/3), de 50-60 cm el color es pardo amarillento claro (10 YR 6/4), de 60-110 cm el color es pardo muy pálido (10 YR 7/4 y 7/3), de 110-120 cm el color es pardo muy pálido (10 YR 7/4), y de 120-130 cm el color es pardo amarillento (10 YR 6/5). En húmedo el color en los primeros 10 cm es pardo grisáceo (10 YR 5/2), de 10-60 cm la tonalidad es pardo oscuro (10 YR 3/3, 4/3), 60-130 cm el color es pardo amarillento (10 YR 5/4).

La densidad aparente varía de 1.07 a 1.29 g/cc encontrándose que los valores se distribuyen heterogéneamente a lo largo del perfil.

La densidad real va de 2.18 a 2.39 g/cc. La porosidad varía de 49 a 54%. Se puede observar que éstos valores se distribuyen heterogéneamente a lo largo del perfil.

La textura que predomina es la arcillosa a través del perfil a excepción de los primeros 10 cm en la que es migajón arcilloso. El porcentaje de arena varía de 20 a 40%, el de limo va de 22 a 32% y el de arcilla va de 38 a 52%.

El pH varía de 6.3 a 8.5 en agua y con KCl de 5.2 a 7.5 observándose que los valores aumentan conforme aumenta la

profundidad.

Los datos de C.I.C.T., van de 39.0 a 43.2 meq/100g encontrándose los valores más bajos en las últimas capas.

La materia orgánica va de 0.54 a 5.09% siendo el valor decreciente de acuerdo con la profundidad.

El calcio varía de 27.0 a 36.0 meq/100 g, aumentando éstos conforme decrece la profundidad. El magnesio va de 14.0 a 42.5 meq/100 g, disminuyendo éstos valores conforme aumenta la profundidad. El potasio varía de 0.21 a 0.51 meq/100g encontrándose los valores más altos en las primeras capas.

Los nitratos varían de 4.5 a 15.9 ppm, los valores son más altos en la superficie.

El fósforo varía de 1.3 a 475.0 ppm, aumentando éste considerablemente a partir de los 90 cm.

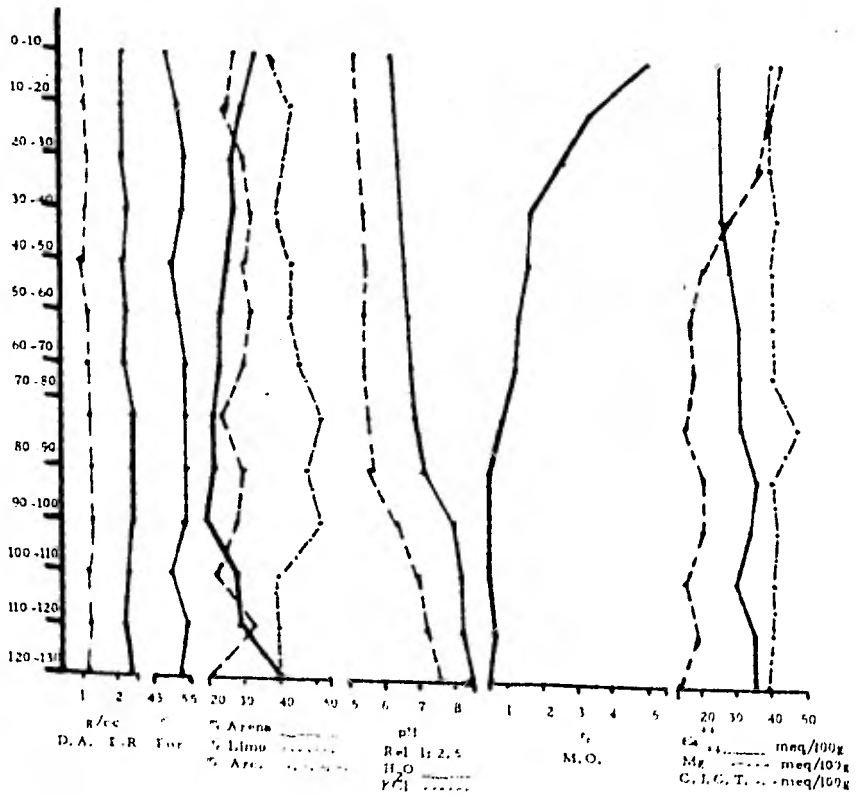
Con base a los resultados obtenidos en el laboratorio, campo y gabinete éste perfil se clasificó en el Orden Vertical, Suborden Uderts, Gran grupo Chromouderts, Subgrupo Entico.

CUADRO No. III  
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERFIL No. III  
 LOCALIZADO EN EL EJIDO DE ALDZULUP, MUNICIPIO DE TANCANHUITZ,  
 SAN LUIS POTOSI, A UNA ALTITUD DE 500 m. s. n. m., DERIVADO DE  
 ARENISCAS CALCAREAS Y LUTITAS

TEMPERATURA MEDIA ANUAL 23.7 C PRESION BAROMETRICA ANUAL 2091 mm

PROFUNDIDAD (cm)	COLOR SECO HUMEDO	D.A. g/cc	D.R. g/cc	POROSIDAD %	ARENA %	LEMO %	ARCILLA %	TEXTURA	M.O. %	C.L.C.T. meq/100g	pH H <sub>2</sub> O	S <sup>++</sup> meq/100g	Mg <sup>++</sup> meq/100g	Ca <sup>++</sup> meq/100g	P ppm	N-SO <sub>3</sub> ppm	
0-10	10 YR 5/3 10 YR5/2 pardo pardo grisáceo	1.57	2.18	49	34	28	38	M. arcilloso	5.09	44.0	6.3	5.2	.51	42.5	27.4	5.4	13.7
10-20	10 YR 5/3 10 YR3/3 pardo pardo osc.	1.15	2.20	52	30	26	44	Arcilla	3.47	40.8	6.4	5.3	.35	40.8	27.0	1.8	13.7
20-30	10 YR 5/3 10 YR3/3 pardo pardo osc.	1.21	2.22	54	28	30	42	Arcilla	2.66	40.0	6.5	5.4	.35	39.0	27.0	1.3	15.9
35-40	10 YR 6/3 10 YR1/3 pardo pálido pardo osc.	1.23	2.31	53	28	32	40	Arcilla	1.76	43.4	6.6	5.5	.33	28.0	27.0	9	13.7
40-50	10 YR 6/1 10 YR4/3 pardo pálido pardo osc.	3.10	2.20	50	26	30	44	Arcilla	1.71	41.0	6.7	5.5	.28	22.0	29.2	1.8	6.8
50-60	10 YR 6/4 10 YR4/3 pardo amarillento claro pardo osc.	1.19	2.27	52	24	32	44	Arcilla	1.39	41.0	6.8	5.5	.26	15.0	32.0	2.7	4.5
60-70	10 YR 7/4 10 YR5/4 pardo muy pálido pardo amarillento	1.21	2.22	54	24	30	46	Arcilla	1.26	41.0	6.8	5.5	.28	19.0	32.0	1.8	
70-80	10 YR 7/4 10 YR5/4 pardo muy pálido pardo amarillento	1.28	2.38	54	22	24	52	Arcilla	0.93	48.2	6.9	5.6	.28	17.0	32.0	9.0	
80-90	10 YR 7/4 10 YR5/4 pardo muy pálido pardo amarillento	1.24	2.39	54	22	30	48	Arcilla	0.48	40.4	7.1	5.7	.23	21.0	36.6	9.0	
90-100	10 YR 7/3 10 YR5/4 pardo muy pálido pardo amarillento	1.28	2.36	54	20	28	52	Arcilla	0.54	42.2	8.0	6.4	.26	21.0	34.0	350.0	
100-110	10 YR 7/3 10 YR5/4 pardo muy pálido pardo amarillento	1.16	2.31	50	28	22	40	Arcilla	0.54	41.4	8.2	7.0	.28	16.0	30.0	450.0	
110-120	10 YR 7/4 10 YR5/4 pardo muy pálido pardo amarillento	1.21	2.22	54	29	32	39	Arcilla	0.67	39.4	8.2	7.2	.23	14.0	35.8	390.0	
120-130	10 YR 6/6 10 YR5/4 pardo amarillento pardo amarillento	1.18	2.26	52	40	20	40	Arcilla	0.54	39.0	8.5	7.5	.21	15.0	36.0	475.0	

GRAFICA No. 3





Los resultados de los análisis físico-químicos del perfil No. IV se muestran en el cuadro No. IV y la gráfica No.4 En éste perfil como se puede observar el color en seco en los primeros 10 cm, es pardo grisáceo (10 YR 5/2), en los siguientes 180 cm el color que predomina es el pardo pálido (10 YR 6/3). En húmedo el color en los primeros 10 cm es pardo grisáceo oscuro (10 YR 3/2), de 10 a 50 cm, pardo oscuro (10 YR 3/3) y de 50-190 cm el color que predomina es el pardo oscuro amarillento (10 YR 3/4).

La densidad aparente varía de 1.06 a 1.23 g/cc manteniéndose más o menos homogénea a través del perfil.

La densidad real varía de 2.0 a 2.48 g/cc aumentando estos valores conforme decrece la profundidad. La porosidad va de 45 a 55%, encontrándose los valores más altos en las primeras capas del perfil.

La textura que predomina es la arcillosa a lo largo de todo el perfil. El porcentaje de arena varía de 10 a 34%, el de limo de 10 a 34% y el de arcilla de 42 a 64 %.

El pH con agua varía de 6.7 a 8.3 y con KCl de 5.8 a 7.7 notándose que hay un aumento conforme decrece la profundidad.

La C.I.C.T., varía de 33.0 a 55.4 meq/100g encontrándose se los valores más bajos en las últimas capas.

La materia orgánica varía de 0.41 a 4.28% teniendo los valores más bajos en las últimas capas.

