



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIOS EDAFOLOGICOS EN EL VALLE DEL  
MEZQUITAL, EDO. DE HIDALGO.

## TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el título de

**B I O L O G O**

presenta

**JOSEFINA MORALES ROSAS**

México, D. F.

1982



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ESTUDIOS EDAFOLOGICOS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, EDO. DE HIDALGO .

| INDICE  | pág. |
|---|------|
| 1. RESUMEN  | 1    |
| 2. INTRODUCCION                                       | 3    |
| 3. REVISION BIBLIOGRAFICA                             | 4    |
| 3.1 ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS                         | 5    |
| 3.2 SUELOS DERIVADOS DE CALIZAS                       |      |
| 3.2.1. EL CALCIO                                      | 8    |
| 3.2.2. ALGUNOS PROCESOS DE ALTERACION DEL CALCIO      | 10   |
| 3.2.3. ARRASTRE DE CARBONATOS                         | 11   |
| 3.2.3.1 SUELOS CALIZOS                                | 11   |
| 3.2.4. SUELOS CALCIMORFOS                             | 12   |
| 3.3 DESCRIPCION DE LOS ORDENES DE SUELOS INVESTIGADOS |      |
| 3.3.1. ORDEN ENTISOL                                  | 16   |
| 3.3.2. ORDEN MOLISOL                                  |      |
| 4. CARACTERISTICAS DEL ESTADO DE HIDALGO              |      |
| 4.1 LOCALIZACION Y COMUNICACIONES                     | 24   |
| 4.2 FISIOGRAFIA                                       | 24   |
| 4.3 GEOLOGIA  | 25   |
| 4.4 TECTONICA Y GEOLOGIA HISTORICA                    | 27   |
| 4.5 SUELOS  | 28   |
| 4.6 CLIMA   | 28   |
| 4.7 HIDROGRAFIA                                       | 29   |
| 4.8 VEGETACION  | 29   |
| 4.9 AGRICULTURA                                       | 30   |
| 5. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO                  |      |
| 5.1 LOCALIZACION                                      | 31   |
| 5.2 FISIOGRAFIA                                       | 33   |
| 5.3 HIDROLOGIA  | 33   |
| 5.4 CLIMA   | 34   |
| 5.5 GEOLOGIA  | 34   |
| 5.6 SUELOS  | 36   |

|   |     |
|---|-----|
| 5.7. VEGETACION   | 36  |
| 5.8. FAUNA  | 37  |
| 5.9. ACTIVIDADES HUMANAS  |     |
| 5.9.1. AGRICULTURA  | 37  |
| 5.9.2. GANADERIA  | 38  |
| 5.9.3. INDUSTRIAS EXTRACTIVAS   | 38  |
| 6. MATERIAL Y METODO  |     |
| 6.1 ANALISIS FISICOS  | 52  |
| 6.1.1. COLOR  |     |
| 6.1.2. DENSIDAD APARENTE  |     |
| 6.1.3. DENSIDAD REAL  |     |
| 6.1.4. ESPACIO POROSO   |     |
| 6.1.5. TEXTURA  |     |
| 6.2 ANALISIS QUIMICOS   | 52  |
| 6.2.1. pH   |     |
| 6.2.2. MATERIA ORGANICA   |     |
| 6.2.3. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL                             |     |
| 6.2.4. CALCIO INTERCAMBIABLE  |     |
| 6.2.5. MAGNESIO INTERCAMBIABLE  |     |
| 6.2.6. SODIO INTERCAMBIABLE   |     |
| 6.2.7. POTASIO INTERCAMBIABLE   |     |
| 6.2.8. NITRATOS   |     |
| 6.2.9. FOSFORO APROVECHABLE   |     |
| 7. RESULTADOS   |     |
| 7.1 CARACTERISTICAS DE LOS PERFILES   | 54  |
| 8. DISCUSION  | 127 |
| 9. CONCLUSIONES   | 131 |
| 10. BIBLIOGRAFIA  | 134 |
| LAMINA I VEGETACION DE MATARRAL XEROFILO Y CULTIVOS DE AGRICULTURA DE RIEGO |     |
| LAMINA II PARCELAS DE AGRICULTURA DE TEMPORAL ABANDONADAS                   |     |
| LAMINA III SUELOS Calcixeroll Arídico y Torrripsamment Xérico (USDA, 1975). |     |
| LAMINA IV SUELOS Orthent Lítico (USDA, 1975).                               |     |
| LAMINA V SUELOS Arent Xerálfico   |     |

APENDICE 1 LISTA FLORISTICA DEL VALLE DEL MEZQUITAL  
APENDICE 2 LISTA FAUNISTICA DEL VALLE DEL MEZQUITAL  
APENDICE 3 LOCALIZACION DE SITIOS DE MUESTREO

## 1. RESUMEN

La zona de estudio se localiza en los Municipios de Progreso, San Salvador, Chilcuautla e Ixmiquilpan, que pertenecen al Valle del Mezquital, estado de Hidalgo.

La localización geográfica de la zona de estudio es 20°15' a 20°29' latitud norte y 99°05' a 99°14' longitud oeste.

El tipo de clima es BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g, corresponde a los más secos de los BS, con épocas de secas en el invierno y una corta en el verano, la oscilación de la temperatura media anual es de 7 a 14°C .

Los suelos son derivados de rocas calizas del Cretácico que presentan impurezas con rocas ígneas como las riolitas y andesitas.

La topografía de la región va desde terrenos planos hasta accidentados con pendientes.

Se colectaron 101 muestras de suelos correspondientes a 19 perfiles, con el objeto de determinar sus características en el campo, análisis de laboratorio, estudios de gabinete y sus correlaciones para la clasificación de los mismos. Estableciendo comparaciones con base al uso del suelo que tenían.

De los análisis de laboratorio, el color en seco de los suelos fue gris y en húmedo se oscurecen más; son suelos porosos; la textura varía de migajón a migajón limoso, migajón arenoso y migajón arcilloso limoso; debido al alto contenido de cationes en especial del Ca<sup>++</sup>, los suelos muestran reacción alcalina; la cantidad de Mg<sup>++</sup> es alta; El K<sup>+</sup> en general es bajo; el Na<sup>+</sup> solo se presenta en suelos de agricultura con riego, en tanto que los valores de Fósforo son altos y medios también en estos suelos, lo cual se debe probablemente a la adición por superficie ya sea por fertilizantes o por las aguas negras con las que son regadas vastas áreas; la cantidad de nitratos es bajo y la suma de los cationes es mucho mayor que la capacidad de intercambio catiónico total, debido a

la presencia de carbonatos y yesos libres.

De los 19 perfiles, 3 pertenecen al Orden Molisol, Suborden Xeroll, Gran Grupo Calcixeroll y Subgrupo Calcixeroll Arídico. Los 16 perfiles restantes corresponden al Orden Entisol; de los cuales 10 son del Suborden Arent, Gran Grupo Arent y Subgrupo Arent Xerálfico; Cinco perfiles son del Suborden Orthent, Gran Grupo Xerorthent y Subgrupo Xerorthent Lítico y solamente un perfil fue del suborden Psamment, Gran Grupo Torripsamment y Subgrupo Torripsamment Xérico.

El incremento de los Arent Xerálficos se debe al uso de maquinaria en las labores agrícolas; los Xerorthent Líticos se deben a esta última y a la degradación por erosión, ya que se elimina la cubierta vegetal en amplias áreas para la agricultura de temporal, que posteriormente abandonan por la falta o mal distribución de lluvias.

La poca profundidad de los suelos, la erosión que presentan la mayoría de ellos (producto de las faenas agrícolas, pastoreo y relieve), así como la irrigación de los cultivos con aguas negras, son los principales problemas que presentan la zona de estudio por lo que se dan algunas sugerencias para un mejor uso de los suelos, tales como: favorecer la regeneración de la vegetación nativa en las parcelas abandonadas por el mal temporal; levantar barreras rompevientos y empalizadas para evitar la acción erosiva del viento; establecer rotación de cultivos; sistemas de terrazas para disminuir los escurrimientos y la erosión; borrar las cárcavas en formación mediante la nivelación de las tierras y fomentar el cultivo de Agave atrovirens (maguey) y de Opuntia (Platyopuntia) spp (nopal para tuna), en zonas donde no existe el riego.

## 2. INTRODUCCION.

En la Tierra existen dos fajas situadas en el norte y el sur, limitadas por las latitudes 19° y 33°, en las cuales las corrientes de aire húmedo no producen por diferentes causas precipitaciones. En estas fajas se localizan los desiertos y zonas áridas.

En México más del 70% se encuentra en esta faja, por lo que se debe luchar por la conservación, mantenimiento y aprovechamiento racional de las zonas áridas:

A pesar de que el área que ocupan las zonas áridas y semiáridas en el país corresponde al 52% del territorio, no se tienen los estudios adecuados para aprovechar e incorporar a la producción de alimentos tales áreas.

Las zonas áridas y semiáridas ocupan  $90 \times 10^6$  ha (Villa, 1979) y corresponden generalmente a zonas marginadas de nuestro país, con grandes problemas en el uso agrícola del suelo debido a la escasez del agua para los cultivos. Esto representa una situación difícil para la economía nacional debido a que los estudios encaminados a su utilización carecen de continuidad y organización.

El problema fundamental de la explotación continuada de la tierra en las regiones áridas es encontrar y conservar un equilibrio, entre las exigencias humanas y la productividad mantenida del suelo (Cloudsley-Thompson, 1979). El hombre se ha limitado a cambiar sus métodos del uso de la tierra, acomodándolos a las condiciones variables; así, de agricultor se convirtió en pastor, hasta empobrecer el suelo. De entre los animales domésticos, la cabra es responsable del incremento de zonas áridas y desérticas, ya que se come las ramas altas de los árboles o devora la planta entera hasta las raíces. El pastoreo excesivo produce erosión y afecta las condiciones naturales de esas áreas; estos cambios amenazan la existencia de algunas especies y han ocasionado la desaparición de otras.

Con base en la necesidad de riego de las zonas áridas, (Fuchs, 1973) las define como aquellas áreas donde no pueden existir cultivos sin riego, la precipitación pluvial se distribuye en unos

cuantos meses (del 60 al 70%), durante los cuales se pueden aprovechar en cultivos de temporal, pero debido a que las lluvias son impredecibles es necesario aumentar la introducción del riego.

En zonas áridas las condiciones físicas y químicas que se llevan a cabo en el suelo se encuentran reducidas debido a la falta de agua, por lo que las características de estos suelos se deben al material parental (Buol, 1965).

El Valle del Mezquital se localiza en el Estado de Hidalgo y pertenece a las zonas áridas de nuestro país, se encuentra limitado por aspectos sociales, etnográficos y políticos, que propician el aumento de la extensión del valle. La creciente importancia agrícola de esta zona y la pobreza en la que todavía se encuentra, interesaron a la autora para realizar esta investigación, plantéandose los siguientes objetivos:

- contribuir al conocimiento de algunos aspectos generales del Valle del Mezquital.
- conocer las características físicas y químicas de los suelos de la zona de estudio, municipios de Progreso, San Salvador, Chilcuautla e Ixmiquilpan.
- clasificar los suelos de la zona de estudio conforme a la 7a. Aproximación, U.S.D.A., 1975.
- proponer algunos lineamientos para el mejor uso de los suelos en la zona de estudio.

### 3. REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 3.1 ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS

Las regiones áridas se transforman fácilmente en desiertos y la recuperación de la vegetación natural es muy difícil de conseguir (Clodsley-Thompson, 1979).

De acuerdo con un criterio climático, las regiones áridas pueden dividirse en 5 según Logan, R.F. (1968): desiertos subtropicales, desiertos costeros fríos, desiertos creados por barreras naturales, desiertos continentales interiores y desiertos polares.

Los desiertos subtropicales son resultado de cinturones semipermanentes de altas presiones en zonas tropicales, donde el aire tiende a descender de altitudes grandes hacia la superficie terrestre, calentándose por compresión a razón de  $10^{\circ}\text{K}$  por cada 1000 m, por lo que al llegar al suelo está caliente, seco e incapaz de producir precipitaciones.

Las zonas continentales interiores son áridas debido a la falta de influencia marina y otros factores relacionados con las grandes masas de tierra que las rodean.

No existe un acuerdo para las estimaciones exactas con respecto a la extensión y delimitación precisa de las zonas áridas y semiáridas, pero se considera que aproximadamente el 35 % de la superficie terrestre corresponde a este tipo de tierras.

además de los grandes desiertos que hay en Asia, Africa y Australia, existen vastas áreas que debido a la escasez de precipitación pluvial, no son utilizables para la agricultura; a continuación se da una lista de la proporción de zonas áridas y semiáridas en los continentes (Contreras A.A., 1955) :

| Continente | % Semiárida | % Árida | % Total |
|------------|-------------|---------|---------|
| Australia  | 25.9        | 43.1    | 69.0    |
| Africa     | 19.8        | 31.1    | 50.9    |
| Eurasia    | 16.9        | 11.8    | 28.7    |
| América    | 10.4        | 4.6     | 15.0    |

Existe la mayor proporción de zonas áridas entre los  $20^{\circ}$  a  $40^{\circ}$  latitudes norte y sur.

En el caso de América, la existencia del Golfo de México y el estrechamiento del continente hacen que exista una menor extensión

de la aridez. Las proporciones de zonas áridas y semiáridas en el continente según Contreras A.A. (op. cit.):

| Pais                          | % Semiárida | % Árida | % Total |
|-------------------------------|-------------|---------|---------|
| Canadá(hasta el paralelo 60°) | 4.6         | -0.1    | 4.6     |
| E.U.                          | 26.9        | 6.7     | 33.6    |
| México                        | 33.4        | 18.8    | 52.2    |

Las zonas semiáridas son aquellas en donde se tienen rendimientos bajos debido a la falta de humedad y se pierden las cosechas en un 50 % . Son áridas donde no se pueden obtener cosecha en ningún año.

La distribución de la precipitación pluvial y la localización de zonas áridas sobre la tierra dependen de la circulación de la atmósfera y de las peculiaridades del relieve continental. Los movimientos del aire se deben al calentamiento del aire en la superficie terrestre a diferentes latitudes, el movimiento de rotación de la tierra y la distribución de las áreas continentales y los océanos, permiten establecer un patrón de zonas de lluvias y zonas secas dentro de los continentes (García Q.A., 1955).

El relieve continental abarca además de la configuración orográfica, la extensión y posición de las tierras emergidas que acentúan la distribución pluvial.

En México, las masas aéreas procedentes del Golfo de México, en la parte tropical del Atlántico, del Mar Caribe y la región tropical del Océano Pacífico, penetran por el nordeste y el sudeste los vientos, teniendo una disminución acentuada de la precipitación pluvial en una dirección general sudeste a noroeste.

La Sierra Madre Oriental, del lado este, tiene mayor cantidad de lluvias que del lado oeste, debido a que la mayoría de las precipitaciones ocurren sobre la vertiente de barlovento y en el sotavento si hay un valle o una hondanada, el resecamiento del aire producido en su descenso, produce áreas de gran aridez (García Q.A., op. cit.).

La extensa región árida del norte del país es consecuencia del sistema general de vientos, la orografía en el centro y en el sur.

Todo ascenso del aire, favorece la precipitación pluvial y todo descenso se opone a ésta.

La delimitación de zonas áridas es climático (Hernández E., Miranda F. , 1964), en zonas desérticas es de 250 mm anuales o menos y lo que determina la aridez o no, es la relación entre la cantidad de agua que cae sobre una región y la cantidad de agua que necesitan las plantas para desarrollarse en esa región, uno de los factores importantes es la evaporación que es función directa de la temperatura.

La distribución de la precipitación pluvial y por lo tanto la localización y extensión de zonas áridas, depende de dos factores: la circulación general de la atmósfera y el relieve continental.

Se consideran regiones áridas con 200 a 400 mm de precipitación pluvial anual, en tanto que más de 400 mm corresponden a zonas semiáridas (Contreras A.A., 1955).

Para el aprovechamiento de estas regiones no bastan los datos que se obtienen, sino que deben estudiarse los diversos fenómenos meteorológicos en tales zonas.

Existen  $90 \times 10^6$  ha de zonas áridas y semiáridas (Villa , 1979), abarcando norte y centro del país, en los estados de Baja California, parte de Durango, Coahuila, Sonora, Chihuahua, San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, norte de Guanajuato, parte de Tehuacán Puebla y parte del estado de Hidalgo, representando el 52 % del territorio nacional.

La orografía, las cordilleras de las costas del Golfo de México y del Océano Pacífico, constituyen barreras continentales de las corrientes húmedas provenientes de los cuerpos de agua de los océanos y del golfo de Tehuantepec y California.

Existen regiones que por la latitud no corresponden a la faja de desiertos, como en Valsequillo Puebla, cuenca alta del Río Balsas, Valle del Mezquital, Apan y Tehuacán, pero presentan signos de aridez marcada debido a las barreras montañosas, provocando que las nubes no descarguen el agua, por efectos topográficos de las montañas.

Sin embargo, en la época de ciclones en agosto y septiembre, provoca que la cantidad de vapor de agua se eleve y transporte hacia el continente con dirección sudeste-nordeste, al encontrar las barreras montañosas producen temporales y tormentas de 3 ó 4 días de lluvias intensas y de volumen considerable; las

pendientes de las montañas facilitan el escurrimiento.

El término de árido viene del latín "aridus" adjetivo que se deriva del verbo "areo" que significa secarse y equivale a cosa seca.

En zonas semiáridas se presentan condiciones más favorables, los suelos más profundos y la vegetación es más desarrollada. El horizonte A está más desarrollado y el B presenta acumulación de arcilla de carácter iluvial; el horizonte cálcico es relativamente poco profundo, e incluso no se presenta en algunos suelos, y la textura es más fina que en las zonas áridas (Buol S.W., 1965). En las depresiones son frecuentes los suelos tipo Solonetz, en el centro de estas dominan los Solonchaks, los suelos más profundos pueden incluir a Rendzinas. En pendientes y afloramientos rocosos, el tipo de suelo es Entisol (U.S.D.A. , 1975).

### 3.2 SUELOS DERIVADOS DE CALIZAS

#### 3.2.1. EL CALCIO

El calcio tiene un papel esencial en la nutrición de las plantas, pero también condiciona la evolución y la distribución de la materia orgánica, formación de arcilla, naturaleza del complejo húmico arcilloso, por lo tanto la estructura y estabilidad, y debido a esto desempeña un papel importante en la edafogénesis.

La mayoría de los iones minerales que absorben las plantas, son resultantes de la disociación de los componentes moleculares en solución; así, moléculas como el nitrato de calcio  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  se disocian en solución, formando iones  $\text{Ca}^{++}$  y iones  $2 \text{NO}_3^-$  (Cronquist A., 1977).

Los principales cationes que se encuentran en el suelo son  $\text{Ca}^{++}$  ,  $\text{Mg}^{++}$  ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$  , en ese orden están en relación con la tenacidad decreciente con la que son retenidos en las partículas del suelo (Cronquist A., op. cit.).

Los cuatro cationes esenciales que desempeñan una función primordial en la nutrición mineral de las plantas son  $\text{Ca}^{++}$  ,  $\text{Mg}^{++}$  ,  $\text{K}^+$  y  $\text{NH}_4^+$  .

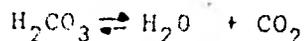
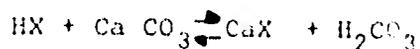
El  $\text{Ca}^{++}$  es uno de los iones que puede retenerse en la

partícula de arcilla; así pueden presentarse en el suelo formas que no son utilizadas inmediatamente por las plantas y se clasifican según Duchaufour (1975) en :

- Formas minerales con complejos de alteración muy lenta a los cuales se puede agregar caliza cristalina inactiva y la dolomía.