El calcio varía de 18.0 a 86 meq/100g siendo los valores más bajos los de las primeras capas, luego éstos aumentan conforme decrece la profundidad. El magnesio va de 12.0 a 37.2 meq/100 g observándose que se distribuye heterogéneamente a lo largo del perfil. El potasio varía de 0.22 a 0.69 meq/100 g encontrándose los valores más altos en las capas superficiales.

Los nitratos varían de 1.1 a 15.9 ppm, siendo los valores más altos los de las primeras capas.

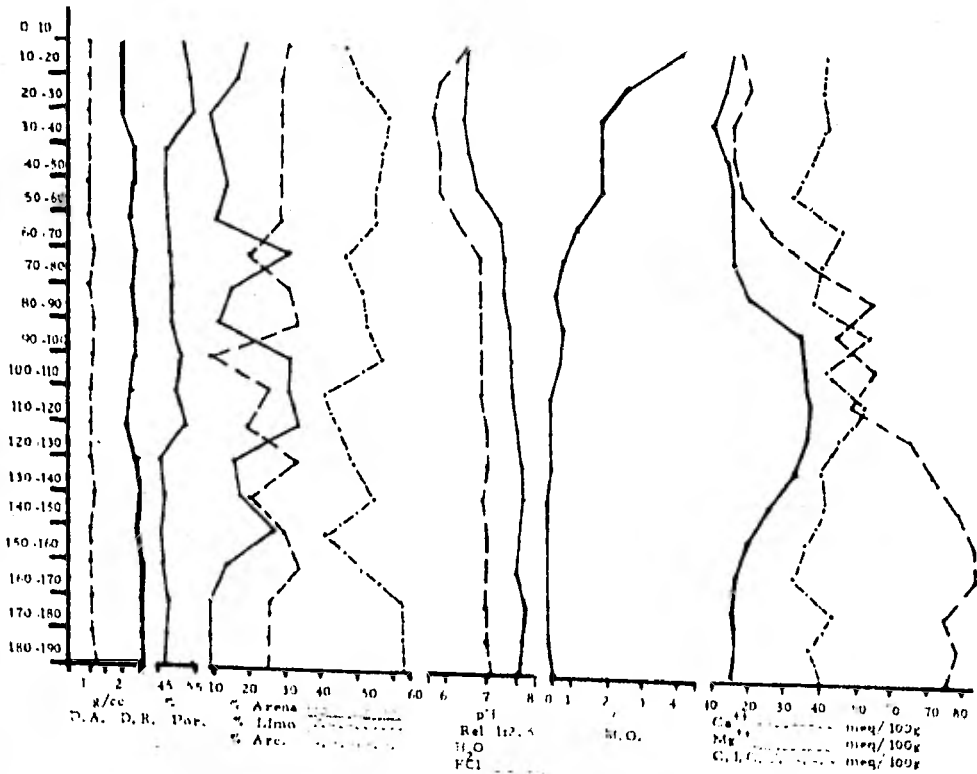
El fósforo varía de 1.8 a 500 ppm, observándose que estos valores aumentan a partir de los 90 cm.

Con base a los resultados obtenidos en el campo, laboratorio y gabinete éste perfil se clasificó en el Orden Molisol, Suborden Rendoll, Gran grupo Rendoll, Subgrupo Rendoll Típico.

CUADRO No. IV  
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERLENO, IV  
 LOCALIZADO EN LA COMUNIDAD CAZUTUB, MUNICIPIO DE TAMACANUITZ  
 SAN LUIS POTOSI, A UNA ALTITUD DE 490 m.s.n.m., DERIVADO DE LUFITAS  
 Y ARENISCAS CALCAREAS  
 TEMPERATURA 1954 APRIL 23, 1954 F. FERTILIZANTE APRIL 2051 50

PROFUNDIDAD cm	COLORES SECO HUMEDO	D.A. g/cc	D.P. g/cc	POROSIIDAD %	ARENA %	Limo %	ARCILLA %	TEXTURA	pH H <sub>2</sub> O KCl	M.O. %	N.P. mg/100g	P. mg/100g	K <sup>2</sup> O mg/100g	Mg <sup>2+</sup> mg/100g	Ca <sup>2+</sup> mg/100g	S ppm	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ppm	
4-16	10 YR 4/2 pardo gris 100	16 YR 3/2	1.06	2.0	53	30	32	48	Arcilla	6.0	6.0	6.24	15.0	69	16	21.0	1.8	15.9
19-20	10 YR 5/3 pardo	10 YR 3/1	1.11	2.01	59	19	10	72	Arcilla	6.0	6.0	2.64	14.5	49	15.6	22.0	4.9	1.5
26-34	10 YR 5/3 pardo	10 YR 3/3	1.31	1.0	49	19	58	40	Arcilla	6.7	5.8	2.03	16.0	38	12	10.5	7.0	1.4
34-61	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 5/2	1.31	1.80	67	11	59	30	Arcilla	6.0	6.0	2.03	15.0	43	16	10.0	12.5	2.3
67-74	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 3/3	1.11	2.34	47	14	19	46	Arcilla	7.0	6.0	2.03	15.0	34	13	10.0	6.0	2.1
74-80	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.32	6.31	69	12	10	54	Arcilla	7.5	7.0	1.24	16.0	33	17	10.0	4.4	1.1
80-79	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.13	2.81	61	12	29	48	Arcilla	7.0	7.6	0.83	13.0	22	19	11.5	9.0	
79-84	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.38	2.13	49	14	22	62	Arcilla	7.0	7.6	0.70	11.0	23	18	10.0	9.5	
84-90	10 YR 5/3 pardo pálido	10 YR 3/6	1.19	6.45	69	12	24	64	Arcilla	7.0	7.6	0.47	10.0	24	14	11.5	9.0	
90-202	10 YR 5/3 pardo pálido	10 YR 3/6	1.21	2.13	52	32	10	58	Arcilla	8.0	7.6	0.84	12.0	31	17.0	14.0	27.0	
102-110	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.14	6.20	55	12	14	61	Arcilla	8.0	7.6	0.48	11.0	17	18	11.0	11.0	
110-120	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.14	2.11	53	14	20	46	Arcilla	8.1	7.9	0.44	11.0	22	17.0	14.0	27.0	
120-135	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.13	9.51	69	14	38	48	Arcilla	6.2	6.7	0.61	11.0	33	18.0	17.0	60.0	
135-144	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.13	9.41	47	16	31	53	Arcilla	6.2	7.6	0.40	11.0	31	24	14.0	13.0	
144-154	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.14	9.41	48	18	69	42	Arcilla	8.1	7.1	0.41	10.0	37	29	11.0	11.0	
154-164	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.10	2.47	46	14	34	52	Arcilla	8.0	7.9	0.41	11.0	23	18.0	14.0	23.0	
164-170	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.10	2.61	46	10	24	64	Arcilla	8.0	7.1	0.41	11.0	20	16	11.0	10.0	
170-180	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 1/6	1.14	2.14	67	18	26	56	Arcilla	6.1	7.6	0.41	14.0	27	18.0	10.0	12.0	
180-190	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 3/6	1.16	2.40	92	19	21	46	Arcilla	8.0	7.2	0.95	14.0	23	19	14.0	12.0	

GRAFICA No. 4



Los resultados de los análisis físicos y químicos del perfil No. V, se muestran en el cuadro No. V y la gráfica No. 5. El color en este perfil en seco en los primeros 20 cm es gris (10 YR 5/1), de 10-100 cm el color que predomina es el pardo amarillento claro (10 YR 6/4). En húmedo el color en los primeros 20 cm es gris muy oscuro (10 YR 3/1), de 20-100 cm el color que predomina es el pardo amarillento (10 YR 5/4, 5/6).

La densidad aparente varía de 0.95 a 1.1 g/cc manteniéndose más o menos homogénea a través del perfil.

La densidad real varía de 2.07 a 2.56 g/cc observándose que estos valores se distribuyen heterogéneamente a lo largo del perfil. La porosidad va de 41 a 49%.

La textura que predomina en los primeros 90 cm es la arcillosa, en los últimos 10 cm se tiene una textura de arcilla limosa. El porcentaje de arena varía de 4 a 20%, el de limo de 12 a 34% y el de arcilla de 44 a 72%.

El pH varía con agua de moderadamente ácido a alcalino 6.7 a 8.1 y con KCl de moderadamente ácido a ligeramente alcalino 6.6 a 7.8, notándose que estos valores aumentan conforme decrece la profundidad.

La C.I.C.T., va de 25.0 a 44.0 meq/100g, observándose que los valores decrecen conforme aumenta la profundidad.

La materia orgánica va de 0.45 a 6.71% observándose que esta decrece conforme aumenta la profundidad.

El calcio varía de 30 a 48 meq/100g, los valores más altos se encuentran en las últimas capas del perfil. El magnesio varía de 3.0 a 15.0 meq/100g, los valores más altos se encuentran entre los 20 y 70 cm. El potasio varía de 0.28 a 0.67 meq/100g, encontrándose los valores más altos en la superficie.

Los nitratos varían de 4.5 a 9.1 ppm, siendo el valor más alto el de la superficie.