-Formas provisionalmente insolubilizadas, que pueden tomar la forma de cambio en ciertas condiciones, por ejemplo el carbonato cálcico activo y el potasio fijado.

La presencia de  $\text{Ca CO}_3$ , en la solución del suelo puede disociarse en  $\text{Ca}^{++}$  y en  $\text{CO}_3^{--}$ , algunos iones  $\text{H}^+$  de las micelas de arcilla se intercambian con iones  $\text{Ca}^{++}$ , o pueden combinarse los iones  $\text{H}^+$  con iones carbonatos para formar ácido carbónico  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , que es un ácido débil que se desdobra en agua y dióxido de carbono. Los iones hidrógeno son eliminados poco a poco de la solución del suelo, y por lo tanto el pH aumenta. Si representamos por X a la arcilla y por HX la arcilla con iones adsorbidos de hidrógeno, la reacción reversible puede formularse:



HX y CaX no es una fórmula química precisa, debido a que la arcilla tiene un cierto número de iones adsorbidos y no todos del mismo tipo, por lo que no tiene que estar balanceada la primera ecuación (Duchaufour, *op. cit.*). Los estados del Calcio en el suelo por orden de solubilidad creciente son:

1 Minerales primitivos complejos

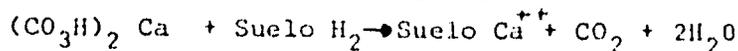
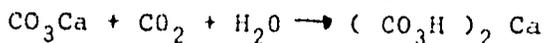
Algunos contienen calcio, feldespatos, plagioclasas, anfíboles y piroxenas.

2 Caliza inactiva

Carbonato cálcico, forma granos gruesos y cristalinos en aguas cargadas de  $\text{CO}_2$  son poco solubles, muestra débil actividad química, no actúa por lo tanto en el complejo absorbente y constituye una reserva que evoluciona hacia una forma más activa a largo plazo.

### 3 Caliza activa

Forma de carbonatos arcillosa o limosa que es fácilmente soluble en agua cargada de  $\text{CO}_2$ , enriquece las soluciones del suelo en bicarbonatos solubles que a su vez satura en forma progresiva el complejo absorbente



### 4 Calcio de cambio y calcio soluble

Estas formas dependen de la tensión del  $\text{CO}_2$  en la atmósfera del suelo, que depende de la actividad biológica del suelo y del contenido en carbonato cálcico activo. El bicarbonato cálcico que está en equilibrio con la caliza y el calcio de cambio soluble es la forma dominante, es frecuente encontrar nitrato y sulfato de calcio.

El  $\text{Ca}^{++}$  y el  $\text{Mg}^{++}$  son fáciles de movilizar por las raíces de las plantas, y los minerales complejos en vías de alteración constituyen una reserva de estos elementos.

### 3.2.2. ALGUNOS PROCESOS DE ALTERACION DEL CALCIO

Las arcillas de los suelos sedimentarios no resultan de la neoformación por hidrólisis, sino que proceden de arcillas preexistentes en la roca madre, siendo heredadas del suelo sin cambio alguno, transformadas en el curso de la edafogénesis (Duchaufour, 1975), según el tipo de roca madre la caliza se altera de dos formas:

#### -Las calizas duras

Sufren disolución en las que interviene el  $\text{CO}_2$  disuelto



Las rocas se desgastan por intemperismo físico y se acumulan en la superficie únicamente los residuos silicatados insolubles y arcillas de decalcificación.

Lamouroux (1967), describe el mecanismo de alteración pelicular que interviene sobre calizas duras en clima cálido.

#### -Las calizas margosas blandas

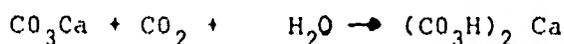
Sufren hinchamiento por hidratación de las arcillas, fenómeno mecánico que conduce a un aflojamiento de la roca; la

caliza no desaparece sino que se libera muy fina en forma activa, por lo que el suelo formado es diferente al anterior.

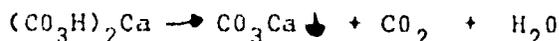
### 3.2.3. ARRASTRE DE CARBONATOS

El carbonato cálcico emigra en forma de bicarbonato soluble por influencia del ácido carbónico disuelto en el agua o de los ácidos orgánicos, el suelo en estas condiciones puede sufrir una descarbonatación progresiva que produce la eliminación lenta de la caliza.

En este proceso la actividad biológica, al liberar  $\text{CO}_2$ , desempeña un papel importante en ciertos suelos calcimorfos (Chernozem); el arrastre de carbonatos en el horizonte A puede ser total a pesar de la débil humedad del clima



A mayor profundidad se produce la reacción inversa debido a que la actividad biológica es más débil, por lo que la producción de  $\text{CO}_2$  disminuye

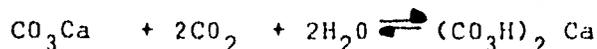


Formándose un horizonte cálcico (Ca) ó petrocálcico que se presenta en dos formas:

- Filamentos blancos a consecuencia de la precipitación dentro de fisuras o grietas.
- Costras calizas endurecidas que pueden ser continuas o discontinuas.

### 3.2.3. SUELOS CALIZOS (Tomado de Duchaufour, 1975) .

El pH en estos suelos está en función de la tensión del  $\text{CO}_2$ ; la diferencia entre el pH del suelo "in situ" y el pH medido en el laboratorio sobre el suelo desecado y luego rehumectado, se debe a que en el primer caso la tensión del  $\text{CO}_2$  puede elevarse, lo que provoca la formación de bicarbonato cálcico



Subiendo el pH de 7 a 7.5, en comparación al que había anteriormente. En el segundo caso la pérdida de  $\text{CO}_2$  gaseoso transforma el  $(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Ca}$  en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  por lo que se eleva el pH

a 8 u 8.5 (Yaalon , 1957).

En una Rendzina, en el horizonte  $A_1$  , el pH va de 7.5 a 8, se encuentra saturada y el catión activo es el  $CO_3Ca$  . En tanto que en un suelo pardo calizo el pH va de 8 a 8.5 y está saturada con el catión  $CO_3Ca$  activo.

Cuando el pH supera a 7, representa la presencia de algún catión dominante, ya sea calcio o el sodio.

Muchos autores clasifican a los suelos según la naturaleza y grado de saturación del complejo absorbente; así, los suelos con complejos casi saturados son:

| Suelos                    | Catión                      |
|---------------------------|-----------------------------|
| - Rendzinas y Chernozems: | por $Ca^{++}$ o $Mg^{++}$ . |
| - Con álcalis, Solonetz:  | por $Na^+$ .                |

Los suelos con complejos no saturados son:

| Suelos   |
|--|
| - Podzoles: Distribución parcial del complejo absorbente en los horizontes superiores, presentando poca capacidad de cambio. |
| - Ferralíticos: Destrucción casi total del complejo absorbente, débil capacidad de cambio.                                   |

#### 3.2.4. SUELOS CALCIMORFOS

Los suelos calcimorfos están formados sobre roca madre caliza; en la mayoría de los casos presentan caliza activa; en ciertas condiciones de clima y vegetación pueden evolucionar por descarbonatación progresiva del perfil hacia formas de transición con los suelos pardos.

Los suelos calcimorfos mejor caracterizados son las Rendzinas que tienen un perfil  $A_1 C$  , con el horizonte  $A_1$  rico en materia orgánica y en carbonatos y se caracteriza por un horizonte (B) estructural.

Los suelos calcimorfos pueden dividirse en forma provisional en 3 subclases (Duchaufour, 1975) :

##### 1. Rendzinas

La roca madre es siempre una caliza, pero el suelo formado sobre un afloramiento calizo no es necesariamente una Rendzina;

para que ésta se forme se requiere que se produzca una mezcla entre la caliza intemperizada que procede de la roca madre con la materia orgánica y los elementos silicatados; esta condición se realiza en ciertas calizas blandas (creta) y en los coluviones de las pendientes.

Las rendzinas más típicas se caracterizan por una vegetación xerófila, el perfil es de tipo A C , en general un solo horizonte de color gris o pardusco, con numerosas piedras esparcidas en todo el perfil, la estructura es de tipo granular o con grumos irregulares, presenta gran actividad biológica y numerosas lombrices.

Desde el punto de vista químico, el suelo presenta un elevado contenido de caliza activa; el pH rebasa la cifra de 8.

Las rendzinas son ricas en humus de neoformación microbiana, los principales grupos y subgrupos de rendzinas se diferencian por los contenidos mas o menos fuertes en calizas o en humus, lo cual modifica su color. Así las rendzinas emparecidas son ricas en carbonatos en la fracción fina y presentan horizonte (B) pardo de poco grosor, pueden ser monocíclicas o policíclicas. Las rendzinas negras forestales se diferencian de las típicas, por que son muy húmfieras, en tanto que las rendzinas blancas o gris claro son ricas en carbonatos (cretas).

Las rendzinas pardas antrópicas resultan del cultivo prolongado de rendzinas forestales, provocando la mineralización de una parte de materia orgánica, aumenta el contenido de caliza en la fracción de tierra fina. Por intemperismo mecánico, las piedras calizas cambian de estructura granular irregular a estructura granular redondeada, por lo que el perfil es menos obscuro, más calizo y menos pedregoso que la rendzina negra forestal.

Los tipos de rendzina son:

1. La Pararendzina y la Rendzina dolomítica

No presentan estructura grumosa a pesar de ser ricas en materia orgánica, su textura es arenosa. La pararendzina se

caracteriza por presentar calizas arenosas, y por lavados se descarbonata rápidamente, dejando un residuo húmifero arenoso ácido. La rendzina dolomítica presenta un humus moder (rapé) muy pulverulento, incluso si los carbonatos de Calcio y Magnesio están presentes; el pH no es mayor de 7.

Las rendzinas con yeso son muy raras y se observan en montañas fuertemente erosionadas a causa de la solubilidad del sulfato de calcio.

La rendzina se caracteriza por presentar una mezcla rápida de restos orgánicos y compuestos minerales, debido a la acción de las lombrices. Se mineraliza rápidamente y da lugar a una nitrificación muy activa sobre todo al estar mezclada con el suelo mineral, ya sea por actividad animal o por las formas de cultivo. En tanto que los humatos cálcicos, debido a la lenta mineralización, desempeñan un papel importante en la nutrición nitrogenada de las plantas, dependiendo de la abundancia y regularidad de la materia orgánica.

En medios alcalinos, cuando se presenta el ión calcio en exceso, puede impedir la absorción de otros iones por un fenómeno de antagonismo; de esta manera las plantas calcífugas no pueden alimentarse de Hierro y Manganeso, sufriendo clorosis; por último, el fósforo es insolubilizado en forma de fosfato apatítico.

## 2. Suelos Pardos Calizos

Presentan carbonato cálcico activo en todo el perfil, principalmente en el horizonte (B); teniendo una fase anterior de los suelos pardos cálcicos, que se derivan de suelos pardos calizos por lavado completo de los carbonatos en el horizonte (B).

Los suelos pardos calizos son formaciones características de afloramientos de roca mixta blanda, rica en arcillas y con pocos elementos silicatados, y son susceptibles a la erosión, por ejemplo margas, calizas margosas, loess y otras rocas. Estas rocas evolucionan rápidamente por hinchamiento de las arcillas principalmente son heredadas. La parte superior del perfil es pobre en carbonatos, presenta un mull saturado, el contenido de bases es menor y hay menos humus; Presentan peor

estructura que la rendzina típica y el grosor de este horizonte a penas si rebasa a los 10 cm. El orden Vertisol se presenta con anchas grietas de retracción y se manifiestan superficies de deslizamiento.

El suelo pardo calizo hidromorfo, muestra una reducción parcial del Hierro como consecuencia de un mal drenaje.

Suelos pardos calizos con encostramientos calizos o con horizonte cálcico con manchas en regiones con clima seco, por lo general resultan de un arrastre lateral de carbonatos ligados a un proceso hidromórfico.

Estos suelos son más adecuados para la agricultura que las otras rendzinas, ya que son menos pedregosos, más profundos y su horizonte (B) puede almacenar agua. Químicamente presentan un contenido menor de carbonatos, el pH cercano a la neutralidad, por lo que la nutrición nitrogenada de las plantas es mejor, ya que no interfieren en el mismo grado en la inmovilización biológica del nitrógeno, en los compuestos húmicos de neoformación y las pérdidas de este elemento en estado soluble o gaseoso, en comparación con otras rendzinas.

### 3. Suelos Calcimorfos húmíferos de montaña

Son excepcionalmente ricos en materia orgánica, la roca madre de la cual evolucionan estos suelos es la caliza; en climas húmedos no son rendzinas en el sentido estricto de la palabra, presentando procesos de descarbonatación que, según las condiciones climáticas, favorecen la acumulación de materia orgánica, por lo cual son ricas en humus y pobres en carbonatos.

Hay dos tipos de suelos:

#### 1. Suelos Alpinos Húmicos (piso alpino)

Se desarrollan sobre roca caliza su evolución es mayor en vertientes expuestas al norte y en depresiones con climas húmedo y frío, se presentan:

- Rendzina alpina hidromoder: caracterizada por materia orgánica ácida, pobre en elementos minerales, muy humificada y se observan fenómenos de crioturbación (ascenso de piedras a la superficie).
- Rendzina de almohadilla: suelo formado bajo almohadillas húmíferas de plantas xerófilas,

se acumula materia orgánica formando un horizonte fibroso muy humificado en la superficie.

## 2. Suelos Húmicos Carbonatados (pisos forestales)

Suelos que presentan fuertes pendientes en montañas húmedas, el suelo es profundo, homogéneo y tiene un grosor de un metro, el color es negro, la materia orgánica es más del 20% y presentan numerosas piedras calizas repartidas, la aireación y porosidad son elevadas; los tipos que se presentan son:

-Suelos húmicos carbonatados: son acidificados y no tienen carbonatos en la fracción fina del suelo, en la superficie presentan un mor cálcico ácido.

-Suelos litocálcicos: el medio es ácido, presentan un mor, la capa orgánica queda reducida y se desarrolla sobre las calizas o denudadas por la erosión.

### 3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS ORDENES DE SUELOS INVESTIGADOS (De acuerdo con la 7a. Aproximación U.S.D.A. , 1975).

#### 3.3.1. Orden Entisol

El concepto de Entisol se refiere a suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogénicos. La mayoría de estos suelos tienen un epipedon ócrico y pocos presentan un horizonte antrópico. Algunos son arenosos y presentan un horizonte álbico. Otros tienen un horizonte hístico de materiales orgánicos, por ejemplo estiercol.

Existen diversas razones por las que no existen horizontes formados, ya que están en pendientes y muchos tienen poco tiempo de haberse originado. Otros Entisoles se presentan en planos anegados, lavados por glaciares y algunos reciben a intervalos frecuentes, nuevos depósitos de aluvión.

Algunos Entisoles son antiguos y están constituidos principalmente de cuarzo, pueden presentar horizontes enterrados a más de 50 cm y en contadas ocasiones entre los 30 y 50 cm.

Los Entisoles pueden presentar cualquier régimen de temperatura, humedad, material parental, vegetación o edad, pero no tienen un régimen de temperatura perigélico y un régimen de humedad ácuico o perácuico.

Lo que agrupa a todos estos suelos es la ausencia virtual de horizontes y la naturaleza mineral del suelo. Una evidencia de alteración pedogénica en estos suelos es la pequeña acumulación de materia orgánica en los 25 cm superiores, una pérdida ligera de carbonatos y concentración de arcilla en los 12 cm superiores.

#### DEFINICION

Los Entisoles son suelos que requieren satisfacer el punto 3 y el inciso 1 ó 2 .

1. Presentan material sulfuroso dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral o una capa superior que esté congelada cerca de dos meses después en verano. Tener el 8 % de arcilla en todos los subhorizontes, entre los 20 y 50 cm debajo de la superficie mineral y no tener permafrost.

2. No tener horizonte de diagnóstico, a menos de que se presente un horizonte enterrado, o con un epipedon ócrico, antrópico, hístico, álbico, espódico, que tenga su límite superior a 2 metros de profundidad, o materiales amorfos que no dominen el complejo de intercambio y pueden depender de:

a) Un horizonte sálico cuyo límite superior debe estar a 75 cm o más debajo de la superficie, excepto que el suelo esté saturado con agua dentro de un metro de superficie por un mes o más en algunos años.

b) El suelo está saturado con agua dentro del primer metro de la superficie por un mes o más, cuando no congelado en cualquier parte. La relación de absorción de sodio (RAS) puede exceder en un 13 % ( o la saturación del sodio en un 15 % ), en más de la mitad de los 50 cm superficiales, solamente si RAS se incrementa o permanece constante con profundidad abajo de los 50 cm.

c) Un horizonte cálcico o gípsico o duripán a menos de un metro abajo de la superficie, éstos son los horizontes del suelo enterrados o capas de origen geológico.

d) De textura de arena fina limosa o gruesa, a 1 m de profundidad, la plintita puede estar presente en forma de discretos nódulos discontinuos, moteados rojos tenues, constituyen menos de la mitad del volumen en todos los subhorizontes.

e) El horizonte de diagnóstico enterrado puede presentarse, si está a una profundidad entre los 30 y 50 cm y el grosor del suelo enterrado es menos del doble del depositado. O con la superficie del suelo enterrado a 50 cm de profundidad.

3.-El régimen de temperatura del suelo es méxico, isomésico o caluroso y si hay grietas en la mayoría del año de 1 cm a una profundidad de 50 cm cuando no son irrigados, al mezclar el suelo de 18 cm de profundidad presentan más o menos del 30 % de arcilla. Y algunos de los subhorizontes dentro de una profundidad de 50 cm, no tienen cualquiera de las siguientes características:

- a) Microrelieve tipo Gilgai típico de suelos arcillosos.
- b) En los primeros 25 cm y hasta 1 m, forman agregados de estructura natural en forma de prisma que tienen sus ejes prolongados de  $10^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  de la horizontal; o
- c) A cualquier profundidad entre los 25 cm y 1 m presentan lados pulidos unidos al corte.

#### Subordenes

**Arents:** Entisoles que no tienen horizontes debido a que fueron mezclados por el arado o removidos por el hombre. Retienen fragmentos que pueden como partes de horizontes, que pueden identificarse como partes de horizontes, que pueden ser espódico, argílico o duripán, no forman horizontes y se presentan esparcidos y mezclados con los materiales de otros horizontes del suelo. Así, el uso de maquinarias en faenas agrícolas incrementa los Arents.

Los Arents no se presentan permanentemente saturados con agua ni tienen características asociadas con la humedad.

Gran Grupo: Arents

Subgrupo: Arent Xeralfico, presenta un régimen de humedad xérico.

Psamments: A este suborden pertenecen los Entisoles con pobre desarrollo, de arenas estabilizadas o de arenas desviadas, arenas cubiertas al principio del ciclo geológico. Algunos se presentan donde fueron cambiadas las arenas por agua y están también en arenas naturales (playas). Los Psamments en cualquier clima, vegetación, superficie y edad, desde el Plioceno o más antiguos. Estos últimos, se presentan en superficies estables, de arena cuarzosa, la cual no forma horizonte de diagnóstico que involucre acumulación de arcilla, presentándose un horizonte argílico. Los Psamments tienen poca capacidad de retención del agua y en períodos secos están sujetos al viento. Y no presentan características asociadas con los Aquent, ni permanecen saturados con agua.

Los Psamments, tienen un contacto petroférico, lítico o paralítico pero cualquiera de ellos es poco profundo; En todos los subhorizontes presentan más del 35 % por volumen de fragmentos de grava o cuarzo y no tener fragmentos de horizonte de diagnóstico que puedan ser identificados.

Gran Grupo: Torripsamments, son los suelos arenosos de climas áridos, la vegetación puede ser xerófila. Algunos son recientes y otros son del Pleistoceno tardío.

Subgrupo: Torripsamment Xérico, con régimen de humedad tórrico, cercacno a xérico. En tanto que el régimen de temperatura en

el suelo puede ser mésico, térmico o frígido. El contenido de materia orgánica puede ser alto.

**Orthents:** Suborden que agrupa a los Entisoles de superficies recientemente erosionadas, debido a factores geológica o de uso agrícola, por lo que el suelo fué completamente removido. Tienen un contacto lítico o paralítico en los primeros 25 cm de profundidad y pueden presentar un horizonte diagnóstico de piedras de fierro que en algún momento fue plintita. No se desarrollan en áreas que tengan capas altas de agua, ni en dunas de arena movedizas o estables. Pocos Orthents son de depósitos margosos y eólicos finos. Y no se encuentran permanentemente saturados con agua, ni se desarrollan en áreas que tengan capas altas de agua. Gran Grupo: Xerorthents, presentan un régimen de humedad xérico.

Subgrupo: Xerorthent Lítico, con un contacto lítico en los 50 cm del suelo de la superficie

### 3.3.2. Orden Molisol

Son suelos de estepa de color obscuro, la mayoría tiene un epipedon mólico. Muchos presentan un horizonte argílico, nátrico o cálcico, pocos presentan un horizonte álbico. Existen molisoles con duripán o con un horizonte petrocálcico. Estos suelos cubren extensas áreas de tipo subhúmedo a semiárido, en los planos de Norteamérica, Europa, Asia y Sudamérica, se encuentran ubicados entre los Aridisoles de clima árido y los Spodosoles y Alfisoles de climas húmedos; se encuentran en latitudes medias pero también ocupan latitudes altas y regiones intertropicales. Muchos de estos suelos tuvieron vegetación de pastos y aparentemente se formaron en tiempos tempranos. Pueden tener cualquier régimen de humedad y de temperatura, pero necesitan una vasta humedad si presentan pastos perennes.

Muchos de los suelos de altas latitudes fueron formados en

el Pleistoceno tardío u Holoceno, después del límite de la glaciación; los Molisoles pueden encontrarse en depósitos antiguos antes del Pleistoceno Medio, presentando un horizonte argílico que tiene un matiz rojizo. En donde la temperatura es fría o cálida y el declive no tiene mucha pendiente, son usados en la agricultura para producir granos y sorgo; en regiones más húmedas se produce maíz y soya.

#### DEFINICION

Suelos minerales que pueden tener un epipedon mólico o tener un horizonte superficial que al mezclar los primeros 18 cm de profundidad del suelo, cubren los requerimientos de un epipedón mólico excepto por el grosor. Tienen un subhorizonte superior que tenga más de 7.5 cm de grosor en un horizonte argílico o nátrico, cumple con el color, carbón orgánico, bases de saturación y los requerimientos de estructura de un epipedon mólico, pero separado del horizonte superficial por un horizonte álbico. y tiene:

1. Si tiene horizonte argílico, presenta saturación con bases (con acetato de amonio) del 50 % o más, a través de todo el horizonte hasta una profundidad de 1.25 m ; por debajo del límite superficial del horizonte argílico a 1.8 m abajo de la superficie del suelo, o un contacto lítico o paralítico donde quiera que se encuentre.

2. Si presenta horizonte cámbico, la saturación de bases (con acetato de amonio) es de 50 % o más, en todos los subhorizontes hasta una profundidad de 1.8 m abajo de la superficie del suelo, o hasta el contacto lítico o paralítico donde se encuentre.

3. En los 35 cm superficiales o más, dentro de algún subhorizonte, o un contacto lítico o paralítico más somero a los 35 cm, con complejos de intercambio que no se encuentran dominados por materiales amorfos y la densidad aparente es 0.85 o más ( a 1/3 de bar de tensión de humedad). El subhorizonte tiene menos del 60 % de materiales vítreos, piroclásticos en arena, limo y gravas.

4. Si el régimen de temperatura es isomésico o isocálido,

el suelo tiene una o más de las siguientes características:

a) Un horizonte con carbonato de calcio mayor o igual a 40 % , equivalente en algún subhorizonte en el primer metro de la superficie o arriba del contacto lítico o paralítico, el cuál es siempre superficial.

b) Contacto lítico o paralítico dentro de los primeros 50 cm de la superficie. Con menos del 35 % de arcilla, de mineralogía motmorilonítica, en subhorizonte de 25 cm o más, o con un coeficiente lineal de expansión (COLE), igual o mayor que 0.09 en régimen de humedad húdico, en tanto que en régimen de humedad ústico es mayor o igual a 0.07.

c) No presenta grietas de 1 cm de ancho y 50 cm de profundidad, en algún período o en la mayoría de los años.

5. Si la temperatura media del suelo es de 8°C o más, se presentan grietas abiertas a la superficie o en la base del horizonte  $A_p$  en algún período del año. Las grietas que se presentan entonces son de 1 cm de ancho por 50 cm de profundidad; Y tener cualquiera de a) o b)

a) Al mezclar los primeros 18 cm superficiales del suelo, tienen menos del 30 % de arcilla, en algunos horizontes presenta acumulación de calcio arriba del contacto lítico o paralítico; Y

b) No tener Gilgai, ni agregados en media luna de materiales estructurales, teniendo sus ejes a 10° y 60° en ángulo con un eje en el horizonte.

6. No presentar un horizonte óxico, ni plintita que tenga formas continuas en los primeros 30 cm de la superficie, si el régimen de humedad es ácuico; y

7. No tener horizonte espódico con una frontera superior dentro de los 2 m de la superficie.

#### Suborden

Xerolls: Son molisoles con un régimen de humedad xérico o arídico, pero que carecen de un régimen de temperatura cryco. Se encuentran secos en verano.

Con un grosor relativo en el epipedon mólico, un horizonte cámbico o argílico y acumulación de carbonatos en la parte inferior del horizonte B. Presentan una temperatura media anual del suelo de 22°C y la temperatura media de verano y la de invierno no difieren en más de 5°C. No tienen horizonte álbico que tenga características asociadas con la humedad, ni concreciones o moteado de Hierro o Manganeso.

Gran Grupo: Calcixeroll, tienen un horizonte cálcico o gípsico dentro de 1.5 m de la superficie del suelo. Es calcáreo en todas las partes de todos los horizontes, el material parental posee carbonatos, que el agua de lluvia remueve de la parte superior del horizonte a superficies externas, conteniendo por ello los carbonatos. Estos suelos se forman en sedimentos del Pleistoceno o sobre materiales más antiguos. La vegetación original es de pastos y arbustos. No tienen horizonte petrocálcico dentro del 1.5 m de la superficie del suelo. Y a profundidades de 1.0 m sin horizonte argílico, cálcico, nátrico o duripán.

Subgrupo: Calcixeroll Arídico, presentan un régimen de humedad arídico cercano a xérico.

#### 4. CARACTERÍSTICAS DEL ESTADO DE HIDALGO.

##### 4.1 LOCALIZACION Y COMUNICACIONES.

El Estado de Hidalgo se encuentra situado en la parte este de la Mesa Central y en la Sierra Madre Oriental, es un estado de los más pequeños, con 20 987 km<sup>2</sup>, ocupa el vigésimo sexto lugar por su extensión en el país. Se encuentra limitado al norte, por los estados de San Luis Potosí y Veracruz, al este por Puebla y Veracruz, al oeste por Querétaro, al sur por Tlaxcala y Estado de México, (Ver Mapa 1). Se localiza entre los 19°30' y 21°30' latitud norte y de 98° a 99°55' longitud oeste del meridiano de Greenwich. Está dividido políticamente en 82 municipios.

El estado está comunicado principalmente con el sur y el centro; las vías férreas troncales: México-Nuevo Laredo, México-Ciudad Juárez y México-Guadalajara conectan la entidad con el resto del país. Existe ferrocarril directo a Pachuca, San Lorenzo, Tulancingo, Apulco y Honey. La carretera México-Nuevo Laredo, cruza la entidad de sur a norte, quedando unidos: Pachuca, Actopan, Ixmiquilpan, Zimapán y Jacala, continuándose a Tamazunchale San Luis Potosí; de ella derivan carreteras que conectan con la autopista México-Querétaro; otra carretera importante es la que conecta Ciudad Sahagún con Huejutla de Reyes y con Tulancingo; ésta se continúa a Tuxpan Veracruz; también existe otra de México a Calpulalpan, que tiene desviación a Apan. La comunicación aérea está representada por un aeropuerto privado en Actopan y 18 aeródromos (García E. , 1972).

##### 4.2 FISIOGRAFIA

Las regiones fisiográficas que constituyen el estado de Hidalgo son: la Sierra Madre Oriental, la Sierra de Pachuca, la Semillanura de Atotonilco el Grande, la Llanura del Valle del Mezquital y el de Huichapan, entre los cuales se encuentran los municipios de Tula, Tlaxcoapan, Actopan, Ixmiquilpan, Cardonal, Zimapán y Chapantongo; por último, los Llanos del sur

de Pachuca, de Apan y Valle de Tulancingo. Entre el Valle del Mezquital y la llanura de Tizayuca se encuentra la Sierra de Tezontlalpan (García, E., 1972).

#### 4.3 GEOLOGIA

Se presentan rocas sedimentarias que corresponden a las siguientes Formaciones: La Peña, Cuesta del Cura, Soyatal, El Doctor y Las Trancas. Las formaciones La Peña y Cuesta del Cura, se refieren a sedimentos neríticos con amplio contenido de fósiles; respecto a las calizas del Abra, afloran en la porción oriental de San Luis Potosí y se extienden al sur del estado de Querétaro, donde toman el nombre de El Doctor, se continúa hacia el estado de Hidalgo y parte de Veracruz. La formación Soyatal, Turoniano (Wilson et. al., 1955), está integrada por calizas arcillosas de color gris oscuro y en capas con espesor de mediano a delgado, sin pedernal, sobreyace en la parte occidental, la caliza El Doctor, sin discordancia angular aparente. La formación típica consiste en conglomerados calizos, capas de calizas de grano más fino y lutitas calcáreas que aumentan en proporción en las partes superiores (White, 1948). A 13 km al sureste de Ixmiquilpan, en Xuchitlán, existen capas de calizas arcillosas, laminadas, de espesor mediano y color gris oscuro, con intercalaciones abundantes de lutita rojiza y una que otra capa de caliza más pura, sin pedernal primario. En una barranca profunda al sur de Defay, Hidalgo, a 16 km al norte y noroeste de Ixmiquilpan, donde el 65 % del volumen de las rocas es lutita calcárea de color gris, el resto corresponde a caliza negra parcialmente laminada. El espesor de la Formación varía de 0 - 300 m (Segerstrom, 1961). La unidad es poco fosilífera, pero se han localizado ejemplares del pelecípodo Inoceramus labiatus Schlotheim, que nos indica una edad Turoniano. La formación El Doctor, está formada por calizas relativamente puras de textura variada con o sin lentes de pedernal, con intercalaciones de dolomita, y capas delgadas de lutita yacen sobre la formación Santuario, en la parte oriental y directamente sobre la formación Trancas, en

la parte occidental. La localidad típica corresponde a 25 km al noroeste de Zimapán, Hgo. Se distinguen cuatro fasies: biostromífera de aguas someras, conglomerados, capas gruesas con nódulos de pedernal y por último capas delgadas de caliza y pedernal, que se depositaron en aguas profundas (Wilson et al., 1955). En Tolimán, al noreste de Querétaro, las calizas de Albiano Cenomaniano que tiene espesores de 800 m en el banco de Jalpan, reduciéndose a 200 y 300 m, presentando fondo con calcarenitas y el resto calizas grises a veces fosilíferas, Rudistas gasterópodos, Pelecípodos y otros, casi no existen amonitas. Estas rocas yacen en discordancia sobre la Formación Trancas, faltando la secuencias de Neocomiano Aptiano; entre Zimapán y Tolimán no se presenta el Aptiano. Respecto al Cretácico Superior, se presentan las Formaciones Indidura y Méndez (de cuencas neríticas) y las de Tamasopo y Cárdenas (son platafórmicas). Formación Las Trancas (Segerstrom, K., 1961) Jurásico Superior-Tetoniano (Portlandiano), las rocas más antiguas que afloran al suroeste del estado son lutitas y limolitas calcáreas, ligeramentefilitizadas de color gris obscuro, con intercalaciones de caliza arcillosa, parcialmente piritizada y capas delgadas de pedernal. La unidad tiende a formar bajos topográficos. Se han encontrado amonitas del género Paradontoceras del Portlandiano medio y superior (Titoniano) y los fragmentos asociados se refieren a los géneros Protocyloceras, Corongoceras y Spiticeras, en tanto que la parte superior de la formación parece que no tiene fósiles. En el Estado de Hidalgo también se presentan rocas del Cuaternario, que constituyen los rellenos del suelo, rocas emergidas del altiplano como productos de erosión, así como tobas del vulcanismo Cuaternario constituido por basalto principalmente. Las rocas clásticas que se presentan son gravas, arenas limosas, en depósitos lacustres constituidos por arcillas y arenas. Las rocas ígneas del Terciario se encuentran constituidas por granulitas, dioritas, andesitas, riolitas y basaltos.

Las rocas metamórficas son producidas por metamorfismo regional y su edad varía del Triásico al Paleozoico; no son abundantes pero hay esquistos, mármoles y filitas.

#### 4.4 TECTONICA Y GEOLOGIA HISTORICA (Tomado de López R., 1979).

A finales del Paleozoico y del Triásico, la mesa central estuvo sujeta a varios eventos tectónicos, afectándose por esfuerzos la gran columna estratigráfica de Norte a Sur, como se aprecia en Peñón Blanco, Zacatecas, dando como resultado que presenten un rumbo este-oeste los depósitos gruesos Paleozoico y Triásicos. La sedimentación del geosinclinal Paleozoico del Centro de México, presentó grosores de 5,000 m o más y que durante el levantamiento del Triásico Inferior, su aspecto tectónico fue borrado. En el Triásico Superior la sedimentación marina y continental rellenó y traslapó la topografía existente, formándose espesores gruesos de limolitas, arenas y lutitas, así como conglomerados, a excepción de la plataforma Valles, en San Luis Potosí, que empezaba a emerger y contenía capas rojas de origen continental, con espesores no determinados. Estas condiciones se mantuvieron hasta el Jurásico Inferior, que se depositó al sur y sureste del Altiplano. En el Jurásico Superior, desde el Oxfordiano, la plataforma estaba cubierta prácticamente, los mares invadieron gran parte de la República; provenían del oriente y permanecieron durante el Kimmeridgiano y Tithoniano, quedando emergida en parte la plataforma de Valles, San Luis Potosí; se encuentran en los flancos varios miles de metros de sedimentos. Aparentemente no hubo interrupción hasta el Cretácico Inferior, a pesar de haber encontrado capas rojas en grandes afloramientos en el Jurásico Superior (Formación La Joya). La columna geológica cretácica aparentemente es de mares neríticos y plataforma que dió lugar a más de 2000 m de evaporitas (Formación Guaxcamá), estuvo limitada en forma de Atolón, por rocas arrecifales, en la plataforma Valles de San Luis Potosí. Durante el Albiano Cenomaniano, continuaron su depósito las rocas platafórmicas, pero limitadas por una línea norte-sur pasando al oriente de Catorce, San Luis Potosí; la sedimentación al poniente fue de cuenca, como lo prueban los depósitos de amonitas. Estos mares del Jurásico Superior se continuaron hasta fines del Cretácico y principios del Terciario, cuando se realizó un desplazamiento al norte y oriente de la actual mesa central,

produciéndose un encogimiento horizontal de 50 km cuando menos, debido a compresiones plegantes de las rocas mesozoicas cuya orientación es norte-sur al oriente, y este oeste en la sierra de Torreón-Monterrey, formándose al mismo tiempo anticlinorios de pequeñas dimensiones orientadas de norte a sur como las de Catorce, Charcas, Peñon Blanco, Coapas, Guanajuato y Tolimán, donde afloran rocas del Paleozoico al Jurásico y debido a que afectaron raíces de las capas síalicas, originaron migraciones de ácidos (magmas), granitos, granodioritas, etc. Este gran levantamiento originó el retiro de los mares cretácicos. Al final del Terciario Superior se presenta gran actividad volcánica como producto final del ciclo tectónico.

#### 4.5 SUELOS

De acuerdo con la Carta de Suelos de la República Mexicana (Macías Villada, 1960), en las áreas montañosas del noreste y sureste, predominan suelos podzólicos; la distribución de suelos de Rendzina se limita a la zona baja de la Huasteca, en el Valle del Mezquital y la semillanura de Huichapan los de pradera de montaña y una faja de Chesnut en la zona de Ixmiquilpan. En el mapa de suelos de México (Aguilera, 1972), los Grandes Grupos que se mencionan para el Estado de Hidalgo son: Aridisoles, Vertisoles, suelos derivados de cenizas volcánicas y Andosoles.

#### 4.6 CLIMA

Debido a las diferencias de altitud se presentan en el estado dos diferentes zonas climáticas:

1. La Huasteca, con clima de tipo tropical (Aw), cálido-húmedo. En el mes de junio se registran temperaturas superiores a los 28°C y la temperatura media del mes más frío (enero) es de 18°C. Durante el verano y la primera mitad del otoño, se reciben las más altas precipitaciones pluviales que son de 1,075 mm.

2. La Altiplanicie, con clima seco estepario (Bs) y templado (Cw), por influencia de la altitud, el clima templado subhúmedo predomina en los municipios de Apam, Tizayuca y Tula, en tanto que el clima seco estepario se caracteriza en la

mayoría de los municipios del Valle del Mezquital por efecto de sombra orográfica originada principalmente por la Sierra de Pachuca.

#### 4.7 HIDROGRAFIA

El Río Tula nace en los flancos orientales del Cerro de La Bufa perteneciente a la Sierra del Monte Alto, Edo. de Méx., después de 200 km se une al Río San Juan, donde recibe el nombre de Río Moctezuma, hasta la confluencia del Río Pánuco, que desemboca en el Golfo de México (cerca de Tampico). Atraviesa el Valle del Mezquital de norte a sur.

El estado cuenta además con gran número de manantiales de aguas termales y minero-medicinales.

#### 4.8 VEGETACION

Dentro de las divisiones florísticas de México el estado se encuentra localizado en tres provincias:

1. Provincia de la Sierra Madre Oriental: presenta asociaciones de pino-encino y de los siguientes géneros endémicos: Greenmaniella, Loxothysanus y Mathiasella.

2. Provincia de la Altiplanicie: en ella predomina la vegetación de matorrales xerófilos, aunque son frecuentes los pastizales y los bosques espinosos (mezquitales). Se pueden mencionar como ejemplo los géneros Aniocarpus, Eutetras, Grusonia, Lophophora, Sartwellia y Sericodes. (Ver LAMINA 1).

3. Provincia de la Costa del Golfo de México: se presenta en algunas porciones del estado. El tipo de vegetación es bosque tropical perennifolio, con especies como Brosimum alicastrum, Celtis monoica (Miranda, 1947; Rzedowski, 1963), Licaria capitata, Dendropanax arboreus, Sideroxylon tempisque, Pithecellobium arboreum, Pouteria hypoglauca, Carpodiptera ameliae, Proium copal, Pimenta dioica, Ficus spp. En laderas con exposición sur muy inclinadas prosperan áreas intercaladas de matorral xerófilo y bosque tropical caducifolio de Bursera morelensis.