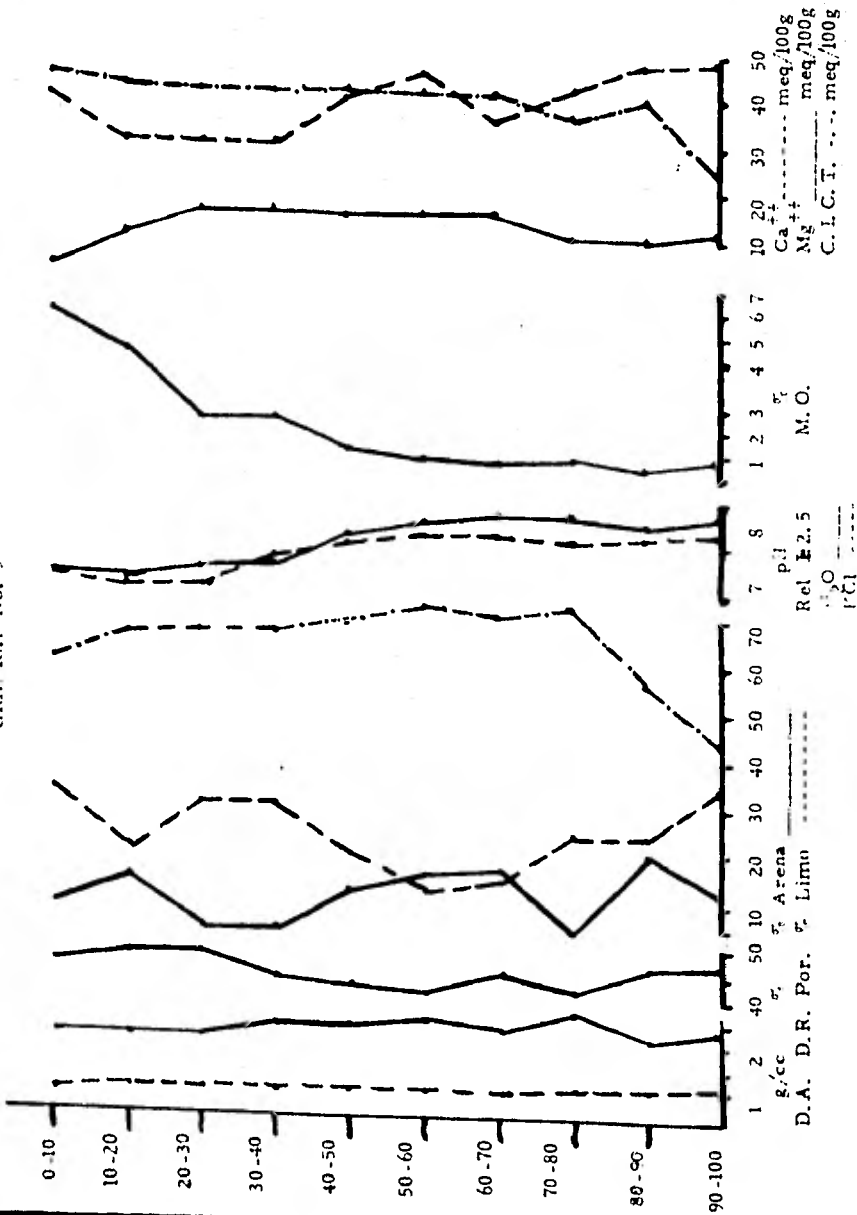
El fósforo varía de 5.4 a 275.0 ppm, observándose que los valores más altos se encuentran entre los 50 y los 100cm.

En base a los resultados obtenidos en el campo, laboratorio y gabinete este perfil se clasificó en el Orden Mollisol, Suborden Rendoll, Gran grupo Rendoll, Subgrupo Rendoll Entico.

CUADRO No. V  
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERFIL No. V  
 LOCALIZADO EN EL EJIDO TAMAPATZ, MUNICIPIO DE AGUISMON,  
 SAN LUIS POTOSI, A UNA ALTITUD DE 1100 m. s. n. m., DERIVADO DE  
 CALIZAS  
 TEMPERATURA MEDIA ANUAL. 24.8 C PRECIPITACION ANUAL. 2366 mm

PROFUNDIDAD (cm)	COLOR		D.A. g/cc	D.R. g/cc	POROSIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH H <sub>2</sub> O	C. L. C. T.		K <sup>+</sup> meq/100g	Mg <sup>++</sup> meq/100g	Ca <sup>++</sup> meq/100g	P M. ON-NO <sub>3</sub>		
	SECO	HUMEDO									meq/100g	meq/100g				ppm	%	ppm
0-10	10 YR 5/1 gris	10 YR 3/1 gris muy os.	0.95	2.07	46	8	32	60	Arcilla	6.8	6.8	44.0	.67	3	40	12.5	6.71	9.1
10-20	10 YR 5/1 gris	10 YR 3/1 gris muy os.	1.0	2.10	48	14	20	66	Arcilla	6.7	6.6	42.0	.46	10	30	7.1	5.09	4.5
20-30	10 YR 6/4 pardo amari- llento claro	10 YR 5/4 pardo ama- rillento	1.04	2.12	49	4	30	66	Arcilla	6.9	6.7	40.8	.29	15	30	5.4	2.19	7.3
30-40	10 YR 6/4 pardo amari- llento claro	10 YR 5/4 pardo ama- rillento	1.04	2.38	44	4	30	66	Arcilla	7.0	7.1	40.8	.29	15	30	9.8	2.23	9.1
40-50	10 YR 6/4 pardo amari- llento claro	10 YR 5/6 pardo ama- rillento	1.04	2.42	43	12	20	68	Arcilla	7.7	7.5	42.0	.29	14.2	40.5	12.5	1.06	6.8
50-60	10 YR 6/4 pardo amari- llento claro	10 YR 5/6 pardo ama- rillento	1.04	2.55	41	16	12	72	Arcilla	8.0	7.7	42.2	.29	15	45	275.0	0.74	4.5
60-70	10 YR 6/4 pardo amari- llento claro	10 YR 5/6 pardo ama- rillento	1.05	2.31	45	16	14	70	Arcilla	8.1	7.7	41.2	.28	15	35	250.0	0.61	
70-80	10 YR 6/4 pardo amari- llento claro	10 YR 5/6 pardo ama- rillento	1.07	2.56	42	4	24	72	Arcilla	8.1	7.6	35.8	.27	10	41	235.0	0.74	
80-90	10 YR 6/4 pardo amari- llento claro	10 YR 5/6 pardo ama- rillento	1.06	2.10	46	20	24	56	Arcilla	8.0	7.7	43.2	.33	10	47	205.0	0.45	
90-100	10 YR 6/4 pardo amari- llento claro	10 YR 5/6 pardo ama- rillento	1.10	2.32	47	12	34	44	Arcilla limosa	8.1	7.8	25.0	.35	11	48	220.0	0.74	

GRAFICA No. 5





Los resultados de los análisis físicos y químicos del perfil No. VI se muestran en el cuadro No. VI, gráfica No.6 El color en seco en éste perfil es de 0-10 cm pardo grisáceo (10 YR 5/2), de 10-30 cm pardo pálido (10 YR 6/3), de 30-50 cm el color es pardo pálido (10 YR 5/3) y de 50-100 cm el color que predomina es el pardo amarillento claro (10 YR 6/4). En húmedo se tiene un color pardo muy oscuro en los primeros 10 cm (10 YR 2/2), pardo oscuro en los siguientes 20 cm (10 YR 3/3), de 30 a 40 cm se tiene un color pardo oscuro (10 YR 4/3), de 40-50 cm pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), en los siguientes 60 cm se tiene un color pardo amarillento oscuro (10 YR 5/6, 4/4).

La densidad aparente varía de 0.83 a 0.99 g/cc encontrándose los valores más bajos en las primeras capas del perfil.

La densidad real varía de 1.98 a 2.49 g/cc. La porosidad varía de 37 a 43%, distribuyéndose estos valores heterogéneamente a través del perfil.

La textura en los primeros 10 cm es migajón arcillo limoso, en los siguientes 10 cm la textura es arcilla limosa, luego predomina la textura arcillosa a lo largo del perfil. El porcentaje de arena va de 0 a 28%, el de limo de 20 a 44% y el de arcilla de 38 a 70%.

El pH en agua varía de 4.6 a 6.9 y con KCl de 4.1 a 6.7, observándose que los valores decrecen conforme aumenta la profundidad.

La C.I.C.T. varía de 22.6 a 34 meq/100 g, observándose que se mantiene más o menos heterogéneo a lo largo del perfil.

La materia orgánica va de 0.45 a 7.03%, decreciendo esta a lo largo del perfil.

El calcio varía de 17.0 a 27.6 meq/100g, encontrándose los valores más altos en los primeros centímetros. El magnesio varía de 5.0 a 14.4 meq/100g encontrándose los valores más altos en los primeros centímetros, disminuyendo luego conforme decrece la profundidad. El potasio varía de 0.21 a 0.29 meq/100g, observándose que estos aumentan con la profundidad.

Los nitratos varían de 11.4 a 36.4 ppm, siendo los valores más altos los de la primera capa.

El fósforo va de 9.8 a 13.4 ppm, se distribuyen heterogéneamente a lo largo del perfil.

Con base a los resultados obtenidos en el campo, laboratorio y gabinete este perfil se clasificó en el Orden Vertisol, Suborden Uderts, Gran grupo Chromuderts, Subgrupo Entico.