#### 4.9 AGRICULTURA

La agricultura que se practica en el estado es de temporal y de riego; los principales cultivos de la región, son maíz, jitomate, alfalfa, cebada, trigo, frijol. papa, café y frutales; en el noreste, existen plantaciones de maguey pulquero (Agave atrovirens) , A. salmiana), que cubren grandes extensiones cerriles; también hay cultivos del nopal de tuna ( Opuntia (Platyopuntia) spp . (ver LAMINA 1 y 2) .

## 5. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

## 5.1 LOCALIZACION

El Valle del Mezquital se encuentra limitado tomando aspectos geográficos, sociales, etnográficos y políticos, que han propiciado el aumento de la extensión del Valle. Se distingue la zona norte en Ixmiquilpan, la zona sur de Tula, incluyendo los valles y la zona norte de la región, al este por Actopan y al oeste por Huichapan, las coordenadas geográficas son 20°02' a 20°55' latitud norte y 98°48' a 99° 4' longitud oeste (Ver mapa 2).

El Valle se encuentra formado físicamente por 29 municipios que representan una superficie de 8094.60 km<sup>2</sup> y políticamente por 32 municipios con una superficie de 9685.30 km<sup>2</sup> (Ver mapa 3).

Los perfiles se realizaron en cuatro municipios del Valle del Mezquital:

| Municipio       | Coordenadas Geográficas |                | Altitud (en m) | Extensión (En km <sup>2</sup> ) | % dentro del Valle |
|-----------------|-------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|--------------------|
|                 | latitud norte           | longitud oeste |                |                                 |                    |
| 1. Chilcuatla   | 20°20'                  | 99°14'         | 1884           | 231.30                          | 2.35               |
| 2. Ixmiquilpan  | 20°29'                  | 99°13'         | 1745           | 565.30                          | 5.71               |
| 3. Progreso     | 20°18'                  | 99°12'         | 1900           | 106.00                          | 1.08               |
| 4. San Salvador | 20°15'                  | 99°05'         | 1978           | 200.40                          | 2.04               |

La localización y altitud de los 19 perfiles muestreados fué:

PERFIL JDV 1 , se localiza en la ladera exposición este del Cerro Corazón, a 3.5 km suroeste de Julián Villagrán, Municipio de San Salvador, a una altitud de 2,220 m snm.

PERFIL JDV 2, se localiza en la ladera exposición este del Cerro Corazón, a 4 km suroeste de Julián Villagrán, Municipio de San Salvador, a una altitud de 2,240 m snm.

PERFIL JD 3, se localiza a 135 m dirección sur, del km 60.5, de la carretera México Nuevo Laredo, en Xuchitlán, Municipio de San Salvador.

PERFIL JD 4, se localiza a 102 m dirección sur del km

59 de la carretera México-Nuevo Laredo, en Xochitlán, Municipio de San Salvador, a una altitud de 1,990 m snm.

PERFIL JANE 5, se localiza en Xochitlán a 4.5 km al norte de la cabecera municipal de Progreso, a una altitud de 1,965 m snm.

PERFIL JANE 6, se localiza en Xochitlán a 5.5 km al norte de la cabecera municipal de Progreso, a una altitud de 1980 m snm.

PERFIL JT 7, se localiza en Xochitlán, a 5.8 km de la cabecera municipal de Progreso, a una altitud de 1,990 m snm.

PERFIL JD 8, se localiza en Xochitlán, a 5.9 km de la cabecera municipal de Progreso, a una altitud de 1,900 m snm.

PERFIL JD 9, se localiza en Xochitlán, a 6.5 km de la cabecera municipal de Progreso, a una altitud de 1,920 m snm.

PERFIL JD 10, se localiza en Xuchitlán, Municipio de San Salvador, a 2 km al sur del km 59 de la carretera México-Nuevo Laredo, a una altitud de 1,860 m snm.

PERFIL JD 11, se localiza en Xochitlán a 4.4 km al noroeste de la cabecera municipal de Progreso, a una altitud de 1,860 m snm.

PERFIL JD 12, se localiza a 4.5 km al noroeste de la cabecera municipal de Progreso, a una altitud de 1,855 m snm.

PERFIL JD 13, se localiza a 4.6 km al noroeste de la cabecera municipal de Progreso, a una altitud de 1,850 m snm.

PERFIL JD 14, se localiza a 7 km al norte de la cabecera municipal de Progreso, a una altitud de 1,850 m snm.

PERFIL JD 15, se localiza a 8.7 km dirección norte de la cabecera municipal de Progreso, a una altitud de 1,820 m snm, en el Rancho "El Do" .

PERFIL JD 16, se localiza en El Jardín, a 10.4 km al norte de la cabecera municipal de Progreso a una altitud de

de 1,820 m snm.

PERFIL JD 17, se localiza en el Ejido de Chilcuautla, a 3.5 km al noreste del Municipio de Chilcuatla, a una altitud de 1,780 m snm.

PERFIL JD 18, se localiza en el Jardín, a 10.5 km al norte del Municipio de Progreso, a una altitud de 1,780 m snm.

PERFIL JD 19, se localiza a 1 km suroeste de Taxadho, Municipio de Ixmiquilpan, a una altitud de 1,690 m snm. (Para la Localización de los Sitios de Muestreo ver APENDICE 3).

## 5.2 FISIOGRAFIA

El Valle del Mezquital es una cuenca de origen lacustre, que ocupa las depresiones que se han formado entre el relieve de la llamada Mesa Central, los valles por los que está formado son:

Tula

Actopan

Mixquiahuala

Ixmiquilpan

Por los lados norte y noroeste el Mezquital está limitado por los cerros Juárez, La Muñeca, Picacho y Santuario; hacia el noreste y el este por las estribaciones de la Sierra Madre Oriental que principia por el cerro de Cuxmaye y la serie de elevaciones, entre las que se destaca el cerro Huadre; se prolonga hacia el sureste y el sur, con la serranía de Actopan, limitándolo los pueblos de Tlapacoya, Tlaxinca y la sierra del Mexe, al oeste las estribaciones del cerro Juárez y la serranía se prolonga al sur, cerros de San Juanico, por donde se abre el Río Tula. La zona tiene algunos relieves de importancia como el macizo montañoso de San Miguel de la Cal (Ver mapa 4).

## 5.3 HIDROLOGIA

Las aguas de la cuenca del Mezquital tienen salida por el Río Tula; estas aumentan su caudal con las aguas del desague del Valle de México, que viene por los tajos de Nochistongo y Tequisquiac.

El Río Actopan recorre de sur a norte, la parte oriental

de la cuenca, nace cerca de las poblaciones de Estanzuela, Tilcuautla y Santiago de Tlapacoya al este y sureste de la sierra del Mexe que la atraviesa entre los cerros Tepetate y el Tezontle, continúa hacia el norte pasando por los pueblos de Dexthó, Hacienda de la Vega, Lagunilla, entra a Ixmiquilpan, hasta Dedodhé, se dirige al oriente con el nombre de arroyo de Salitre y desemboca en el Río Tula (García Q., 1955).

El Río Metztitlán en el Municipio de Metztitlán, el Río Amajac atraviesa los municipios de Jacal y Metztitlán.

Las aportaciones de aguas subterráneas están constituidas por escurrimientos del Río Tula y el Salado, que a su vez reciben las aguas negras del Río Tula, (ver mapa 5).

#### 5.4 CLIMA

El clima que prevalece en el Valle es seco estepario (BS), de los más secos, con un cociente P/T de 14.1. Se encuentra en los límites de los climas muy secos por presentar una temperatura media anual sobre los 18°C; la época seca es en invierno y una corta temporada en el verano; con relación a la lluvia invernal, representa un 5 % de la anual; La oscilación de la temperatura es de 7° a 14°C; El mes más cálido antes del solsticio de verano. Según la clasificación de Koeppen, modificada por García E. (1973), el clima del Valle es BS<sub>0</sub>h w " (w)(e) g , (ver mapa 5).

#### 5.5 GEOLOGIA (Tomado de Blázquez L., 1938).

El origen del Valle del Mezquital es lacustre y se presentan rocas sedimentarias tales como calizas, que son las más antiguas, pizarras y conglomerados. Las rocas calizas emergieron en el Cretácico de la era Mesozoica y su presencia confiere al relieve una fisonomía kárstica, con formaciones de cavernas y resurgencias de ríos, tales como las grutas de Tolaltongo en Cardonal, y las grutas de Xoxafi en el Km 135 de la carretera México-Nuevo Laredo.

Existen abundantes afloramientos de rocas sedimentarias en los municipios de Jacala, Pacuala, Tula y Actopan, en pequeña porción en los municipios de Alfajayucan y Cardonal. En las sierras de Zimapán se extienden hasta Mixquiahuala; en éste

las calizas son de color gris ceniciento y se encuentran metamorfozadas; los estratos contienen fósiles.

A finales del Cretácico se efectuaron plegamientos; hacia el Mioceno principia una gran actividad volcánica, sufre levantamientos y producen rocas ígneas tales como riolitas, andesitas y basaltos que cubren grandes extensiones de los municipios de Huichapan, Nopala, Tecozautla y Chapantongo. Andesitas y riolitas forman elevaciones independientes en Mixquiahuala y la sierra de Zimapán. Las fracturas transversales facilitaron derrames de lava que afectaron la topografía de la región. Las montañas disminuyen la amplitud de los valles, interrumpiendo el drenaje establecido y dando lugar a la formación de lagos que actualmente son los Valles de Tula, Actopan e Ixmiquilpan, formando cuencas cerradas a partir de formaciones de andesitas. En los últimos tiempos terciarios empezó el rellenamiento de las cuencas que dieron lugar a valles.

En el Pleistoceno aparecen rocas basálticas, arenas y cenizas volcánicas, el basalto va de estribaciones de la sierra Zimapán a Tasquillo, se encuentran en la parte baja de los cerros de Mixquiahuala, en los municipios del sur, se asienta sobre calizas apizarradas que en la parte superior han sufrido meteorización; existen rocas andesíticas de hornblenda muy erosionada, descansando sobre margas que forman gruesas capas que pertenecen al Plioceno, están cubriendo a las calizas. En Tula las rocas son riolíticas vítreas, son de color rojo pardusco cubierto basalto, cargadas de olivino son abundantes, como las que se forman en los cerros de La Malinche y El Tesoro. Existen andesitas de hornblenda y grandes congregaciones de brecha en la parte superior de las montañas. Las formaciones cuaternarias recientes están formadas por arena, aluviones de río y por el material detrítico arrastrado por las aguas, acumuladas en las depresiones del terreno en márgenes de lagos y ríos, en las partes superiores de algunos valles tales como y en una ancha faja paralela al río Tula. Los valles están formados por

conglomerados de gravas y tobas. Las rocas metamórficas que se presentan son esquistos, filitas y mármol .

#### 5.6 SUELOS

En el estudio geológico del Valle del Mezquital (Macías V. 1960), menciona que los suelos son jóvenes, existiendo una franja de Chesnut en Ixmiquilpan, en tanto que más del 57 % de los suelos son de ladera y montaña; los porcentajes de esos suelos son:

|                    |      |
|--------------------|------|
| Suelos de montaña  | 39 % |
| Suelos de ladera   | 40 % |
| Suelos de Planicie | 21 % |

Con base en la clasificación agrológica (SARH, 1970), son suelos residuales y aluviales de primera, segunda y tercera clase. La región presenta avances de erosión marcada (ver mapa 8 ).

#### 5.7 VEGETACION

La vegetación en el Valle corresponde a la Provincia de la Altiplanicie, Rzedowski (1957), describe matorral de Flourensia en Actopan; en áreas de rocas calizas existe matorral de Agave stricta Rzedowski (1964), González Quintero L. (1968), describen encinares arbustivos en laderas 2,200 y 2,300 m snm, constituidos por Quercus microphylla, que miden de 20 a 30 cm de altura. Rzedowski ( et. al., 1964), describen el matorral con Opuntia streptacantha (nopal cardón), Zaluzania augusta (cenicilla), Mimosa biuncifera (uña de gato), con eventuales eminencias de Yucca filifera y Schinus molle . En zonas ricas en carbonatos de calcio se presenta Cephalocereus senilis , a veces con Neopringlea integrifolia, Montanoa xanthifolia. En las márgenes de los ríos existe Taxodium mucronatum (ahuehuete). González Quintero L. (1968), describe matorral crasicaule con Opuntia, en la sierra de Xinthe, del municipio de Pacuala, la mayor parte del municipio de Tecozutla y al oeste de Zimapán; menciona que el matorral

Shopora está representado por Prosopis sp(mezquite) y Mimosa biuncifera (uña de gato), localizado en el centro y una corta porción del norte del Valle del Mezquital. Se estiman 535,525 hectáreas de matorrales en el estado (SARH,1970). (ver mapa 9).

#### 5.8 FAUNA

Existe una relación íntima entre el medio y los seres vivos, que nos permite explicar una serie de adaptaciones a las condiciones de una zona determinada. Tales adaptaciones pueden manifestarse por cambios morfológicos, fisiológicos, o bien conductuales. En la zona de estudio existe un dominio en cuanto a diversidad de las aves, sobre los demás grupos de vertebrados, debido a la capacidad de migración de las primeras. En los Apéndices de lista florística y faunística se mencionan los organismos reportados en esa región y misma que no pretende ser completa.

#### 5.9 ACTIVIDADES HUMANAS

##### 5.9.1. Agricultura

Solamente una quinta parte del Valle tiene condiciones óptimas para la agricultura (Macías Villada, 1960), debido a las características topográficas del Valle; a pesar de ello las actividades agrícolas han ido en aumento, debido a la ampliación de sistema de riego, una considerable extensión es regada con aguas negras del Río Tula. En el Censo de 1970, se menciona que sólo el 32.8 % (169,615 ha), de un total de 517,660 ha, son aprovechables en labores agrícolas encontrándose limitadas por el suelo, clima y agua. Se cultivan maíz, trigo, alfalfa, cebada, chile verde, col y papas. Copevi Tomo III (1971), se menciona que el 32.8 % de tierras laborables, representan el 85 % del total de las tierras del estado; debido a que las regiones de planos y bajos ocupan la región del Valle del Mezquital. Existen también grandes extensiones de cultivos de Agave salmiana en terrenos cerriles, cultivos de nopal para

tuna Opuntia (Platyopuntia) spp ). Y plantaciones de maguey pulquero Agave atrovirens. Del maguey además de obtener el aguamiel concentrado, se sacan productos tales como miel de maguey, alcohol industrial, vinagre y gomas. Utilizan como alimento a los nopales, bisnaga, las flores fritas o cocidas del garambullo (Myrtillocactus geometrizans), las vainas del mezquite (Prosopis juliflora) en ciertos estados de desarrollo pueden comerse. Usan como forraje o incluso como alimento a Hechtia glonecrats. De los magueyes sacan el ixtle, del cual la parte de Tzita, es la fibra que usan para la manufactura de ayates, costales y morrales; la Huajá, es la fibra que aprovechan en cordelería para fabricar lazos, sogas y mecates. El mescal que es el producto de la raspa de los magueyes se usa como alimento para cerdos.

#### 5.9.2. GANADERIA

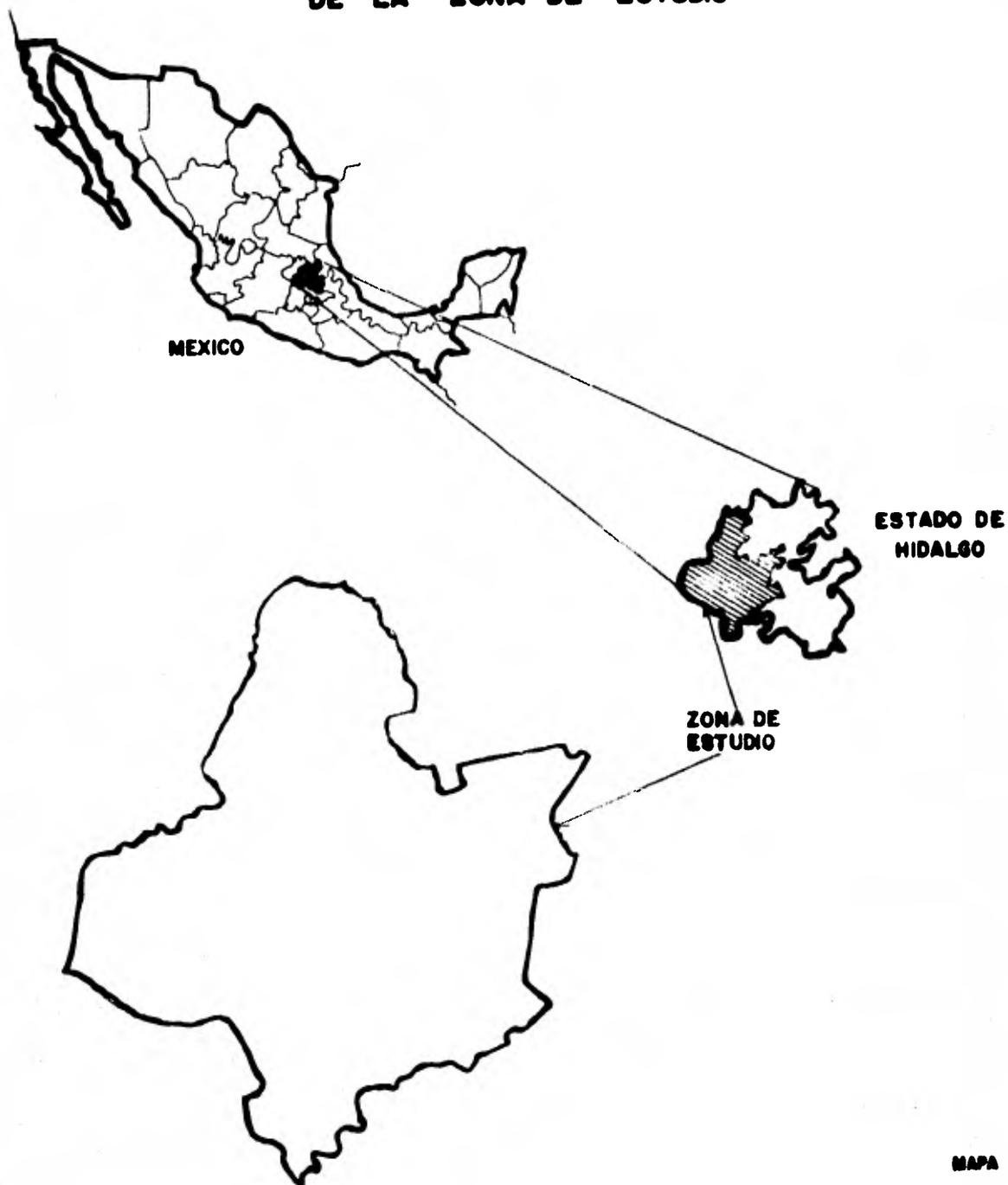
Se explota el ganado bovino, ovino y caprino, pero en general el sistema de explotación es obsoleto, faltan recursos económicos para mejorar el ganado y superficies adecuadas para el pastoreo.