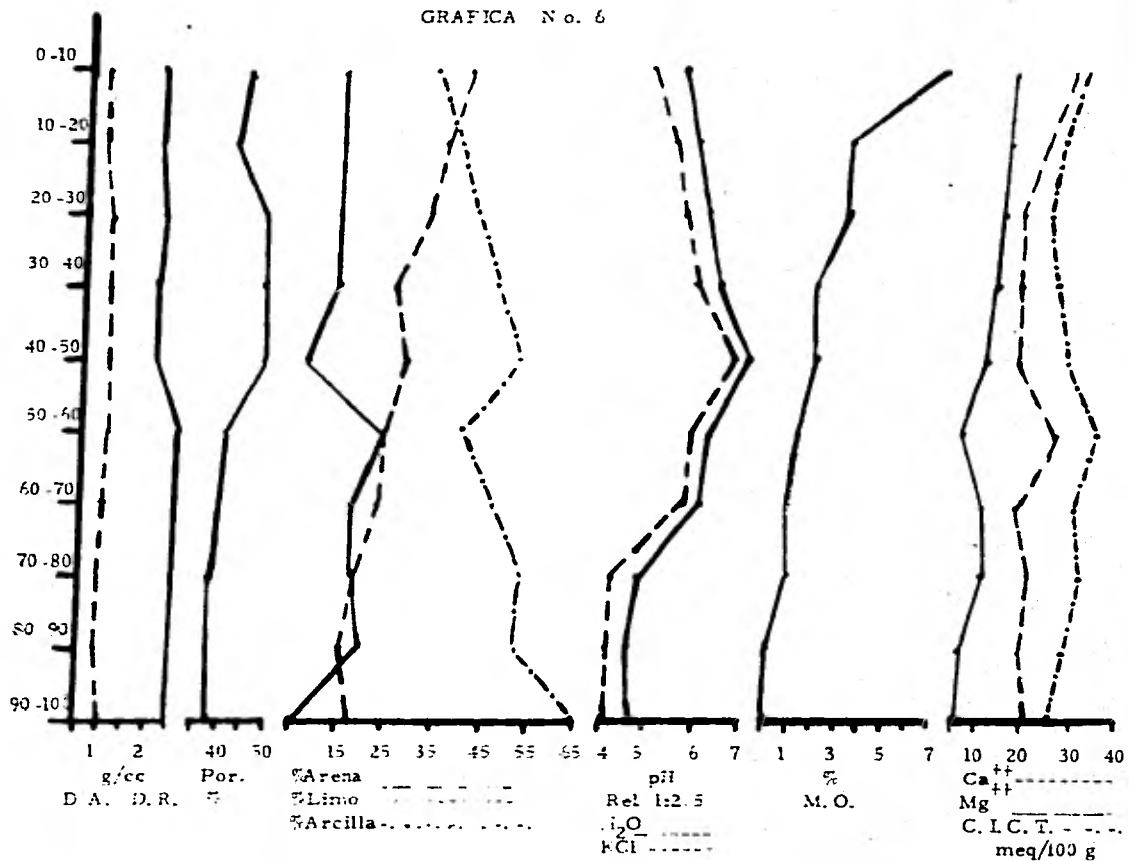
CUADRO No. VI  
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERFIL No. VI  
 LOCALIZADO EN EL EJIDO DE MOUAT, MUNICIPIO DE AQUISMÓN,  
 SAN LUIS POTOSÍ, A UNA ALTITUD DE 1000 m. s. n. m., DERIVADO DE  
 CALIZAS

TEMPERATURA MEDIA ANUAL 24.0C

PRECIPITACION ANUAL 2366 mm

PROFUNDIDAD (cm)	COLOR		D.A. g/cc	D.R. g/cc	POROSIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH	M. O.		C. I. C. T. meq/100g	K <sup>+</sup> meq/100g	Mg <sup>++</sup> meq/100g	Ca <sup>++</sup> meq/100g	P ppm	N-NO <sub>3</sub> ppm
	SECO	HUMEDO									H <sub>2</sub> O	KCl						
0-10	10 YR 5/2 pardo gris ceo	10 YR 2/2 pardo muy osc.	0.85	1.95	43	18	44	38	M. arcillo limoso	5.5	4.8	7.03	29.4	.21	14.4	27.6	25.8	36.4
10-20	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 3/3 pardo osc.	0.83	2.05	41	18	40	42	Arcilla limosa	5.8	5.3	3.14	24.4	.21	14.1	22.5	12.5	15.9
20-30	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 3/3 pardo osc.	0.97	2.09	47	18	36	46	Arcilla	6.0	5.6	2.98	22.6	.25	13.0	17.0	9.8	13.7
30-40	10 YR 5/3 pardo pálido	10 YR 4/3 pardo osc.	0.97	2.05	47	18	30	52	Arcilla	6.3	5.8	1.71	24.2	.23	11.8	17.2	14.3	11.4
40-50	10 YR 5/3 pardo pálido	10 YR 3/2 pardo gri- sáceo muy os.	0.96	2.01	48	12	32	56	Arcilla	6.9	6.7	1.71	28.0	.28	10	17.0	11.6	11.4
50-60	10 YR 6/4 pardo ama- rillento claro	10 YR 5/6 pardo ama- rillento osc.	0.99	2.47	40	28	28	44	Arcilla	6.2	5.8	1.06	34.0	.29	5.0	25.0	10.7	11.4
60-70	10 YR 6/4 pardo ama- rillento claro	10 YR 4/4 pardo ama- rillento osc.	0.98	2.49	39	22	26	52	Arcilla	6.0	5.7	0.74	30.4	.23	10.0	17.0	9.8	
70-80	10 YR 6/4 pardo ama- rillento claro	10 YR 4/4 pardo ama- rillento osc.	0.92	2.49	37	22	22	55	Arcilla	4.8	4.2	0.74	31.2	.25	10.0	19.0	13.4	
80-90	10 YR 6/4 pardo ama- rillento claro	10 YR 4/4 pardo ama- rillento osc.	0.94	2.49	38	24	20	56	Arcilla	4.6	4.1	0.45	27.4	.27	6.0	19.0	10.7	
90-100	10 YR 6/4 pardo ama- rillento claro	10 YR 4/4 pardo ama- rillento osc.	0.99	2.53	39	8	22	70	Arcilla	4.9	4.1	0.45	25.4	.28	5.0	20.0	16.9	

GRAFICA N o. 6



Los resultados de los análisis físicos y químicos del perfil No. VII se muestran en el cuadro No. VII y la gráfica No. 7. En éste perfil se tienen en seco colores pardo pálido de 0-20 y 50-60 cm (10 YR 6/3), de 20-50 cm el color es pardo (10 YR 5/3), de 60 a 110 cm el color que predomina es el pardo amarillento claro (10 YR 6/4). En húmedo se tienen colores pardo muy oscuro en los primeros 20 cm (10 YR 2/2), de 20-50 cm pardo oscuro (10 YR 3/3), de 50-110 cm el color que predomina es el pardo oscuro amarillento (10 YR 3/4, 3/6).

La densidad aparente varía de 0.79 a 0.90 g/cc, observándose que los valores aumentan ligeramente en las últimas capas.

La densidad real varía de 2.07 a 2.38 g/cc. La porosidad varía de 35 a 38%.

La textura que predomina es la arcillosa a lo largo del perfil. El porcentaje de arena varía de 8 a 20%, el de limo de 26 a 36%, el de arcilla de 54 a 62%.

El pH en agua varía de 5.4 a 6.5 y con KCl de 5.1 a 5.9 observándose un ligero aumento conforme decrece la profundidad.

La materia orgánica varía de 1.26 a 4.76%, notándose que los valores más altos se encuentran en la superficie.

El calcio varía de 7.8 a 18.3 meq/100 g disminuyendo estos valores conforme decrece la profundidad. El magnesio va de 1.2 a 4.8 meq/100g, estos valores disminuyen conforme aumenta la profundidad. El potasio varía de 0.13 a 0.22 meq/100 g, disminuyendo estos valores conforme decrece la profundidad.

Los nitratos varían de 11.4 a 26.1 ppm, siendo los valores más altos los de los primeros centímetros.

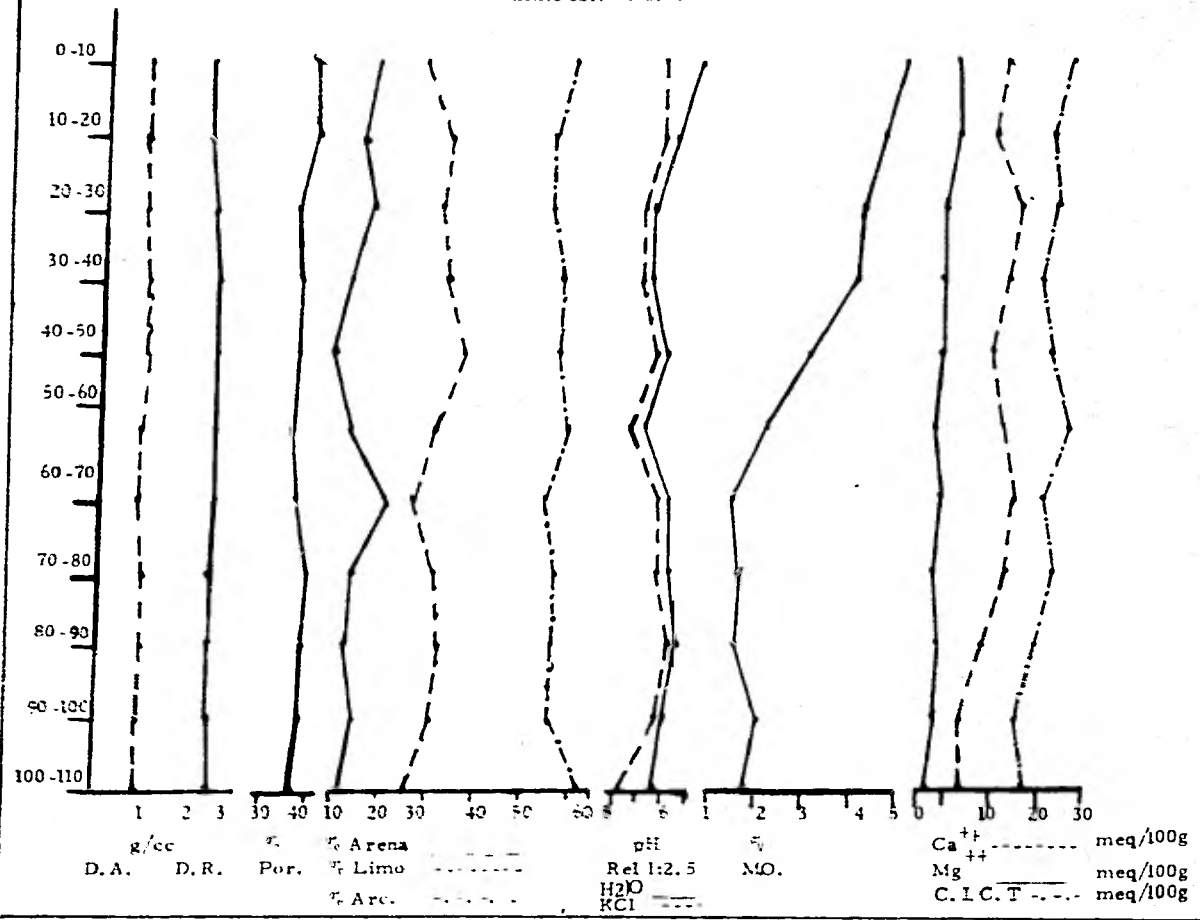
El fósforo varía de 6.2 a 11.6 ppm, distribuyéndose heterogéneamente a lo largo del perfil.

Con base en los resultados obtenidos en el campo, laboratorio, y gabinete este perfil se clasificó en el Orden Vertical, Suborden Uderts, Gran grupo Chromouderts, Subgrupo Entico.

CUADRO No. VII  
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERFIL No. VII  
 LOCALIZADO EN LA FINCA "LOS CAFETALES", MUNICIPIO DE XILITLA,  
 SAN LUIS POTOSI, A UNA ALTITUD DE 700 m. s. n. m., DERIVADO DE CALIZAS  
 TEMPERATURA MEDIA ANUAL 22.5 °C PRECIPITACION ANUAL 3140 mm

PROFUNDIDAD (cm)	COLOR		D.A. g/cc	D.R. g/cc	POROSIDAD %	ARENA LIMO ARCILLA			TEXTURA	pH		M.O. %	C.I.C.T. meq/100 g	K+ meq/100 g	Mg <sup>++</sup> meq/100 g	Ca <sup>++</sup> meq/100 g	P ppm	N-NO <sub>3</sub> ppm
	SECO	HUMEDO				%	%	%		H <sub>2</sub> O	KCl							
0-10	10YR 6/3 pardo pálido	10 YR 2/2 pardo muy oscuro	0.79	2.07	38	16	26	58	Arcilla	6.5	5.7	4.76	29.0	.25	4.2	14.4	8.9	26.1
10-20	10YR 6/3 pardo pálido	10 YR 2/2 pardo muy oscuro	0.81	2.10	39	14	32	54	Arcilla	6.0	5.8	4.44	24.7	.18	4.8	13.2	7.3	20.5
20-30	10 YR 5/3 pardo	10 YR 3/3 pardo osc.	0.81	2.34	35	16	30	54	Arcilla	5.5	5.5	3.96	25.6	.21	2.4	18.0	8.0	18.2
30-40	10 YR 5/3 pardo	10 YR 3/3 pardo osc.	0.84	2.36	36	12	32	56	Arcilla	5.5	5.5	3.88	23.2	.25	2.4	15.6	6.2	12.5
40-50	10 YR 5/3 pardo	10 YR 3/3 pardo osc.	0.84	2.38	36	8	36	56	Arcilla	5.9	5.7	2.90	24.8	.22	2.0	13.0	10.7	12.5
50-60	10 YR 6/3 pardo pálido	10 YR 3/4 pardo oscuro amarillento	0.82	2.35	35	12	30	58	Arcilla	5.4	5.2	2.04	28.6	.15	1.2	14.4	10.7	11.4
60-70	10 YR 5/4 pardo amarillento	10 YR 3/4 pardo oscuro amarillento	0.84	2.35	36	20	26	54	Arcilla	6.0	5.9	1.26	24.4	.18	2.4	16.0	10.7	
70-80	10 YR 5/4 pardo amarillento	10 YR 3/4 pardo oscuro amarillento	0.90	2.34	38	14	30	56	Arcilla	6.0	5.9	1.47	26.4	.18	1.2	15.6	7.1	
80-90	10 YR 6/4 pardo amarillento claro	10 YR 3/6 pardo oscuro amarillento	0.87	2.32	38	12	32	56	Arcilla	6.2	6.1	1.48	23.2	.22	1.8	12.0	6.2	
90-100	10 YR 6/4 pardo amarillento claro	10 YR 3/6 pardo oscuro amarillento	0.90	2.35	38	14	30	56	Arcilla	6.0	5.8	1.97	20.4	.13	1.8	7.9	10.7	
100-110	10 YR 6/4 pardo amarillento claro	10 YR 3/6 pardo oscuro amarillento	0.88	2.37	37	12	26	62	Arcilla	5.9	5.1	1.76	21.8	.15	1.2	7.8	11.6	

GRAFICA No. 7





Los resultados de los análisis físicos y químicos del perfil VIII, se muestran en el cuadro No. VIII, gráfica No.8. Como se puede observar el color en seco es de 0-10 cm pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2), de 10-30 cm se tienen tonalidades gris ligeramente pardo (10 YR 6/2) y de 30-50 cm se tiene un color gris claro (10 YR 7/1). En húmedo de 0-20 cm se tiene un color pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), de 20-30 cm pardo (10 YR 4/3) y de 30-50 cm se tiene un color gris pardo claro (10 YR 6/2).

La densidad aparente va de 0.91 a 1.10 g/cc notándose un ligero aumento con la profundidad. La densidad real varía de 2.17 a 2.42 g/cc. La porosidad varía de 42 a 45%, observándose que estas aumentan conforme aumenta la profundidad.

La textura que predomina es el migajón arcilloso a excepción de la capa de 30-40 cm en la que se tiene una textura de migajón arcillo arenoso. El porcentaje de arena varía de 28 a 46%, el de limo de 22 a 36%, y el de arcilla de 32 a 36%.

El pH en agua varía de 5.5 a 6.9 y con KCl de 4.7 a 5.9 siendo los valores más altos los de la primera capa.

Los datos de C.I.C.T. varían de 21.4 a 31.4 meq/100g observándose que estos disminuyen conforme aumenta la profundidad.

El calcio varía de 8.0 a 31.4 meq/100g es heterogéneo a través del perfil. Los valores de magnesio van de 4.8 a 8.4 meq/100g notándose un aumento en la última capa. El potasio va de 0.11 a 0.28 meq/100 g disminuyendo estos valores en las últimas capas.

La materia orgánica varía de 0.42 a 6.16% observándose que los valores más bajos se encuentran en las últimas capas.

Los nitratos varían de 4.5 a 15.9 ppm, siendo los valores más altos los de las primeras capas, luego éstos disminuyen.

El fósforo varía de 9.8 a 12.5 observándose una disminución conforme aumenta la profundidad.

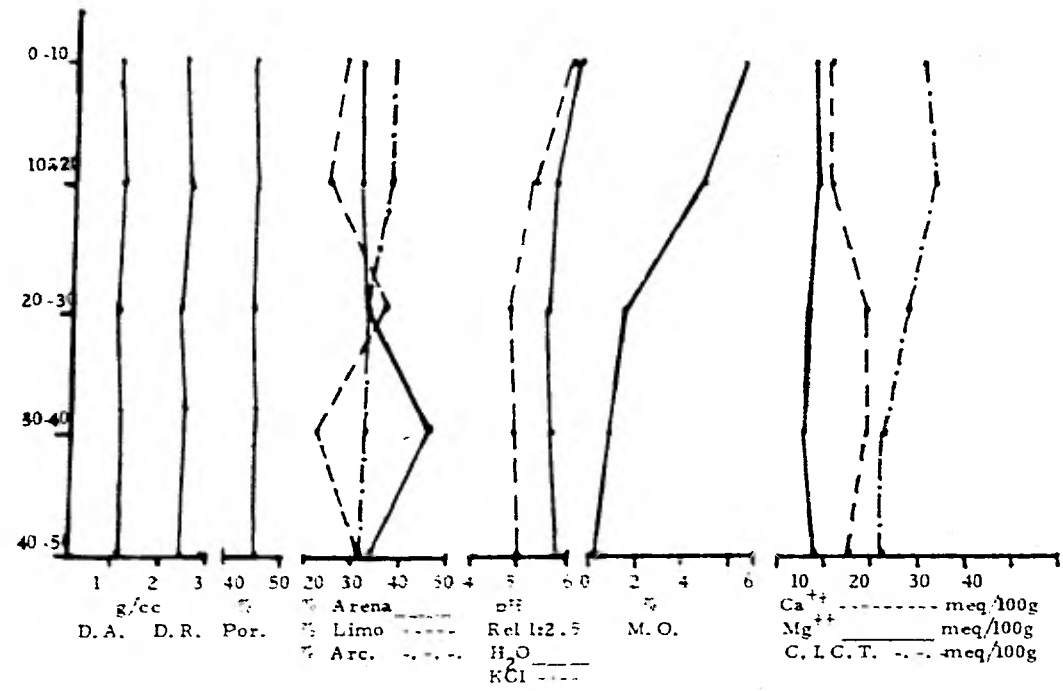
De acuerdo a los resultados obtenidos en el campo, laboratorio y gabinete este perfil se clasificó en el Orden Entisol, Suborden Orthent, Gran grupo Tropoorthent, Subgrupo Típico.

CUADRO No. VIII  
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERFIL No. VIII  
 LOCALIZADO EN LA COMUNIDAD CHOY, MUNICIPIO DE XILITLA,  
 SAN LUIS POTOSI, A UNA ALTITUD DE 800 m. s. n. m., DERIVADO DE  
 ARENISCA CALCAREA

TEMPERATURA MEDIA ANUAL 22.5 °C PRECIPITACION TOTAL 3140 mm

PROFUNDIDAD (cm)	COLOR		D. A. g/cc	D. R. g/cc	POROSIDAD %	ARENA %	LEMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH		M. O. %	C. L. C. T. meq/100 g	K <sup>+</sup> meq/100g	Mg <sup>++</sup> meq/100g	Ca <sup>++</sup> meq/100g	P ppm	N-NO <sub>3</sub> ppm
	SECO	HUMEDO								H <sub>2</sub> O	KCl							
0-10	10 YR 4/2	10 YR 3/2 pardo grisá - pardo grisá ceo osc. ceo muy os.	0.91	2.17	42	28	26	36	M. arcilloso	6.0	5.9	6.16	28.4	.27	5	8	12.5	15.9
10-20	10 YR 6/2	10 YR 3/2 gris ligera - pardo grisá mente pardo ceo muy os.	1.02	2.36	43	30	24	36	M. arcilloso	5.6	5.2	4.23	31.4	.28	5.9	8.9	10.7	6.8
20-30	10 YR 6/2	10 YR 4/3 gris ligera - pardo mente pardo	1.02	2.35	43	32	36	32	M. arcilloso	5.5	4.7	1.12	26.2	.15	4.8	16.8	7.1	6.8
30-40	10 YR 7/2	10 YR 6/2 gris claro gris pardo claro	1.05	2.37	44	46	22	32	M. arcillo arenoso	5.6	4.8	0.78	21.4	.12	4.8	18.0	10.7	5.7
40-50	10 YR 7/1	10 YR 6/2 gris claro gris pardo claro	1.10	2.42	45	34	32	32	M. arcilloso	5.8	4.7	0.42	21.8	.11	8.4	14.4	9.8	4.5

GRAFICA No. 8



Los resultados del perfil No. IX se muestran en el cuadro No. IX y la gráfica No. 9. Como se puede observar el color que domina en seco es el pardo oscuro (10 YR 3/3) a lo largo de todo el perfil. En húmedo el color dominante es el pardo muy oscuro (10 YR 2/2).