#### 5.9.3. INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

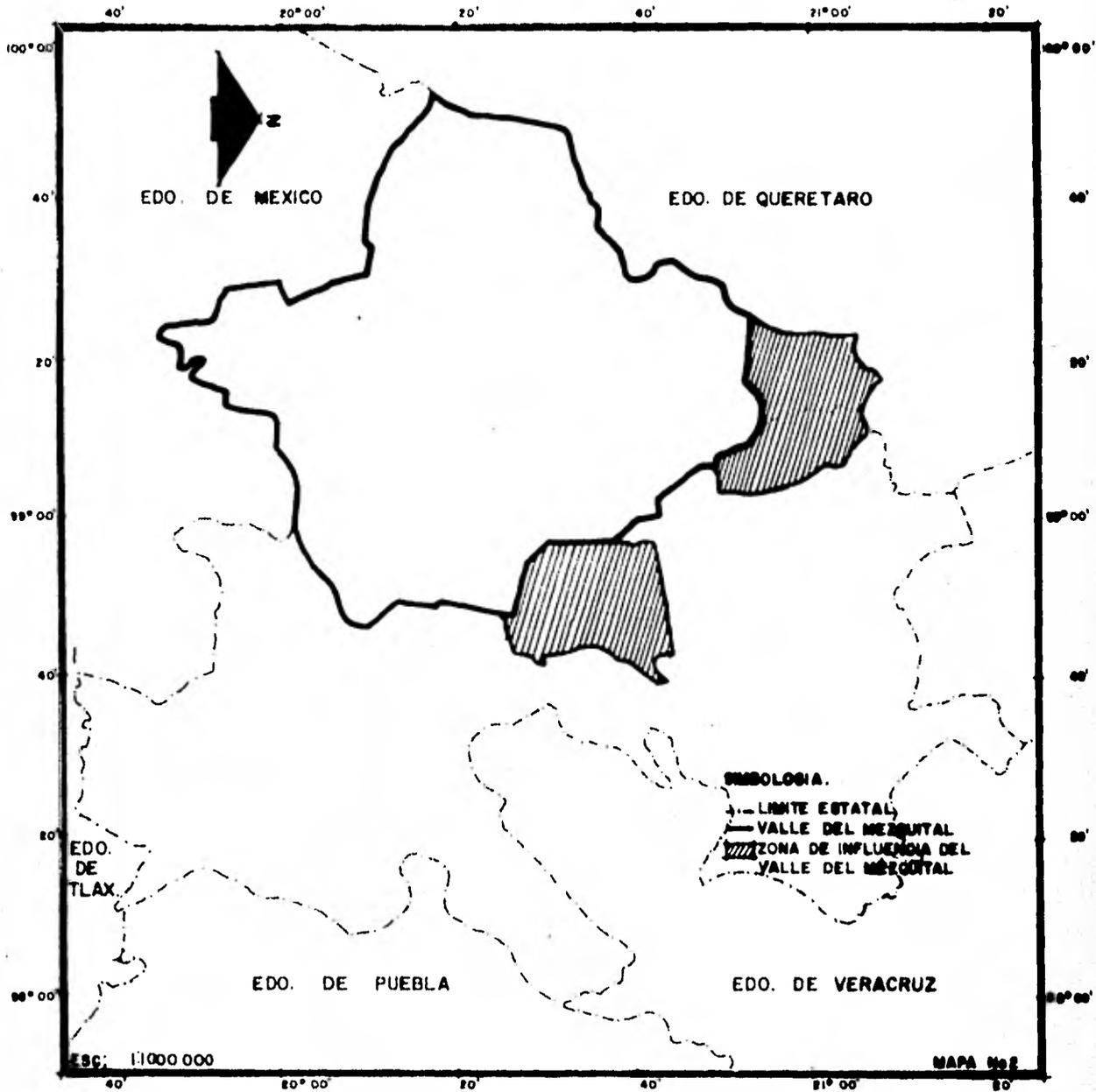
En los diferentes períodos geológicos se originaron materiales metálicos y no metálicos, con gran diversidad de rocas. En relación a los materiales metálicos se extraen en los municipios de Zimapán, Cardonal, Nicolás Flores y Jacala, Plomo, Zinc, Cobre, Plata y el Oro que solamente tiene importancia en pocas cantidades en el pueblo de Zimapán. La extracción de materiales no metálicos son la caliza, piedra pómez, obsidiana, mármol y basalto, para la industria y las artesanías. Debido a las impurezas que presentan, las vetas de plomo-argentíferas y zincíferas no se explotan en grandes cantidades. El alto contenido de carbonato de calcio, con pocas impurezas permite obtener por obtener por calcinación una cal blanca de alta calidad.

Al este de Tula se extrae yeso. El mármol se obtiene y se ocupa para recubrir superficies en la construcción urbana y para modelar figuras artísticas, así como para neutralizar en la industria química, se realiza en los municipios al sur del Mezquital, en Tepozán y Buenavista. También existe el caolín, que sirve para la fabricación de loza y porcelana. En los cerros de Jasso se extraen hematita y limonita que se usan como pigmentos. La piedra pómez se extiende en Tepetitlán y al noroeste de Tula.

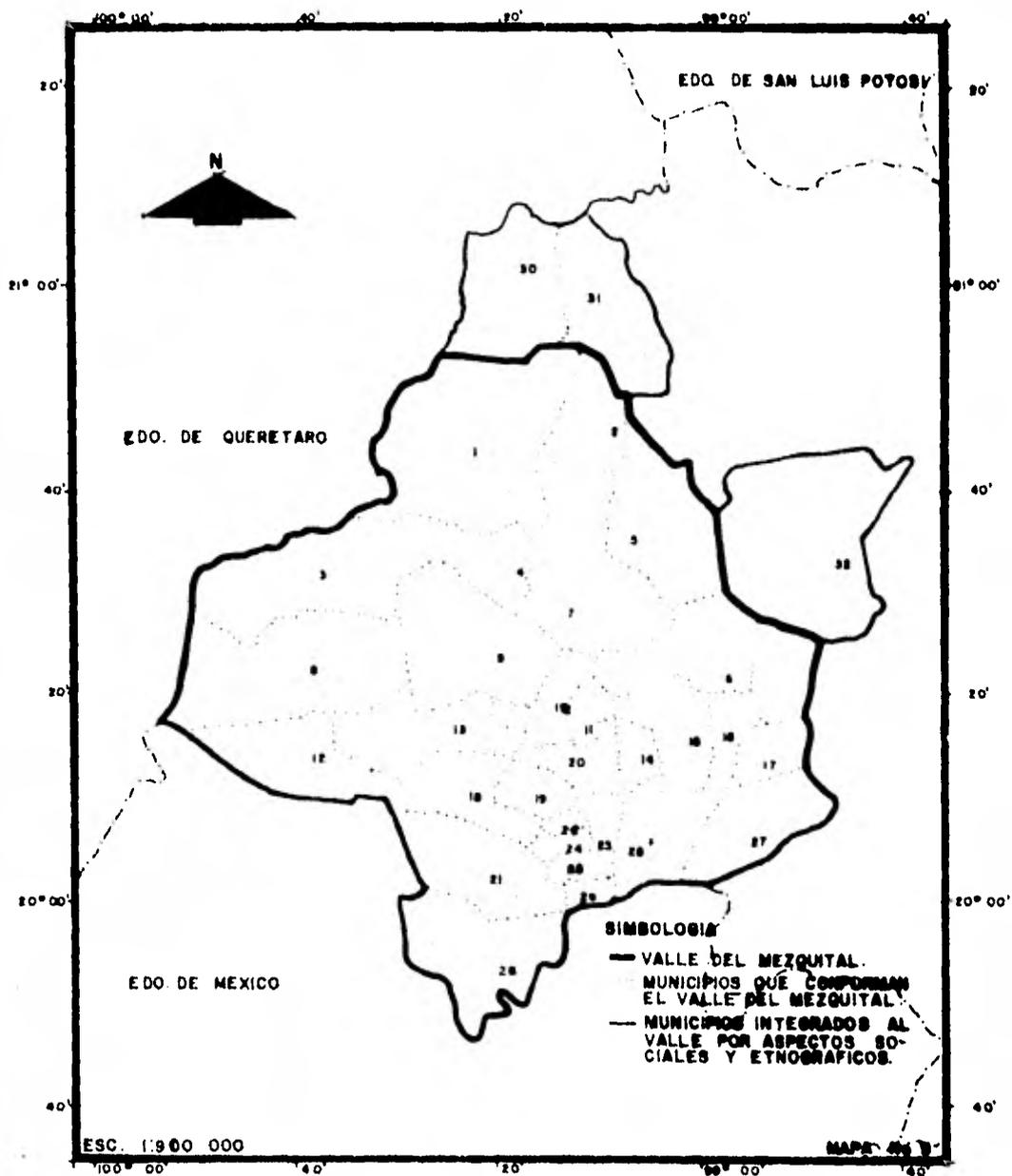
**LOCALIZACION GEOGRAFICA  
DE LA ZONA DE ESTUDIO**



# VALLE DEL MEZQUITAL, ESTADO DE HIDALGO



# VALLE DEL MEZQUITAL, ESTADO DE HIDALGO

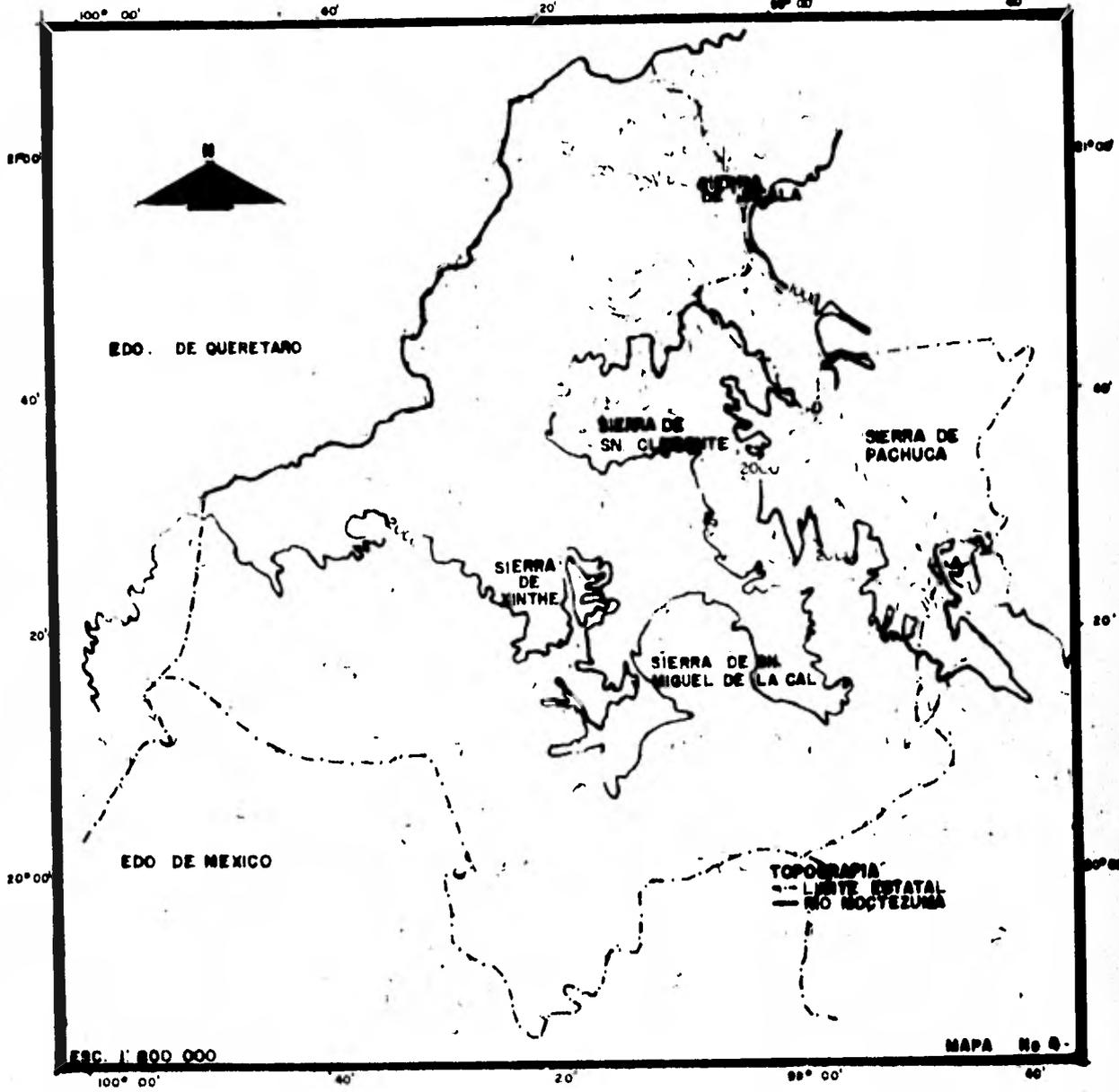


MUNICIPIOS QUE FORMAN EL  
VALLE DEL MEZQUITAL

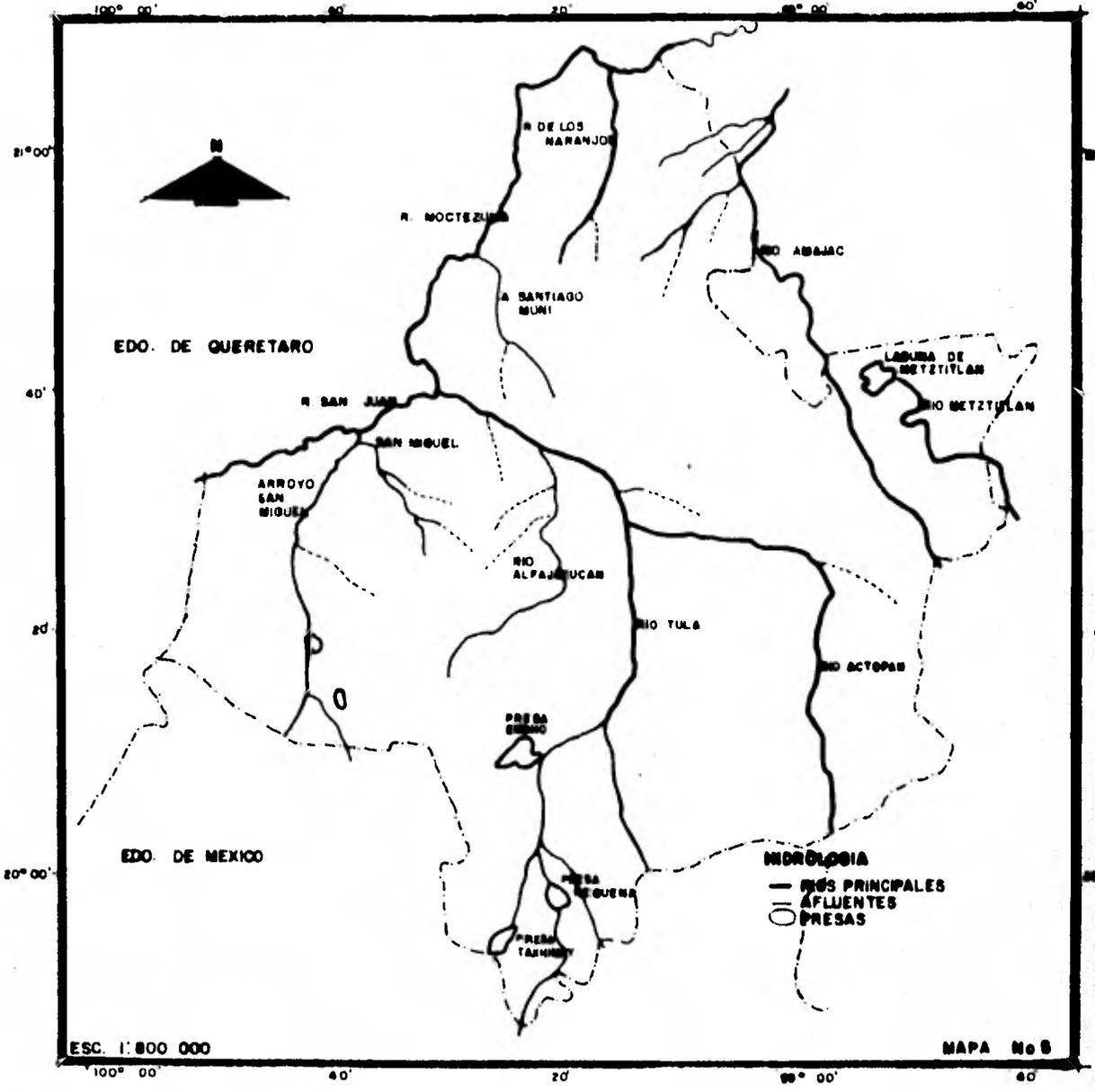
- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. ZIMAPAN              | 17. EL ARENAL            |
| 2. NICOLAS FLORES       | 18. TEPETITLAN           |
| 3. TECOZAUTLA           | 19. TEZONTEPEC DE ALDAMA |
| 4. TASQUILLO            | 20. MIXQUIAHUALA         |
| 5. CARDONAL             | 21. TULA DE ALLENDE      |
| 6. SANTIAGO DE ANAYA    | 22. TLAHUELIPAN          |
| 7. IXMIQUILPAN *        | 23. TETEPANGO            |
| 8. HUICHAPAN            | 24. TLAXCUAPAN           |
| 9. ALFAJAYUCAN          | 25. ATITALAQUIA          |
| 10. CHILCUAUTLA *       | 26. AJACUBA.             |
| 11. PROGRESO *          | 27. SAN AGUSTIN TLAXIACA |
| 12. NOPALA              | 28. TEPEJI DEL RIO       |
| 13. CHAPANTONGO         | 29. ATOTONILCO TULA      |
| 14. FRANCISCO I. MADERO | 30. PACULA               |
| 15. SAN SALVADOR *      | 31. JACALA               |
| 16. ACTOPAN             | 32. MEZTITLAN            |

\* Municipios donde se localizan los 19 perfiles  
muestreados en este trabajo.

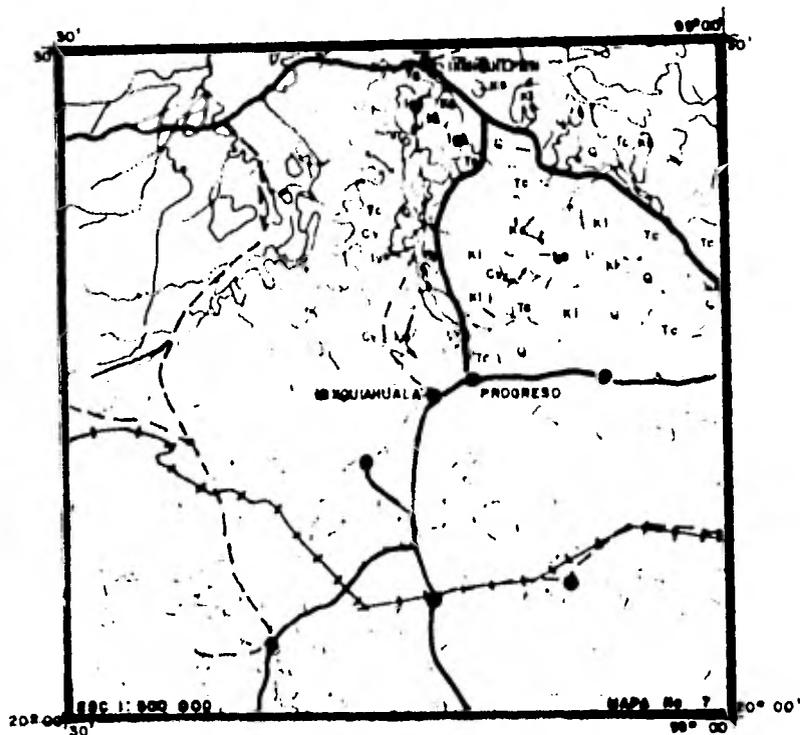
# VALLE DEL MEZQUITAL, ESTADO DE HIDALGO



# VALLE DEL MEZQUITAL, ESTADO DE HIDALGO



# GEOLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO



## SIMBOLOGIA

|                     |                       |  |
|---------------------|-----------------------|--|
| ROCAS SEDIMENTARIAS |                       | FORMACIONES  |
| [Cu]                | CUATERNARIO           | GRAVAS, SUELOS RESIDUALES<br>TOBAS ALTERADAS             |
| [Tc]                | TERCIARIO CONTINENTAL |  |
| [Ks]                | CRETACICO SUPERIOR    | MEXCALA, BOYOTAL<br>MENDEZ, SAN FELIPE, AGUA NUEVA       |
| [Ki]                | CRETACICO INFERIOR    | DOCTOR, CUESTA DEL CURA, LA PEÑA<br>SANTUARIO, TAMULIPAS |

## ROCAS IGNEAS

|      |                            |   |
|------|----------------------------|---|
| [Ie] | IGNEA EXTRUSIVO            | (r) RIOLITAS<br>(B) BASALTOS<br>(a) ANDESITAS |
| [T]  | TOBAS Y CENIZAS VOLCANICAS |   |

## SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

|       |                       |
|-------|-----------------------|
| —     | CARRETERA PAVIMENTADA |
| - - - | CARRETERA REVESTIDA   |
| ●     | POBLADO               |
| + + + | FERROCARRIL           |

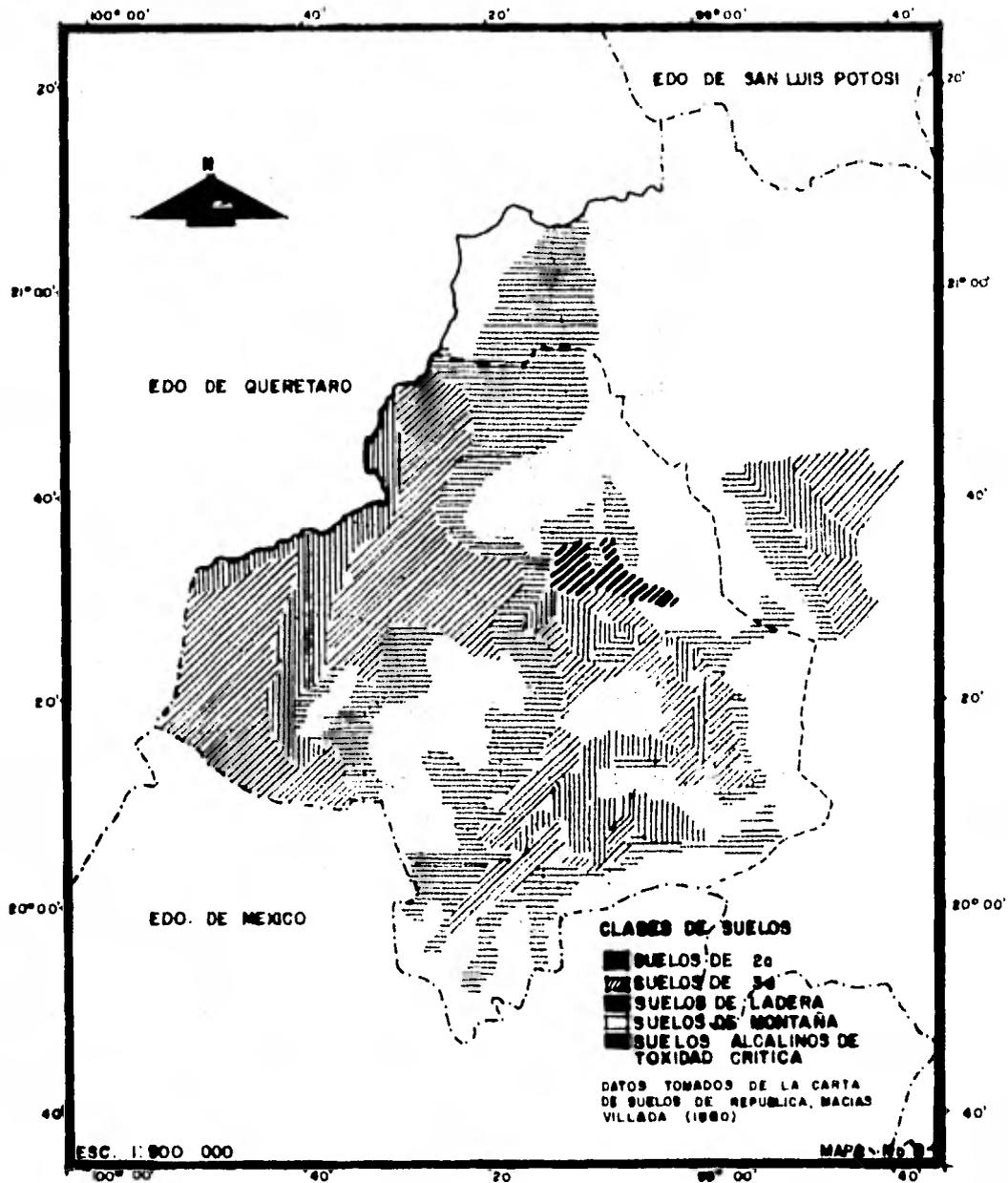
## SIMBOLOS GEOLOGICOS

CONTACTO GEOLOGICO

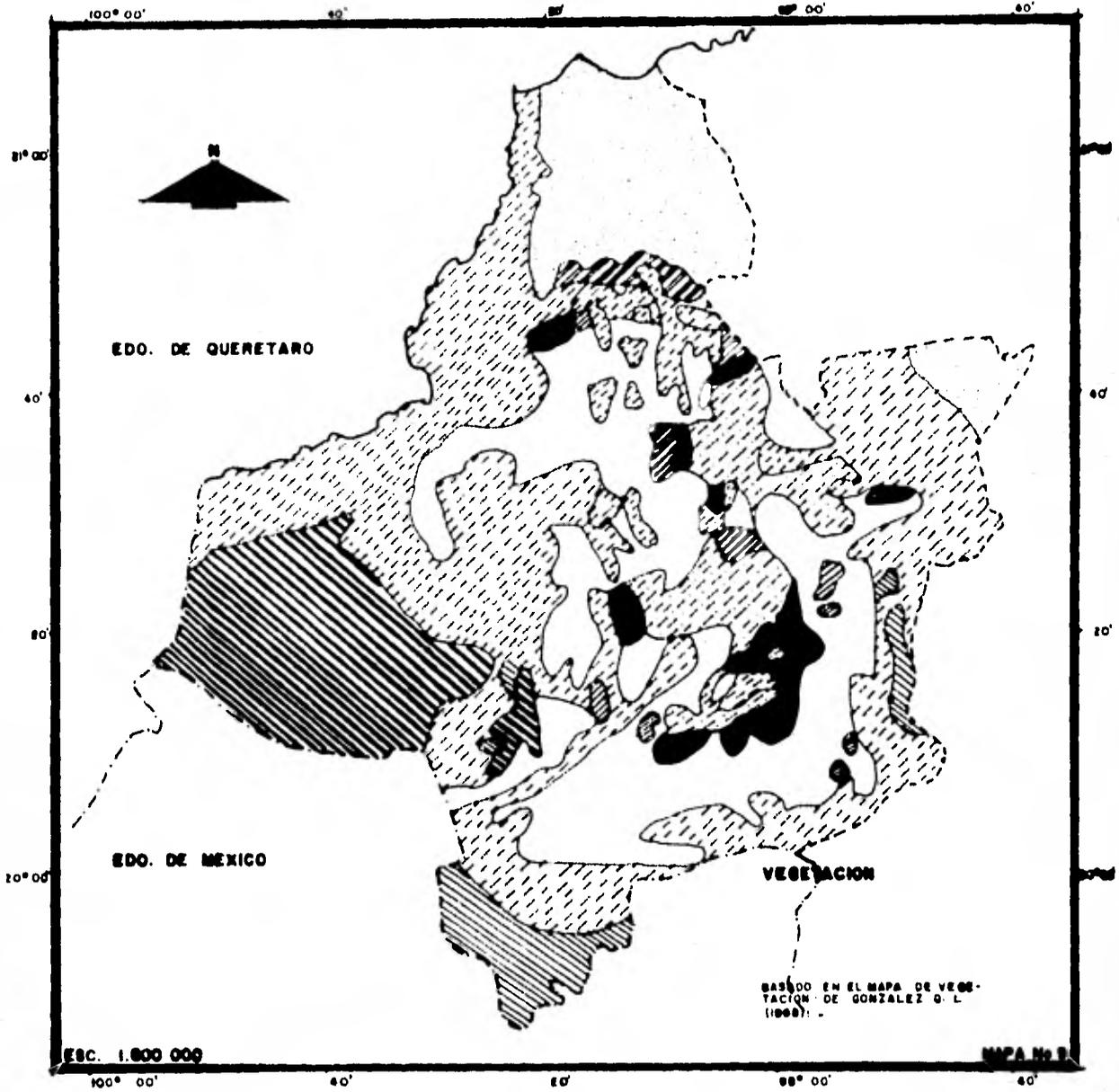
[ ] ZONA DE ESTUDIO

SACADO EN LA CARTA GEOLOGICA DE E. LOPEZ RAMOS (1978)

# VALLE DEL MEZQUITAL ESTADO DE HIDALGO



# VALLE DEL MEZQUITAL, ESTADO DE HIDALGO



## SIMBOLOGIA:

-  Pino-Encino
-  Matorral crasicaule
-  Matorral desértico
-  Matorral de Juniperus
-  Matorral de Prosopis (o mezquite)
-  Matorral de Quercus
-  Pastizal
-  Matorral de Flourensia
-  Matorral de Sophora
-  Areas cultivadas \*

\* Con la introducción del riego, se han incrementado considerablemente estas áreas.

## 6. MATERIAL Y METODO.

La investigación se dividió en seis etapas:

- 1a. Recopilación: de los estudios realizados en el Valle del Mezquital e información bibliográfica.
- 2a. Elección de puntos de muestreo: con base en un estudio de fotointerpretación, usando ocho fotografías aéreas del vuelo de CETENAL zona II A, de febrero de 1976, R-245 de la línea de vuelo 23, las fotografías 22, 23, 24 y 25, de la línea de vuelo 24 las fotografías 20, 21, 22 y 23, escala 1:50,000 en blanco y negro. Tomando en cuenta que fue en zona de vegetación original, agricultura de temporal y agricultura de riego, con geformas diferentes, sitios planos y con pendientes dentro del Valle del Mezquital.
- 3a. Reconocimiento en el campo de los puntos de muestreo: localizándolos mediante las fotografías aéreas y el mapa de topografía de CETENAL, febrero de 1979, hoja Ixmiquilpan. Colectando muestras de 10 en 10 centímetros de la superficie al fondo, colocando dos kg de tierra de cada muestra en bolsas de polietileno rotuladas. Las dimensiones de los perfiles fueron de 2 x 1 m y la profundidad varió dependiendo hasta donde encontramos el material parental.
- 4a. Trabajo de laboratorio: las muestras se secaron al aire, tomando precauciones para evitar contaminación; ya secas se molieron y se pasaron por un tamiz de 2 mm de abertura. Posteriormente se realizaron las pruebas físicas y químicas en el laboratorio.
- 5a. Clasificación de los suelos: con base en las observaciones de campo, análisis físicos y químicos de los suelos y siguiendo los lineamientos de la 7a. Aproximación (U.S.D.A., 1975).
- 6a. Comparación de los suelos: según el uso que tienen.

## 6.1 ANALISIS FISICOS

- 6.1.1 Color en seco y en húmedo, por comparación con las Tablas Munsell (1975).
- 6.1.2 Densidad aparente, por el método de la probeta.
- 6.1.3 Densidad real, mediante el método del picnómetro.
- 6.1.4 Espacio poroso, con base en la densidad aparente y real:

$$\text{Porosidad} = 1 - \frac{\text{Densidad aparente}}{\text{Densidad real}}$$

- 6.1.5 Textura, usando el método del hidrómetro (Bouyoucos, 1936), en el cual las muestras son tratadas con peróxido de hidrógeno al 36 ‰ para eliminar la materia orgánica y utilizando el oxalato y el metasilicato de sodio como dispersantes.

## 6.2 ANALISIS QUIMICOS

- 6.2.1 El pH se determinó:

Usando un potenciómetro de Beckman Zeromatic, con electrodos de vidrio, utilizando mezclas de suelo:

- con agua destilada relación 1:2.5 y 1:5.0
- con KCl pH 7, 1 N, relación 1:2.5 y 1:5.0

- 6.2.2 Materia orgánica.

Aplicando el método de Walkey y Black, modificado por Walkey (1947), haciendo una digestión húmeda con dicromato de potasio.

- 6.2.3 Capacidad de intercambio catiónico total.

Usando el método de centrifugación, saturando la muestra con cinco lavados de  $\text{CaCl}_2$ , pH 7, 1 N, cinco lavados con alcohol etílico y saturando nuevamente con  $\text{NaCl}$  1 N a pH 7. Titulando después por medio del versenato 0.02 N (Jackson, 1964).

- 6.2.4 y 6.2.5 Calcio y Magnesio intercambiable.

Por el método de la centrífuga, extrayendo con cinco lavados de acetato de amonio 1 N, pH 7. El Calcio

y Magnesio desplazados se titulan por el método del versenato 0.02 N (Jackson, 1964).

6.2.6 y 6.2.7 Sodio y Potasio intercambiable.

Utilizando acetato de amonio 1 N a pH 7 para la extracción con centrifuga, para su determinación se usó un flamómetro Coleman Junior (Black, 1965).

6.2.8 Nitratos.

Por el método de colorimetría, usando ácido fenoldisulfónico (Jackson, 1964).

6.2.9 Fósforo aprovechable.

Mediante el Método de Olsen, determinándolo después colorimétricamente por el método de azul de Molibdeno, en medio clorhídrico (Jackson, 1964), usando un colorímetro Leitz Mod. M.

## 7. RESULTADOS.

Se hicieron 19 perfiles en los municipios de San Salvador, Chilcuautla, Progreso e Ixmiquilpan. Cinco de los perfiles se hicieron en el matorral xerófilo, seis en suelos de agricultura de temporal y ocho en suelos de agricultura de riego por sangrías.

Los sitios muestreados comprenden un área de 165 km<sup>2</sup>, se obtuvieron 101 muestras. En las gráficas 20, 21 y 22 se muestra la distribución geográfica y altitudinal de los puntos de muestreo.

### 7.1 CARACTERISTICAS DE LOS PERFILES.

Perfil: JDV 1.  
 Localización: Se localiza en la ladera exposición este del Cerro Corazón, a 3.5 km dirección suroeste de Julián Villagrán, Mpio. de San Salvador.  
 Uso del suelo: Pastoreo de ganados ovino y caprino.  
 Precipitación anual: 287 mm  
 Temperatura medi anual: 18.6°C  
 Temperatura máxima: 41.0°C  
 Temperatura mínima: 5.2°C  
 Clima: BS<sub>o</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 2,220 m snm  
 Relieve: Con pendiente del 4%  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Matorral xerófilo, predomina el estrato arbustivo de Opuntia.  
 Pedregosidad: De un 70% sobre la superficie, con piedras de 3 a 5 cm

Los resultados obtenidos en las determinaciones físicas y químicas del perfil JDV 1 se muestran en el cuadro No. 1 y gráfica No. 1. Se puede observar que el color en seco del suelo es 10YR 6/1 Gris de los 0 a los 90 cm y de los 90 a los 150 cm, es 10YR 6/2 Gris pardusco brillante.

El color en húmedo es 10YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro de 0 a 110 cm y 10YR3/3 pardo oscuro de 110 a 150 cm.

La densidad aparente varía de 0.75 a 0.89 g/cc, notando que los valores de esta presentan poco cambio a través del perfil.

La densidad real varía de 1.47 a 2.08 g/cc, notando que en los primeros 30 cm permanece a 1.92 g/cc, disminuyendo hasta los 60 cm y posteriormente aumenta ligeramente a través del perfil.

Los valores de porosidad varían de 46.21 a 61.60 % , distribuyéndose homogéneamente en el perfil.

La textura en los 20 cm superficiales es migajón limoso, migajón arcilloso a los 30 cm y de los 40 a 120 cm es migajón arcilloso limoso. A 120 y 130 cm es migajón limoso, después es nuevamente migajón arcilloso limoso y de 140 a 150 cm es arcilloso limoso.

El pH varía de 8.1 a 8.4 en agua proporción 1:2.5, de 8.2 a 8.4 con agua en proporción a 1:5.0. Con KCl en proporción 1:2.5 varía de 7.6 a 7.9 , en tanto que a una proporción de 1:5.0 es de 8.1 a 8.2 .

La materia orgánica varía de 2.07 a 3.38 %.

La capacidad de intercambio catiónico total, varía de 32.0 a 37.6 meq/ 100 grs, observando que permanece más o menos constante.

Los valores de Ca<sup>++</sup> en el perfil son altos y varía de 70 a 90 meq/100 grs ; El Mg<sup>++</sup> se distribuye en forma heterogénea en el perfil y varía de 3 a 20 meq/100 grs .

El contenido de nitratos es bajo, de 2.20 a 0.50 ppm, el valor más alto se encuentra en la parte superficial.

El contenido de Fósforo varía de 11.98 a 3.30 ppm y a partir de 110 cm de profundidad ya no se presenta.

El contenido de Potasio varía de 4.63 a 1.05 meq/100 grs, los valores más altos corresponden a los 20 cm superficiales del suelo; posteriormente disminuyen en forma ligera y a partir de 120 cm de profundidad aumentan.