La densidad aparente varía de 0.83 a 1.0 g/cc, considerándose valores bajos.

La densidad real varía de 1.98 a 2.48 g/cc distribuyéndose heterogéneamente a través del perfil. La porosidad varía de 37 a 44% manteniéndose en condiciones de regular y baja porosidad.

La textura que se tiene es de arcilla de 0-20 cm, 40-50 70-80, 90-130 cm y de migajón arcilloso de 20-40, 50-70, 80-90 cm, y 130-140 cm. El porcentaje de arena va de 20 a 42%, el de limo de 22 a 44% y el de arcilla de 30 a 44%.

El pH varía en agua de 5.7 a 6.1 y con  $KCl$  de 5.4 a 5.9 aumentando estos valores conforme la profundidad.

Los datos de C.I.C.T. van de 25.8 a 33.8 meq/100g aumentando éstos conforme aumenta la profundidad.

La materia orgánica varía de 0.90 a 5.40% notándose una disminución en las últimas capas.

El calcio varía de 15.6 a 30.0 meq/100g aumentando este

conforme la profundidad. El magnesio va de 4.0 a 9.6 meq/100g disminuyendo estos valores en las últimas capas. El potasio varía de 0.11 a 0.22 meq/100g encontrándose los valores más altos en las últimas capas.

Los nitratos varían de 11.4 a 20.5 observándose que los valores más altos se encuentran en la superficie y disminuyen con la profundidad.

El fósforo varía de 5.4 a 12.5 manteniéndose heterogéneo a lo largo del perfil.

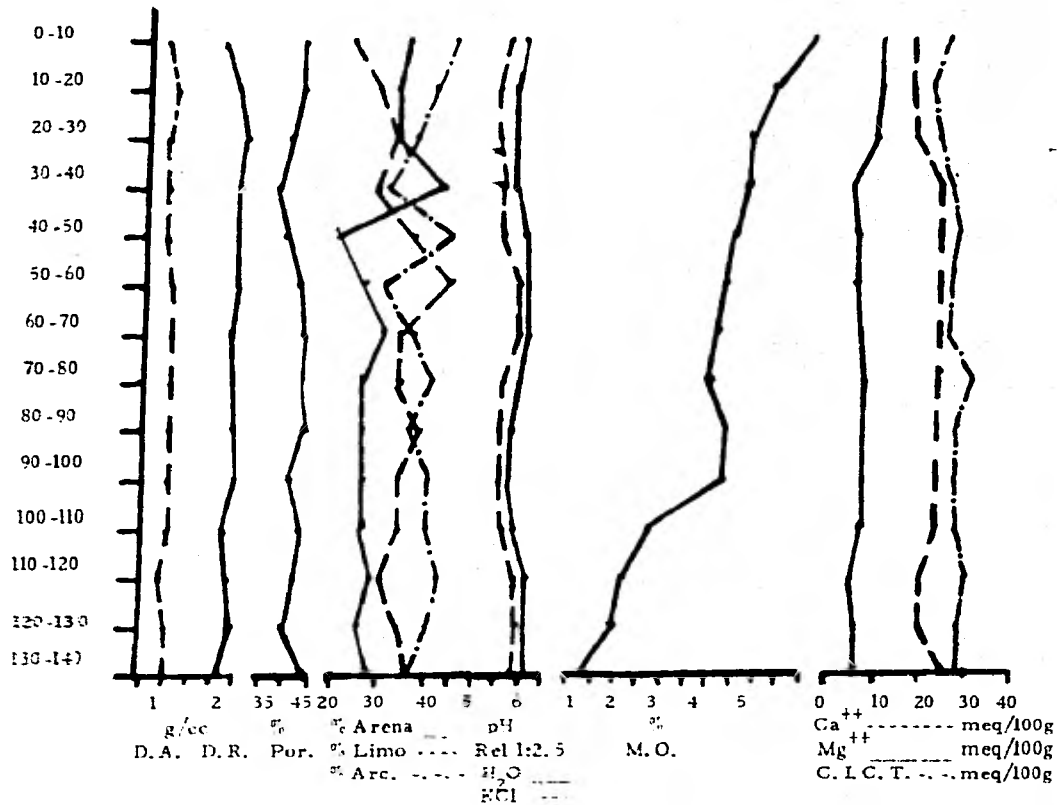
En base a los resultados obtenidos en el campo, laboratorio y gabinete este perfil se clasificó en el Orden Vertisol, Suborden Uderts, Gran grupo Chromouderts, Subgrupo Típico.

CUADRO NO. IX  
 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL PERFIL No. IX  
 LOCALIZADO EN LA FINCA CHOCOY, MUNICIPIO DE XILITLA, SAN  
 LUIS POTOSÍ, A UNA ALTITUD DE 900 m. s. n. m., DERIVADO DE CALIZAS  
 Y ARENEGAS CALCÁREAS

TEMPERATURA MEDIA ANUAL 22.5 °C PRECIPITACION ANUAL 3180 mm

PROFUNDIDAD (cm)	COLOR		D. A. g/cc	D. R. g/cc	POPOSIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH		M. O. %	C. L. C. T. meq/100g	K <sup>+</sup> meq/100g	Mg <sup>++</sup> meq/100g	Ca <sup>++</sup> meq/100g	P ppm	N-NO <sub>3</sub> ppm
	SECO	HUMEDO								H <sub>2</sub> O	KCL							
0-10	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.83	19.8	42	34	22	44	Arcilla	5.9	5.6	5.46	29.2	.15	9.6	15.6	8.0	20.5
10-20	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.98	2.33	42	32	28	40	Arcilla	5.7	5.4	4.75	25.8	.11	9.6	15.6	6.2	15.9
20-30	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.95	2.48	39	32	32	36	Migajón arcilloso	5.7	5.4	4.22	27.4	.12	9.0	17.0	8.0	15.9
30-40	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.89	2.43	37	42	28	30	Migajón arcilloso	5.7	5.5	4.20	28.6	.15	4.0	23.0	5.4	12.5
40-50	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.93	2.37	39	20	36	44	Arcilla	5.9	5.5	3.88	30.6	.15	8.0	23.0	5.4	11.4
50-60	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	1.0	2.39	42	26	44	30	Migajón arcilloso	6.0	5.9	3.8	29.6	.18	4.8	22.8	4.5	11.4
60-70	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.99	2.30	43	30	34	36	Migajón arcilloso	6.0	5.9	3.6	35.2	.15	6.0	23.0	6.2	
70-80	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	1.0	2.30	43	26	34	40	Arcilla	5.9	5.6	3.5	32.4	.15	7.0	23.0	5.4	
80-90	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.99	2.26	44	26	38	36	Migajón arcilloso	5.7	5.5	3.8	31.8	.15	7.0	23.0	10.7	
90-100	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	1.0	2.45	41	26	34	40	Arcilla	5.7	5.5	3.8	31.6	.18	7.0	23.0	9.8	
100-110	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.97	2.24	43	26	34	40	Arcilla	5.8	5.6	2.2	33.8	.18	7.0	23.0	12.5	
110-120	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.94	2.26	42	28	30	42	Arcilla	6.1	5.9	1.7	32.6	.21	5.0	25.0	8.0	
120-130	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.96	2.38	40	26	34	40	Arcilla	6.1	5.9	1.5	32.2	.22	6.0	25.0	5.4	
130-140	10 YR 3/3 pardo os.	10 YR 2/2 pardo muy osc.	.98	2.23	44	28	36	36	Migajón arcilloso	6.1	5.9	0.90	33.0	.18	6.0	30.0	7.1	

GRAFICA No. 9





Los resultados de los análisis físico-químicos del perfil No. X se muestran en el cuadro No. X y la gráfica No. 10. Como se puede observar el color en seco es de 0-80 cm pardo fuerte (7.5 YR 5/6), de 80-120 cm amarillo rojizo (7.5 YR 6/4, 6/6), de 120-130 cm pardo fuerte (7.5 YR 5/4), de 130-150 cm pardo (7.5 YR 5/2). En húmedo el color que predomina en los primeros 120 cm es el rojo amarillento (7.5 YR 6/6). de 120-150 cm pardo fuerte (7.5 YR 4/6).

La densidad aparente varía de 0.84 a 0.99 g/cc distribuyéndose heterogéneamente a través del perfil.

La densidad real varía de 2.18 a 2.49 g/cc. La porosidad varía de 35 a 43%.

La textura que predomina a través del perfil es la arcillosa. El porcentaje de arena varía de 6 a 24%, el de limo de 13 a 24% y el de arcilla de 52 a 76%.

El pH con agua varía de 4.3 a 5.8 y con KCl va de 3.9 a 5.2.

Los datos de C.I.C.T., varían de 19.4 a 20.2 meq/100g, encontrándose que estos se distribuyen heterogéneamente a lo largo del perfil.

La materia orgánica varía de 0.16 a 2.11% siendo los valores más altos los de las primeras capas.