Con base en las observaciones de campo, determinaciones físicas y químicas en el laboratorio al Perfil JEV 1 se le ubica taxonómicamente de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                     |
|------------|---------------------|
| Orden      | Molisol             |
| Suborden   | Xeroll              |
| Gran Grupo | Calcixeroll         |
| Subgrupo   | Calcixeroll Arídico |

CUADRO NUMERO 1

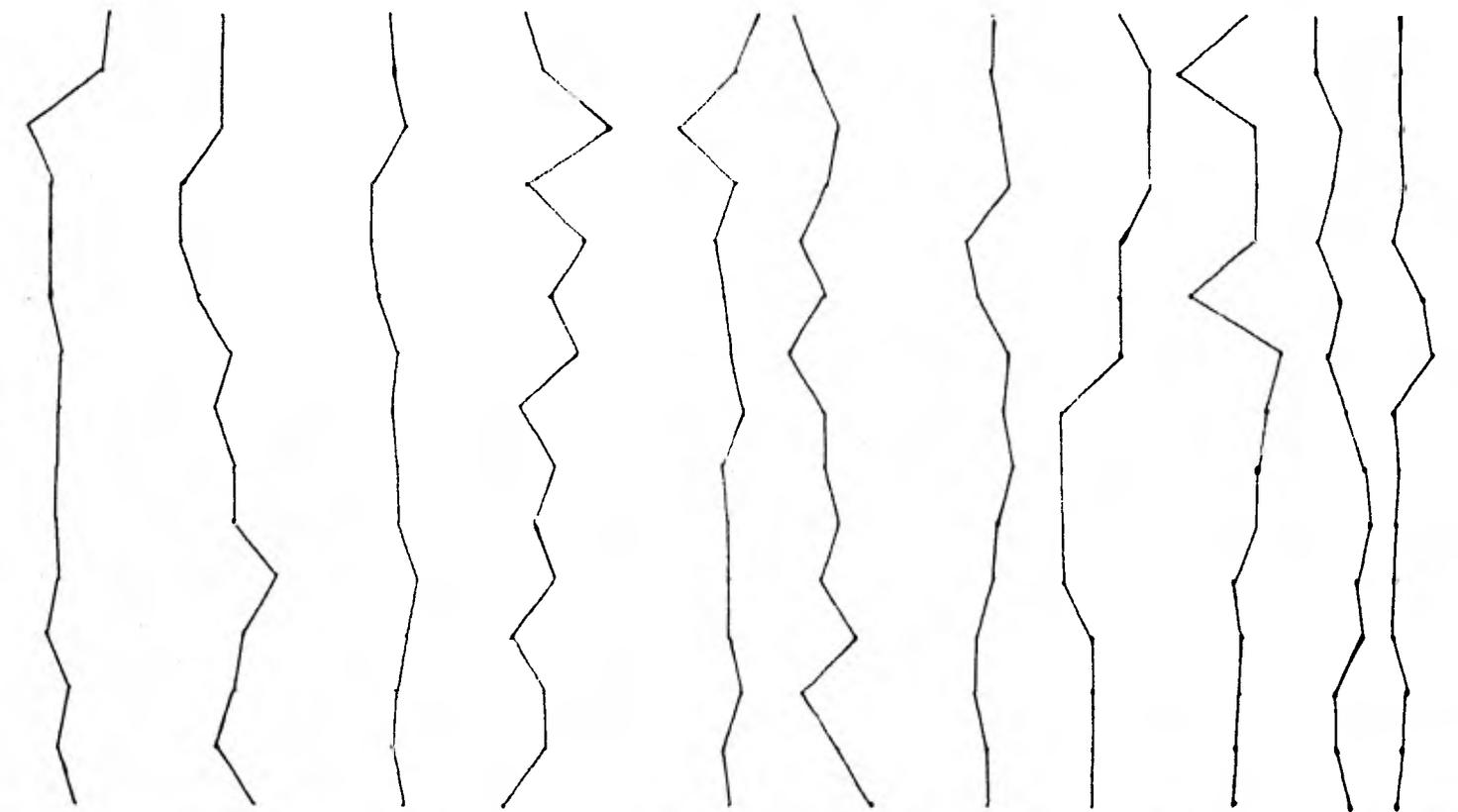
RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 1. PROCEDENCIA: EFIDO DE JULIAN VILLASRAN, MUNICIPIO SAN SALVADOR (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO. MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA. ALTITUD: 2220 msnm. CLIMA: BS<sub>0</sub>hw<sup>0</sup>(w)(e)g<sup>0</sup>. VEGETACION: MATORRAL XEROFILO.

| PROF.<br>(cm) | COLOR             |                          | D.A.<br>g/cc | D.E.<br>g/cc | HUMEDAD | TEXTURA |      |      |      | M.D. | pH      |       |                  |       | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup><br>mg / 100 grs. | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |       |  |
|---------------|-------------------|--------------------------|--------------|--------------|---------|---------|------|------|------|------|---------|-------|------------------|-------|----------|-----------------------------------|------------------|----------------|-------------------------------------|----------|-------|--|
|               | Seco              | Húmedo                   |              |              |         | Arena   |      | Limo |      |      | Arcilla |       | H <sub>2</sub> O |       |          |                                   |                  |                |                                     |          | FCL   |  |
|               |                   |                          |              |              |         | %       | %    | %    | %    |      | %       | 1:2.5 | 1:5.0            | 1:7.5 |          |                                   |                  |                |                                     |          | 1:5.0 |  |
| 0-10          | 10YR6/1<br>GRIS   | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.89         | 1.92         | 53.46   | 13.0    | 43.0 | 24.0 | 2.76 | 8.2  | 8.4     | 7.7   | 8.2              | 36.6  | 70       | 3                                 | 4.61             | 2.20           | 5.94                                |          |       |  |
| 10-20         | 10YR6/1<br>GRIS   | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.88         | 1.92         | 54.18   | 17.7    | 54.2 | 28.0 | 2.76 | 8.4  | 8.4     | 7.9   | 8.2              | 32.0  | 70       | 3                                 | 4.09             | 1.00           | 11.98                               |          |       |  |
| 20-30         | 10YR6/1<br>GRIS   | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.75         | 1.92         | 58.66   | 32.5    | 26.5 | 31.0 | 3.03 | 8.4  | 8.4     | 7.8   | 8.1              | 37.0  | 81       | 5                                 | 2.81             | 0.50           | 5.94                                |          |       |  |
| 30-40         | 10YR6/1<br>GRIS   | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.79         | 1.47         | 46.21   | 13.0    | 55.5 | 31.5 | 3.36 | 8.4  | 8.3     | 7.8   | 8.1              | 37.4  | 78       | 6                                 | 1.72             | 1.35           | 9.24                                |          |       |  |
| 40-50         | 10YR6/1<br>GRIS   | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.79         | 1.47         | 46.28   | 27.5    | 47.5 | 25.0 | 1.65 | 8.3  | 8.4     | 7.8   | 8.1              | 37.2  | 71       | 4                                 | 2.07             | 0.90           | 3.3                                 |          |       |  |
| 50-60         | 10YR6/1<br>GRIS   | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.79         | 1.56         | 49.76   | 20.0    | 50.0 | 30.0 | 2.21 | 8.3  | 8.4     | 7.7   | 8.1              | 32.6  | 60       | 18                                | 1.08             | 1.35           | -                                   |          |       |  |
| 60-70         | 10YR6/1<br>GRIS   | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.81         | 1.78         | 54.60   | 25.5    | 52.5 | 22.0 | 3.24 | 8.3  | 8.4     | 7.7   | 8.1              | 38.4  | 75       | 20                                | 1.05             | -              | 3.3                                 |          |       |  |
| 70-80         | 10YR6/1<br>GRIS   | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.81         | 1.67         | 51.28   | 12.5    | 57.5 | 30.0 | 3.09 | 8.1  | 8.3     | 7.7   | 8.1              | 38.0  | 83       | 8                                 | 1.24             | -              | 5.94                                |          |       |  |
| 80-90         | 10YR6/1<br>GRIS   | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.60         | 1.79         | 55.03   | 20.0    | 50.0 | 30.0 | 3.53 | 8.1  | 8.2     | 7.7   | 8.1              | 37.6  | 94       | 11                                | 1.43             | -              | 5.94                                |          |       |  |
| 90-100        | 10YR6/2<br>GPB ** | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.80         | 1.79         | 55.42   | 15.0    | 52.0 | 33.0 | 2.62 | 8.1  | 8.3     | 7.9   | 8.0              | 37.2  | 95       | 6                                 | 1.53             | -              | -                                   |          |       |  |
| 100-110       | 10YR6/2<br>GPB ** | 10YR3/2<br>PGMO *        | 0.80         | 2.08         | 61.60   | 19.0    | 52.0 | 29.0 | 2.65 | 8.1  | 8.3     | 7.7   | 8.1              | 35.6  | 87       | 6                                 | 1.59             | -              | 3.3                                 |          |       |  |
| 110-120       | 10YR6/2<br>GPB ** | 10YR3/3<br>PARDO OBSCURO | 0.78         | 1.85         | 57.98   | 10.0    | 53.5 | 36.5 | 2.14 | 8.2  | 8.3     | 7.7   | 8.1              | 36.2  | 90       | 5                                 | 1.56             | -              | -                                   |          |       |  |
| 120-130       | 10YR6/2<br>GPB ** | 10YR3/3<br>PARDO OBSCURO | 0.82         | 1.79         | 54.13   | 18.0    | 56.5 | 25.2 | 2.07 | 8.2  | 8.4     | 7.7   | 8.1              | 36.0  | 78       | 9                                 | 3.26             | -              | -                                   |          |       |  |
| 130-140       | 10YR6/2<br>GPB ** | 10YR3/3<br>PARDO OBSCURO | 0.80         | 1.67         | 52.12   | 17.5    | 50.0 | 32.5 | 2.43 | 8.2  | 8.4     | 7.8   | 8.2              | 35.6  | 79       | 8                                 | 3.19             | -              | -                                   |          |       |  |
| 140-150       | 10YR6/2<br>GPB ** | 10YR3/3<br>PARDO OBSCURO | 0.83         | 1.92         | 56.84   | 7.5     | 52.0 | 40.5 | 2.43 | 8.2  | 8.4     | 7.6   | 8.2              | 35.2  | 85       | 7                                 | 3.19             | -              | -                                   |          |       |  |

Abreviaturas: PGMO \*=Pardo grisáceo muy obscuro; GPB \*\* =Gris pardusco brillante

RAPPA 131107

0-10  
10-20  
20-30  
30-40  
40-50  
50-60  
60-70  
70-80  
80-90  
90-100  
100-110  
110-120  
120-130  
130-140  
140-150



|       |           |                |       |            |         |             |         |                 |          |        |      |
|-------|-----------|----------------|-------|------------|---------|-------------|---------|-----------------|----------|--------|------|
|       | 0.75 0.85 | 1.40 1.80 2.00 | 45 60 | 7 10 15 20 | 0.0 0.1 | 0.0 0.1 0.2 | 1 2 3 4 | 4.0 4.5 5.0 5.5 | 12 15 18 | 75 100 | 2 27 |
| PROF. | D.A.      | N.S.           | D.F.  | Arsenic    | Mn      | As(III)     | Hg      | C.I.C.T.        | Ca++     | Fe++   |      |
| (cm)  | g/cc      | g/cc           | g     | g          | g       | g           | g       | mg/l            | mg/100g  | mg     | mg   |

Perfil: JDV 2  
 Localización: Se encuentra en la ladera exposición este del Cerro Corazón, a cuatro km dirección suroeste del Ejido Julián Villagrán, Mpio. de San Salvador.  
 Uso del suelo: Pastoreo de ganados ovino y caprino.  
 Precipitación anual: 287 mm  
 Temperatura media anual: 18.6°C  
 Temperatura máxima: 41.0°C  
 Temperatura mínima: 5.2 °C  
 Clima: BS<sub>o</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 2,240 m snm  
 Relieve: Con pendiente del 6%  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Matorral xerófilo, predomina el estrato arbustivo con Opuntia spp.  
 Pedregosidad: De un 70% con piedras de 3 a 5 cm de tamaño.

Los resultados en las determinaciones físicas y químicas del perfil JDV 2, se muestran en el cuadro 2 y gráfica 2. La altura del perfil es de 60 cm.

Se pudo observar que el color en seco fue 10YR 6/2 gris pardusco brillante en todo el perfil.

El color en húmedo es 10YR 2/2 pardo muy oscuro y permanece constante a través de todo el perfil.

En todo el perfil la textura es migajón limoso.

Los valores de materia orgánica son medios y varían de 5.46 a 2.14%, disminuyendo conforme aumenta la profundidad.

El pH en agua relación 1:2.5 varía de 8.2 a 8.4, en relación 1:5.0 el pH varía de 8.3 a 8.4. El pH con KCl en proporción 1:2.5 va de 7.6 a 7.8, en tanto que en relación 1:5.0 varía de 7.9 a 8.2.

La capacidad de intercambio catiónico total aumenta ligeramente a mayor profundidad fluctuando de 32.4 a 41.8 meq/100 g.

Los valores de  $\text{Ca}^{++}$  son altos y permanecen constantes a lo largo del perfil, variando de 70 a 81 meq/100 g.

Los valores de  $\text{Mg}^{++}$  varían de 4 a 7 meq/100 g.

El contenido de nitratos va de 0.50 a 2.65 ppm, se observa que a mayor profundidad los valores disminuyen y a partir de los 50 cm dejan de presentarse.

El contenido de Fósforo varía de 3.30 a 5.94 ppm, disminuyendo con la profundidad, pero a partir de los 30 cm desaparecen.

El contenido de Potasio varía de 7.00 a 8.25 meq/100 g.

Con base en las observaciones de campo, determinaciones físicas y químicas en el laboratorio, al perfil JDV 2 se le ubica taxonómicamente de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| Orden      | Entisol               |
| Suborden   | Psamment              |
| Gran Grupo | Torrripsamment        |
| Subgrupo   | Torrripsamment Xérico |

CUADRO NUMERO 2

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JDV 2 . PROCEDENCIA: EJIDO DE JULIAN VILLAGRAN, MUNICIPIO SAN SALVADOR (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO . MATERIAL PARENTAL:ROCA CALIZA . ALTITUD: 2240 msnm . CLIMA: BS-hw''(w)(e)E . VEGETACION: MATORRAL XEROFILO .

| PROF.<br>(cm) | COLOR          |                     | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD<br>% | TEXTURA        |      |         | H.O.  |       | pH    |       | C.I.C.T.<br>meq/ 100 | Ca ++<br>grs. | Mg++ | K+ | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |      |
|---------------|----------------|---------------------|--------------|--------------|----------------|----------------|------|---------|-------|-------|-------|-------|----------------------|---------------|------|----|-------------------------------------|----------|------|
|               | Seco           | Húmedo              |              |              |                | Arena          | Limo | Arcilla | 1:2.5 | 1:5.0 | 1:2.5 | 1:5.0 |                      |               |      |    |                                     |          |      |
| 0-10          | 10YR6/2        | 10YR2/2             | 0.94         | 1.61         | 36.51          | 33.0           | 45.5 | 21.5    | 5.46  | 8.2   | 8.3   | 7.8   | 8.0                  | 32.4          | 73   | 6  | 7.00                                | 2.65     | 5.94 |
|               | GRIS PAR-DUSCO | PARDO MUY BRILLANTE |              |              |                |                |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
|               |                |                     |              |              |                | MIGAJON LIMOSO |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
| 10-20         | 10YR6/2        | 10YR2/2             | 0.96         | 1.79         | 48.87          | 23.0           | 50.5 | 26.5    | 5.31  | 8.2   | 8.3   | 7.6   | 8.0                  | 39.6          | 75   | 4  | 8.25                                | 2.65     | -    |
|               | GRIS PAR-DUSCO | PARDO MUY BRILLANTE |              |              |                |                |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
|               |                |                     |              |              |                | MIGAJON LIMOSO |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
| 20-30         | 10YR6/2        | 10YR2/2             | 0.97         | 1.92         | 55.02          | 15.5           | 55.5 | 29.0    | 3.19  | 8.3   | 8.3   | 7.7   | 8.2                  | 40.8          | 71   | 7  | 7.50                                | -        | 3.30 |
|               | GRIS PAR-DUSCO | PARDO MUY BRILLANTE |              |              |                |                |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
|               |                |                     |              |              |                | MIGAJON LIMOSO |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
| 30-40         | 10YR6/2        | 10YR2/2             | 1.01         | 1.92         | 55.85          | 23.0           | 53.0 | 24.0    | 3.16  | 8.3   | 8.4   | 7.7   | 8.0                  | 41.2          | 74   | 6  | 7.50                                | 0.50     | -    |
|               | GRIS PAR-DUSCO | PARDO MUY BRILLANTE |              |              |                |                |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
|               |                |                     |              |              |                | MIGAJON LIMOSO |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
| 40-50         | 10YR6/2        | 10YR2/2             | 0.98         | 2.00         | 56.15          | 34.0           | 44.5 | 21.5    | 3.68  | 8.3   | 8.4   | 7.7   | 7.9                  | 41.8          | 70   | 7  | 7.25                                | -        | -    |
|               | GRIS PAR-DUSCO | PARDO MUY BRILLANTE |              |              |                |                |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
|               |                |                     |              |              |                | MIGAJON LIMOSO |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
| 50-60         | 10YR6/2        | 10YR2/2             | 0.86         | 2.00         | 56.15          | 23.0           | 63.0 | 14.0    | 2.14  | 8.4   | 8.4   | 7.7   | 8.0                  | 40.6          | 81   | 5  | 8.00                                | -        | -    |
|               | GRIS PAR-DUSCO | PARDO MUY BRILLANTE |              |              |                |                |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |
|               |                |                     |              |              |                | MIGAJON LIMOSO |      |         |       |       |       |       |                      |               |      |    |                                     |          |      |



Perfil: JD 3  
 Localización: Se encuentra a 135 m dirección sur del  
 km 60.5, de la carretera México-Nuevo  
 Laredo, en Xuchitlán, Municipio San Salvador.  
 Uso del suelo: Pastoreo de ganados ovino y caprino.  
 Precipitación anual: 287 mm  
 Temperatura media anual: 18.6°C  
 Temperatura máxima: 41.0°C  
 Temperatura mínima: 5.2°C  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 2,000 m snm  
 Relieve: Convexo  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Matorral xerófilo, con predominio de Agave sp,  
Hechtia podanta y Karwinskia humboldtiana .  
 Pedregosidad: Presenta en la superficie un 90 % de piedras,  
 de dos tamaños; Un 50 % de 3 a 5 cm y un 40 %  
 de piedras de 15 a 20 cm; tienen forma  
 angular.

Los resultados obtenidos en las determinaciones físicas y químicas del perfil JD 3 , se muestran en el cuadro 3 y gráfica 3 . La profundidad del perfil es de 30 cm.

El color en seco corresponde a 10YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro, en todo el perfil.

El color en húmedo permanece constante en todo el perfil y corresponde a 10YR2/1 negro.

A lo largo del perfil se presentan moteados de color café claro en un 5 %.

La textura es migajón limoso a través de todo el perfil.

La densidad aparente va de 0.90 a 0.95 g/cc .

La densidad real varía de 1.92 a 2.08 g/cc .

La porosidad va de 50.60 a 55.36%.

La cantidad de materia orgánica es alta, variando de 7.79 a 8.90 % .

El pH con agua en relación 1:2.5 es de 8.2 en todo el perfil, en relación 1:5.0 va de 8.1 a 8.3. Con KCl relación 1:2.5 va de 7.8 a 7.7 en tanto que en relación 1:5.0 va de 8 a 7.9 . Notando que se hace ligeramente menos alcalino a mayor profundidad.

El contenido de materia orgánica es alto, variando de 7.79 a 8.90 %.

La capacidad de intercambio catiónico total varía de 35.4 a 48.0 meq/100 g .

El contenido de Ca<sup>++</sup> es alto y va de 60 a 79 meq/100 g .

El Mg<sup>++</sup> se presenta en una proporción de 2 a 6 meq/100 g.

El contenido de nitratos disminuye conforme aumenta la profundidad y varía de 4.45 a 3.50 ppm.

El Fósforo va de 3.30 a 9.24 ppm, notándose que a mayor profundidad hay un incremento .

La cantidad de Potasio es de 0.50 a 1.75 meq/100 g .