El calcio varía de 9.9 a 18.6 meq/100g, observándose los

valores más altos en las últimas capas. El magnesio varía de 3.6 a 13.3 meq/100 g, notándose que estos se distribuyen heterogéneamente a través del perfil. El potasio varía de 0.12 a 0.28 meq/100 g encontrándose que estos valores disminuyen conforme decrece la profundidad.

Los nitratos varían de 11.4 a 15.9 ppm, los valores más altos se encuentran en la capa superficial.

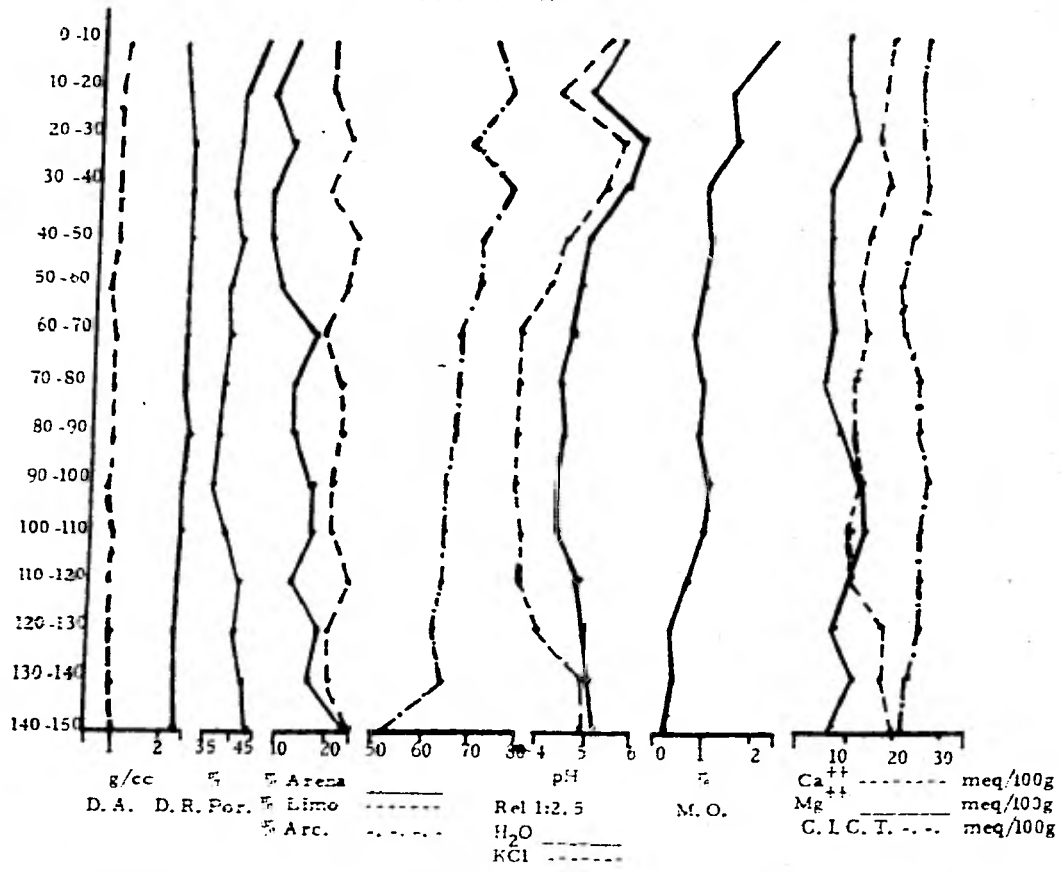
El fósforo varía de 0.9 a 10.7 ppm, los cuales se distribuyen heterogéneamente a través del perfil.

Con base a los resultados obtenidos en el campo, laboratorio y gabinete este grupo se clasificó en el Orden Oxisol, Suborden Orthox, Gran grupo Eutroorthox, Subgrupo Típico.

CUADRO No. X  
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERSIL No. X  
 LOCALIZADO EN LA COMUNIDAD TOSTLA, MUNICIPIO DE SUSTILA  
 SAN LUIS POTOSI, A UNA ALTITUD DE 600 M.S.N.M., HIRAPAGO DE  
 CALIFAS Y LUTIAS  
 (Continúa en la página 22,5 de este informe)

PROFUNDIDAD (cm)	COLORES SECO HUMEDO	D. A. g/100	D. B. g/100	MOISTURAS %	ARENAS %	ARCILLAS %	TEXTURA	pH	10 <sup>6</sup> H <sub>2</sub> O FCI	10 <sup>6</sup> h	C. I. C. T. mg/100g	P <sup>2</sup> mg/100g	Mg <sup>2+</sup> mg/100g	Ca <sup>2+</sup> mg/100g	P <sup>3+</sup> ppm	N <sub>2</sub> (NH <sub>3</sub> ) ppm
0-10	T. S. YB 5/4 T. S. YB 4/6 pardo (seco, rojo amarr.) rojo llento	.70	1.10	44	14	10	72	Arquilla	5.4	1.2	1.11	13.0	.23	7.0	16.0	5.4 16.9
10-20	T. S. YB 5/4 T. S. YB 4/6 pardo (seco, rojo amarr.) rojo llento	.71	1.19	40	8	10	74	Arquilla	6.8	4.1	1.27	23.0	.43	7.0	16.0	6.2 16.7
22-33	T. S. YB 5/4 T. S. YB 4/6 pardo (seco, rojo amarr.) rojo llento	.84	2.44	38	10	22	68	Arquilla	5.8	1.9	1.41	23.5	.28	9.0	16.0	7.1 11.2
37-43	T. S. YB 5/4 T. S. YB 4/6 pardo (seco, rojo amarr.) rojo llento	.52	1.41	18	8	16	76	Arquilla	3.4	3.2	0.78	23.5	.14	4.0	16.0	7.4 11.3
45-53	T. S. YB 5/4 T. S. YB 4/6 pardo (seco, rojo amarr.) rojo llento	.95	2.54	45	8	24	78	Arquilla	3.8	4.3	0.91	10.3	.14	1.8	12.0	6.6 21.7
55-59	T. S. YB 5/4 T. S. YB 4/6 pardo (seco, rojo amarr.) rojo llento	.85	2.16	37	8	22	70	Arquilla	4.7	4.0	0.81	19.4	.23	4.0	10.0	8.3 11.4
60-70	T. S. YB 5/4 T. S. YB 4/6 pardo (seco, rojo amarr.) rojo llento	.84	2.59	35	16	10	74	Arquilla	3.5	3.9	1.14	27.4	.21	6.8	12.0	10.3
70-80	T. S. YB 5/4 T. S. YB 4/6 pardo (seco, rojo amarr.) rojo llento	.47	2.43	13	12	21	66	Arquilla	4.2	3.7	0.74	23.4	.28	4.0	10.0	4.5
81-90	T. S. YB 4/4 T. S. YB 4/4 amarillo rojizo rojo llento	.83	2.45	31	12	23	64	Arquilla	4.4	5.7	0.84	28.2	.31	7.3	9.5	6.2
90-100	T. S. YB 4/4 T. S. YB 4/4 amarillo rojizo rojo llento	.93	2.45	31	14	20	66	Arquilla	4.3	6.4	0.99	24.2	.22	12.0	12.0	4.5
105-115	T. S. YB 4/4 T. S. YB 4/4 amarillo rojizo rojo llento	.97	2.48	34	16	20	64	Arquilla	6.4	4.0	0.91	24.8	.21	15.1	9.5	0.5
110-120	T. S. YB 4/4 T. S. YB 4/4 amarillo rojizo rojo llento	.97	2.28	41	12	24	64	Arquilla	4.3	4.4	0.42	33.0	.14	10.0	10.0	4.4
125-135	T. S. YB 5/4 T. S. YB 4/6 pardo llento a llento	.71	2.20	45	18	20	62	Arquilla	4.3	4.0	0.83	15.0	.16	7.2	16.4	6.2
137-147	T. S. YB 5/2 T. S. YB 4/6 pardo amarillo rojizo	.96	2.20	41	14	10	76	Arquilla	5.0	4.4	0.81	21.4	.12	10.2	16.7	8.4
149-155	T. S. YB 5/2 T. S. YB 4/6 pardo rojizo	.98	2.29	41	24	24	52	Arquilla	5.1	4.8	0.71	21.0	.18	7.4	18.2	4.5

GRAFICA No. 10



## VIII DISCUSION

Con los resultados obtenidos en el laboratorio se puede observar que los colores en la mayoría de los perfiles van desde tonalidades grises oscuras a tonalidades pardo pálidas, pardo amarillentas pasando por tonos más fuertes de pardo (10 YR 5/1 a 10 YR 5/4). En húmedo en general los colores se oscurecen; a excepción del perfil 1) que presenta tonalidades rojizas y amarillentas (7.5 YR 6/6, 6/4).

Los colores oscuros se deben principalmente a la formación de complejos organominerales entre la materia orgánica y la fracción arcillosa del suelo por un proceso conocido como melanización, además de la formación de compuestos humo-carbonatados debido a la naturaleza calcárea de las rocas parentales.

Los colores amarillos y rojizos obedecen principalmente a procesos de rubefacción que consisten en la oxidación e hidratación de los diversos minerales ferricos.

Las texturas predominantes son las arcillosas, las de migajón arcilloso. Las texturas migajosas se presentan generalmente en las partes superficiales de los perfiles y conforme aumenta la profundidad el contenido de arcillas también aumenta. Esto se debe a que la materia orgánica mejora la estructura y la textura del suelo en las capas superficiales proporcionándole una mayor porosidad, conforme aumenta la pro

fundidad la porosidad decrece.

De las bases intercambiables ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ), el calcio domina en el complejo de intercambio seguido por el magnesio y por último el potasio. En las zonas planas o de poca pendiente los contenidos de calcio y magnesio son muy elevados, y en general aumentan con la profundidad. En las zonas de pendiente regulares a fuertes aunque el calcio sigue dominando el complejo de intercambio su contenido es menor.

La dominancia del calcio se debe a que las rocas calizas aportan gran cantidad de ésta base al suelo.

En los perfiles 6,7,8,9 y 10 el contenido de fósforo es mediano, en los demás perfiles en las capas más profundas del suelo alcanza proporciones muy elevadas, esto puede deberse a la fijación de fósforo por parte de las calizas y a la deposición y remplazamiento del fósforo en las cavidades de las rocas formando rocas fosfóricas del tipo de las apatitas.

Los contenidos de materia orgánica en general son buenos y se observa que éstos decrecen conforme aumenta la profundidad. En los suelos que presentan características verticales la materia orgánica se distribuye más homogéneamente a lo largo del perfil debido al movimiento de materiales de la superficie hacia abajo por las grietas formadas en el suelo durante la época seca.

En cuanto al pH se observa que los perfiles situados a menores alturas sobre el nivel del mar (200 y 500 m) y en condiciones de poca pendiente los pH tienden a ser alcalinos conforme aumenta la profundidad, mientras que en las partes de mayor altura (600-1100 m) y pendientes los pH tienden a ser más bien ácidos.

Esto se debe a que por efecto de las altas precipitaciones, en las regiones montañosas se lleva a cabo un lavado de bases. En las zonas más bajas y planas ocurre una acumulación trayendo como consecuencia los pH alcalinos en estos suelos.

En los suelos vérticos las C.I.C.T. son altas debido a la presencia de arcillas 2:1 del tipo de las smectitas y a la presencia de materia orgánica y altos contenidos de calcio.

En general podemos ver que aunque las condiciones ambientales y los niveles de nutrientes en el suelo y las otras propiedades físico-químicas de los mismos no son las óptimas para el cultivo del café este puede desarrollarse adecuadamente y dar rendimientos elevados. En las zonas de mayor producción los rendimientos llegan a ser hasta de 1 tonelada y media por hectárea y en las zonas menos productivas de 500 Kg/Ha/año.

## IX CONCLUSIONES

Uno de los objetivos de éste trabajo fué establecer el efecto de la variación climática, altitudinal y topográfica en la evolución y morfogénesis de suelos derivados de rocas sedimentarias de origen marino; pudiendose observar que el factor de mayor trascendencia en la morfogénesis de éstos suelos es la topografía, ya que las variaciones altitudinales y climáticas son relativamente de poca trascendencia. El principal efecto notado es que en zonas de pendiente pronunciada los suelos presentan pH ácidos debido al lavado de bases, con contenidos de materia orgánica bajos y colores rojizos o pardos claros debidos a la oxidación de los minerales del suelo producida por las altas precipitaciones y temperaturas dando lugar a suelos que pueden considerarse oxisólicos.

En zonas de pendientes suaves el lavado de bases es menor y los pH son ligeramente ácidos en la superficie y alcalinos a mayor profundidad. La naturaleza de la roca madre nos da lugar a la formación de gran cantidad de minerales arcillosos y a complejación de la materia orgánica con éstas arcillas y con el calcio, dando lugar a suelos del tipo de los Lu lisoles como es el caso de los suelos clasificados dentro del Suborden Rendoll también conocidos como rendzinas o suelos humocarbonatados pardos calizos, que presentan un epipedón oscuro rico en bases y no mayor de 50 cm de grueso y más de 35% de arcilla en los horizontes de más de 50 cm de profundidad.



En las zonas planas por procesos de acarreo, acumulación de minerales arcillosos y su aunada complejación de la materia orgánica y el calcio y debido a la existencia de una época seca se favorece la formación de suelos del tipo de los Vertisoles.

Por lo expuesto anteriormente puede observarse como la variación topográfica nos da origen a tres ordenes distintos de suelos como son los Vertisoles, Molisoles y Oxisoles a partir de rocas de un mismo origen y con características minera  
lógicas similares.

De ésta manera el presente trabajo contribuye al conocimiento de los suelos derivados de rocas marinas sedimentarias cultivadas con café en el estado de San Luis Potosí a través de su clasificación y a la caracterización de sus prop  
iedades físicas, químicas y biológicas y a la comprensión de su génesis y evolución.

En cuanto a las recomendaciones para el uso, conservación y manejo de éstos suelos se puede afirmar que el cultivo del café es uno de los cultivos que ofrecen una mayor probabilidad de conservación para éstos suelos. Que de ser sometidos a otro tipo de cultivos debido a lo abrupto de la topografía, lo acusado de la precipitación y lo somero del suelo serían muy susceptibles a la erosión, siendo solamente posible el cultivo

de forrajes y cultivos básicos anuales en las zonas planas de Vertisoles y Molisoles.

Así mismo, se recomienda hacer estudios de fertilidad con el fin de determinar el mejor método, época de fertilización, tipo de fertilizantes a emplear de acuerdo a los requerimientos nutricionales de las distintas especies a cultivar de acuerdo a los niveles de nutrientes encontrados en el suelo.

## X BIBLIOGRAFIA

- 1) AGUILERA, H.N. (1958) En: Los recursos naturales del Sureste y su aprovechamiento I.M.R.N.R., México.
- 2) AGUILERA, H.N. (1969) Geographic Distribution of Volcanic ash soil.
- 3) BEAR, E. (1958) Suelos y fertilizantes, Ed. Omega, S.A. Barcelona, España pp 312-396.
- 4) BONETT, F. (1956) Itinerario de la ruta Taninul, S.L. P.-Tamanzunchale S.L.P. en excursiones A-14 y C6. Congreso Geológico Internacional, Méx. pp 93-117
- 5) BUOL, S.". (1980) Soil Genesis and Classification, Iowa State University Press. Second Edition USA pp 180-357
- 6) CAJUSTE, L.J. (1977) Química de suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México pp 13-266.
- 7) CLARK, F.E., EVANS, D.F. et al (1965) Methods of soil analysis, Agronomy. American of Agronomy AASS, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin USA pp 100-175
- 8) CORDOBA, P. Breve instructivo sobre el cultivo del café. Banco Nacional de crédito Ejidal S.A. pp 46-50
- 9) DUCHAUFOUR, P (1956) Pedologie. Ecole Nationale des Eaux et Forest pp 85-125

- 10) \_\_\_\_\_ (1977). Atlas ecológico de los suelos del mundo, Toray Mason, Barcelona. pp 35-50
- 11) El café en México (1955) Secretaría de Agricultura y Ganadería. Comisión Nacional del Café. Méx.
- 12) GALLARDO, G.A. (1941) Introducción al estudio de los suelos. Editado por Banco de Crédito Agrícola S.A., México. pp 100.
- 13) GALVEZ, V.A. (1941) Estudios hidrogeológicos practicados en el Estado de S.L.P. Anales del Instituto de geología de México. pp 7:1-139
- 14) GARCIA, E. (1973) Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köpen (adaptación a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, UNAM.
- 15) GARCIA, O.J. (1979) Estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas en el transecto de Ixhualtlan del café a Amatlan de los Reyes. Edo. de Veracruz, México. Tesis. Fac. de Ciencias UNAM. pp 5-35
- 16) GONZALEZ, L.H. (1974) El café, apuntes sobre su historia, cultivo, beneficio, producción y consumo. Tesis. Chapingo. pp 125
- 17) HAAER A. (1977) Producción moderna de café, CECSA, Méx.

- 18) HEIM, A. (1940) The front ranges of the Sierra Madre Oriental, México from C<sub>h</sub>. Victoria to Tama-  
zunchale, Eclog Geol Helv. pp 33:352
- 19) INMECAFE (1973) Atlas cafetalero de México, INMECAFE,  
Méx.
- 20) INMECAFE (1975) Perfil cafetalero del estado de San  
Luis Potosí, Inmecafé, Méx. pp 10-15
- 21) INMECAFE (1976) Fertilización del cafeto. Inmecafé,  
Méx.
- 22) INMECAFE (1976) México y el consumo internacional del  
café, Inmecafé, Méx.
- 23) JACKSON, N.L. (1964) Análisis químico de los suelos. Ed.  
Omega, Barcelona, España pp 662
- 24) JOPPE, J.S. (1949) Pedology. The Somerset press Inc. Sa-  
merville. N.J. London.
- 25) KUBIENA, W.L. (1953) The soils of Europe. Thomas Murby  
and Company. London. pp 35-50
- 26) MARTINEZ, V.R. (1969) Efectos de la precipitación en el de-  
sarrollo de suelos calcáreos. Tesis. Cha-  
pingo.
- 27) MORENO, P.M. (1970) Suelos de Rendzina del Municipio de  
Tepecoacuilco, Guerrero. Tesis. Facultad de  
Ciencias UNAM. 5-15

- 28) MOHR, E.C.J. (1959) Tropical Soils. Vitgeverij, W: van Hoeve. The Hague. pp 7:2-28
- 29) ORTIZ, V. (1977) Fertilidad de suelos, Chapingo, Méx. pp 33-40
- 30) ORTIZ, V. (1980) Edafología, Chapingo Méx. pp 25-150
- 31) ORTEGA, E. (1980) Química de suelos, Chapingo, Méx.
- 32) PERA, V.M.L. (1978) Algunos estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas y de ando cultivados con café en el transecto Jalapa-Cordoba. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM. pp 7-34
- 33) RANCIKA, K. (1962) Geoquímica. Ed. Aguilar, S.A., 2a ed. España. pp 418-437.
- 34) RZEDOWSKI, J. (1961) La vegetación de San Luis Potosí, tesis doctoral, Facultad de ciencias. UNAM
- 35) SANCHEZ, B.S. (1980) Estudios edafológicos de suelos cafe taleros en la zona volcánica del Municipio de Hueytamalco, Edo. de Puebla, Méx. Soc. Mex. de la Ciencia del Suelo
- 36) SOIL TAXONOMY (1975) Agriculture Handbook 436, USDA. pp 189-394
- 37) SUELOS, Manual de conservación, Handbook 425, USDA pp 110-128
- 38) TEUSCHER & ADLER (1980) El suelo y su fertilidad CECSA pp 45-70

39) TISDALE, L.S. (1970) Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. Montaner y Simon S.A., Barcelona, España. pp 457-471.