Con base en las observaciones de campo y las determinaciones físicas y químicas realizadas en el laboratorio, el Perfil JD 3 se le ubica taxonómicamente de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Orden      | Entisol           |
| Suborden   | Orthent           |
| Gran Grupo | Xerorthent        |
| Subgrupo   | Xerorthent Lítico |

CUADRO NUMERO 3

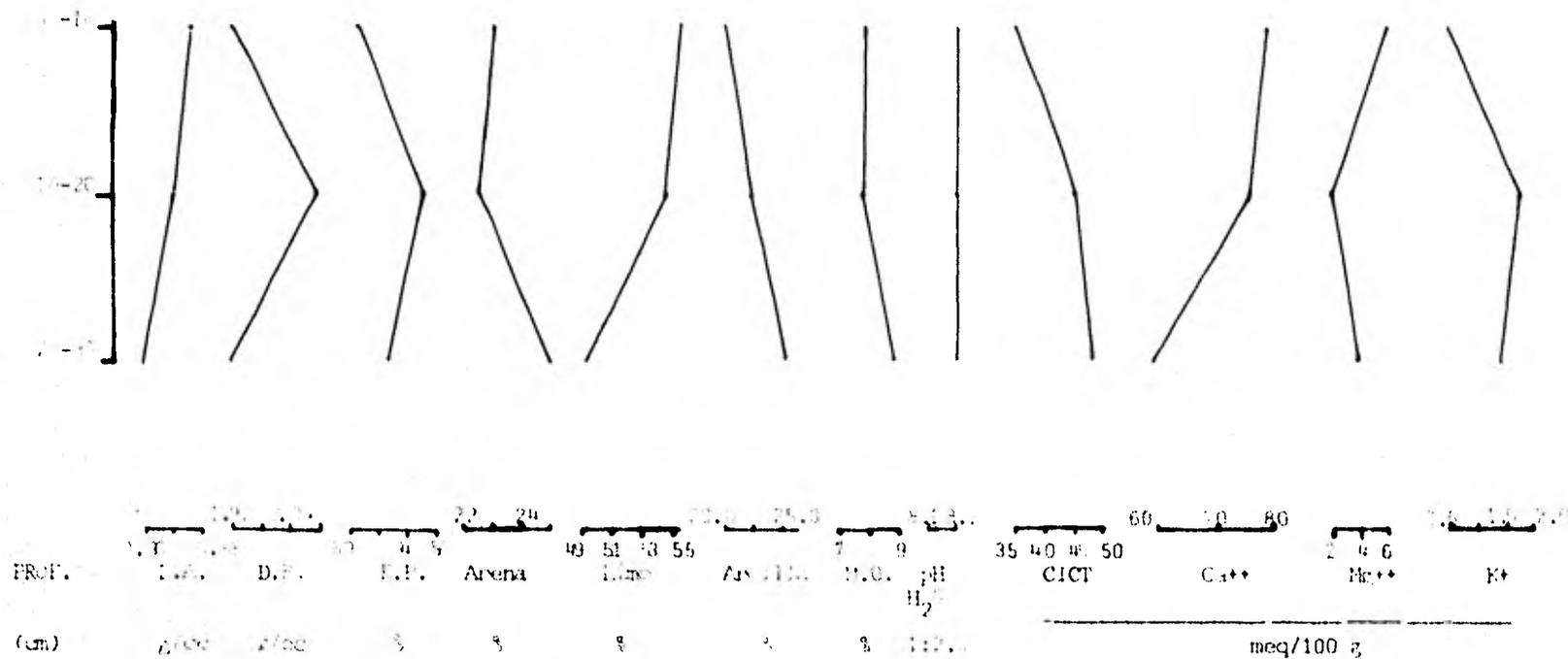
RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL JD 3 . PROCEIDENCIA: XUCHITLAN , MUNICIPIO SAN SALVADOR (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO.  
 MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA. ALTITUD: 2000 msnm . CLIMA: BS<sub>0</sub>hw''(w)(e)g . VEGETACION: MATORRAL XEROFITO .

| PROF.<br>(cm) | COLOR                                 |                  | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD |      | TEXTURA |                                 |                    | M.O.<br>% | pH  |     | C.I.C.T.<br>meq/100 | Ca <sup>++</sup><br>100 | Mg <sup>++</sup><br>grs. | K <sup>+</sup><br>ppm | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |      |
|---------------|---------------------------------------|------------------|--------------|--------------|-----------|------|---------|---------------------------------|--------------------|-----------|-----|-----|---------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------|------|
|               | Seco                                  | Húmedo           |              |              | Areña     | Limo | Arcilla | H <sub>2</sub> O<br>1:2.5 1:5.0 | KCl<br>1:2.5 1:5.0 |           |     |     |                     |                         |                          |                       |                                     |          |      |
| 0-10          | 10YR3/2<br>PARDO GRISA-<br>CEO OSCURO | 10YR2/1<br>NEGRO | 0.96         | 1.92         | 50.60     | 23.0 | 57.0    | 20.0                            | 7.86               | 8.2       | 8.3 | 7.8 | 8.0                 | 35.4                    | 79                       | 6                     | 0.50                                | 4.45     | 3.30 |
| 10-20         | 10YR3/2<br>PARDO GRISA-<br>CEO OSCURO | 10YR2/1<br>NEGRO | 0.94         | 2.08         | 55.36     | 22.5 | 55.0    | 22.5                            | 7.79               | 8.2       | 8.3 | 7.8 | 7.9                 | 45.8                    | 60                       | 2                     | 1.75                                | 3.50     | 3.30 |
| 20-30         | 10YR3/2<br>PARDO GRISA-<br>CEO OSCURO | 10YR2/1<br>NEGRO | 0.90         | 1.92         | 53.20     | 25.0 | 49.5    | 25.5                            | 8.90               | 8.2       | 8.1 | 7.7 | 7.9                 | 48.0                    | 76                       | 4                     | 1.50                                | 3.40     | 9.24 |

CUADRO NUMERO 4

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL JD 4 . PROCEIDENCIA : XUCHITLAN, MUNICIPIO SAN SALVADOR (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO.  
 MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA . ALTITUD: 1990 msnm . CLIMA: BS<sub>0</sub>hw''(w)(e)g . VEGETACION: MATORRAL XEROFITO .

| PROF.<br>(cm) | COLOR                                 |   | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD |      | TEXTURA |                                 |                    | M.O.<br>% | pH  |     | C.I.C.T.<br>meq/100 | Ca <sup>++</sup><br>100 | Mg <sup>++</sup><br>grs. | K <sup>+</sup><br>ppm | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |      |
|---------------|---------------------------------------|---|--------------|--------------|-----------|------|---------|---------------------------------|--------------------|-----------|-----|-----|---------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------|------|
|               | Seco                                  | Húmedo                                  |              |              | Areña     | Limo | Arcilla | H <sub>2</sub> O<br>1:2.5 1:5.0 | KCl<br>1:2.5 1:5.0 |           |     |     |                     |                         |                          |                       |                                     |          |      |
| 0-10          | 10YR6/2<br>GRIS PARDUSCO<br>BRILLANTE | 10YR3/2<br>PARDO GRI-<br>SACEO MUY OBS. | 0.98         | 2.00         | 51.10     | 30.0 | 49.5    | 20.5                            | 3.12               | 8.4       | 8.5 | 8.0 | 8.2                 | 33.0                    | 48                       | 11                    | 3.00                                | 1.75     | 5.94 |
| 10-20         | 10YR6/2<br>GRIS PARDUSCO<br>BRILLANTE | 10YR3/2<br>PARDO GRI-<br>SACEO MUY OBS. | 0.94         | 2.08         | 54.92     | 25.0 | 57.5    | 17.5                            | 5.24               | 8.4       | 8.4 | 7.8 | 8.1                 | 36.2                    | 58                       | 10                    | 6.25                                | 2.65     | 3.30 |



Perfil: JD 4  
 Localización: Se encuentra a 102 m dirección sur del km 59 de la carretera México-Nuevo Laredo, en Xuchitlán, Municipio San Salvador, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Parcela abandonada  
 Precipitación anual: 287 mm  
 Temperatura media anual: 18.6 °c  
 Temperatura máxima: 41.0 °c  
 Temperatura mínima: 5.2 °c  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 1,990 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Se presenta muy alterado el matorral xerófilo, predominando Prosopis juliflora.  
 Pedregosidad: En un 20 %, de 3 a 5 cm .

Los resultados obtenidos en las determinaciones físicas y químicas del Perfil JD 4, se presentan en el cuadro y gráfica 4. Se puede observar que el suelo es muy somero, de 20 cm de profundidad.

El color en seco es de 10YR 6/2 gris pardusco brillante, en todo el perfil.

En tanto que el color en húmedo es 10YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro, en todo el perfil.

La densidad real varía de 2.00 a 2.08 g/ cc .

La densidad aparente va de 0.94 a 0.98 g/cc .

La porosidad varía de 51.10 a 54.92 % .

En todo el perfil la textura es de migajón limoso.

La materia orgánica va de 3.12 a 5.24 % .

El pH en agua relación 1:2.5 es de 8.4 y en relación 1:5.0 es de 8.5 y 8.4 . Con KCl en la relación 1:2.5 va de 8.0 a 7.8, en la relación 1:5.0 va de 8.2 a 8.1 .

La capacidad de intercambio catiónico total es de 33.0 y

36.2 meq/100 g .

Los datos de Ca<sup>++</sup> son de 48 y 58 meq/100 g.

El Mg<sup>++</sup> en el perfil varía muy poco, de 10 a 11 meq/100 g.

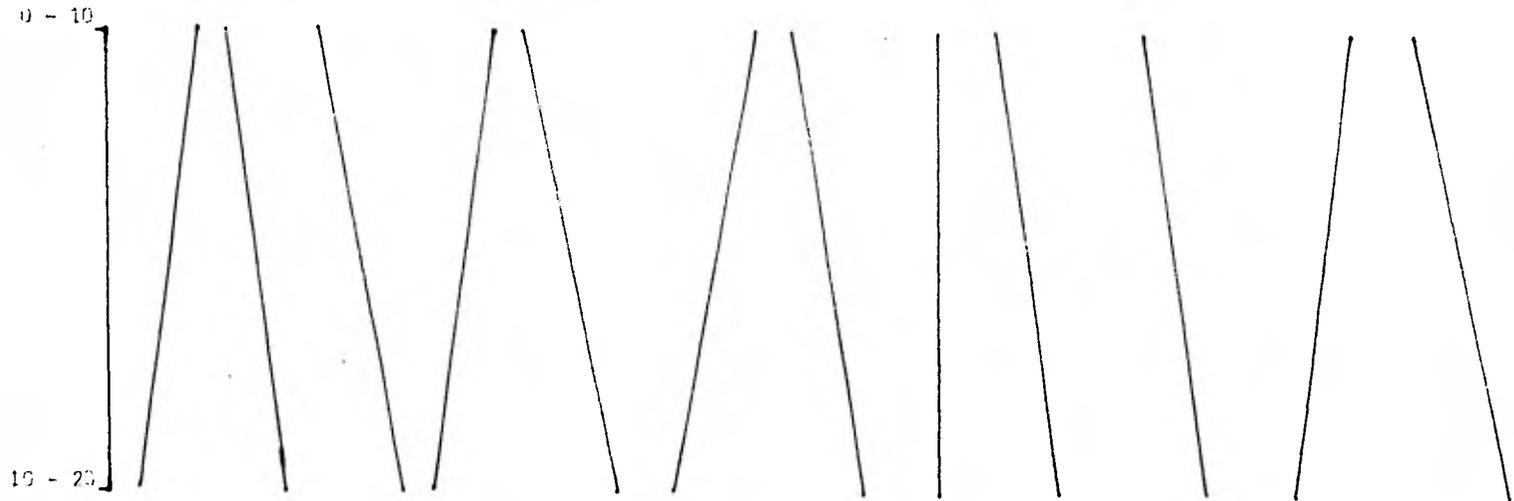
El contenido de nitratos aumenta de 1.75 a 2.65 ppm de 10 a 20 cm de profundidad del suelo.

El Fósforo es mayor en la superficie, 5.94 ppm disminuyendo a los 20 cm de profundidad a 3.30 ppm.

El contenido de Potasio aumenta de 3.00 a 6.25 meq/100 g a mayor profundidad del perfil.

Con base en las observaciones de campo, las determinaciones físicas y químicas, al Perfil JD 4 se le ubica taxonómicamente de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Orden      | Entisol         |
| Suborden   | Arent           |
| Gran Grupo | Arent           |
| Subgrupo   | Arent Xeralfico |



|       |      |      |      |      |       |          |      |       |   |           |       |       |    |    |    |    |   |   |
|-------|------|------|------|------|-------|----------|------|-------|---|-----------|-------|-------|----|----|----|----|---|---|
|       | 1.50 | 2.00 |      | 30   |       | 10       | 20   | 25    |   | 8.3       | 8.4   |       | 48 | 58 |    | 3  | 5 | 7 |
| PROF. | 0.94 | 0.98 | 51   | 53   | 56    | 49.5     | 53.5 | 57.5  | 3 | 4         | 5     | 33    | 36 |    | 10 | 11 |   |   |
|       | D.A. | D.P. | H.P. | Arma | Libro | Arquilla | M.O. | pH    |   | ClCT      | Ca ++ | Mg ++ | K+ |    |    |    |   |   |
| (cm)  | g/cc | g/cc | %    | %    | %     | %        | %    | 1:2.5 |   | meq/100 g |       |       |    |    |    |    |   |   |

Perfil: JANE 5  
 Localización: Se encuentra en Xochitlán a 4.5 km al norte del Municipio de Progreso, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Parcela abandonada  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4°C  
 Temperatura máxima: 41.0°C  
 Temperatura mínima: 5.2°C  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 1,990 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Representada por escasas gramíneas.  
 Pedregosidad: Se presentan piedras de 10 cm, en un 10 % .

Los resultados obtenidos en las determinaciones físicas y químicas del Perfil JANE 5 se presentan en el cuadro y gráfica 5. El perfil es somero de 30 cm de profundidad.

El color en seco en todo el perfil es 10YR 4/2 pardo grisáceo oscuro.

El color en húmedo en todo el perfil es 10YR 2/1 negro.

La densidad aparente varía de 1.07 a 1.08 g/cc.

La densidad real va de 2.00 a 2.27 g/cc.

La porosidad va de 47.96 a 55.03 % .

El contenido de materia orgánica varía de 2.80 a 3.82 % .

El pH en agua relación 1:2.5 es de 8.2 a 8.4, en la relación 1:5.0 disminuye ligeramente a mayor profundidad de 8.6 a 8.4 . Con KCl en la relación 1:2.5 y la relación 1:5.0 el valor es de 7.5 .

La capacidad de intercambio catiónico total permanece homogénea y va de 38.0 a 39.6 meq/100 g .

El contenido de Ca<sup>++</sup> va de 24 a 26 meq/100 g , permaneciendo de manera homogénea en el perfil.

El  $Mg^{++}$  presenta poca variación en el perfil, aumentando de 10 a 12 meq/100 g , a mayor profundidad .

El contenido de nitratos es mayor a una profundidad de 0 a 10 cm es 3.75 ppm y disminuye conforme aumenta la profundidad, a 1.25 ppm .

El contenido de Fósforo en todo el perfil es de 3.30 ppm.

El  $K^+$  va disminuyendo a mayor profundidad, va de 15.50 a 5.75 meq/100 g.

Con base en las observaciones de campo y las determinaciones físicas y químicas en el laboratorio, al Perfil JANE 5, lo ubicamos taxonómicamente de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Orden      | Entisol           |
| Suborden   | Orthent           |
| Gran Grupo | Xerorthent        |
| Subgrupo   | Xerorthent Lítico |

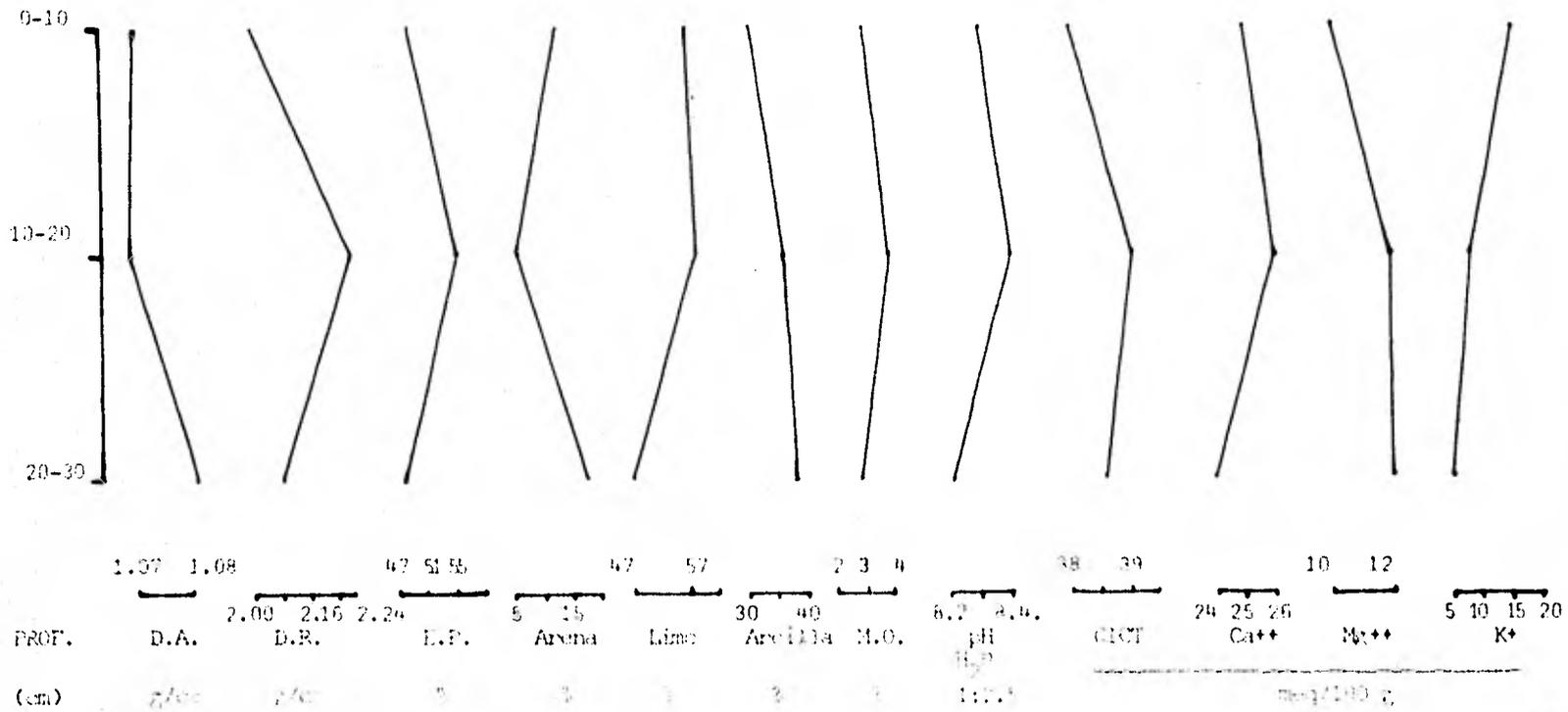
CUADRO NUMERO 5

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL JANE 5 . PROCEDENCIA : ECHEITLAN , MUNICIPIO PROGRESO ( VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO . MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA . ALTITUD: 1,965 m s.n.m. . CLIMA: BS<sub>0</sub>h w<sup>h</sup>(w)(e) g . VEGETACION ORIGINAL: MATORRAL XEROFILO . USO ACTUAL DEL SUELO : PARCELA ABANDONADA HACE 3 AÑOS.

| PROF.<br>(cm) | COLOR            |                  | D.A.<br>g/cc | D.P.<br>g/cc | POROSIDAD<br>% | TEXTURA    |           |              | P.D.<br>% | pH               |     | S.C.T. |       | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |             |
|---------------|------------------|------------------|--------------|--------------|----------------|------------|-----------|--------------|-----------|------------------|-----|--------|-------|------------------|------------------|----------------|-------------------------------------|----------|-------------|
|               | Seco             | Húmedo           |              |              |                | Arena<br>% | Limo<br>% | Arcilla<br>% |           | H <sub>2</sub> O | FCI | 1:2.5  | 1:5.0 |                  |                  |                |                                     |          | mg/100 gms. |
| 0-10          | 10YR4/2<br>FGO * | 10YR2/1<br>NEGRO | 1.07         | 2.00         | 49.45          | 12.5       | 57.0      | 30.5         | 2.87      | 8.3              | 8.3 | 7.5    | 7.5   | 38.0             | 25               | 10             | 15.50                               | 3.75     | -           |
| 10-20         | 10YR4/2<br>FGO * | 10YR2/1<br>NEGRO | 1.07         | 2.27         | 55.03          | 5.5        | 58.2      | 36.2         | 3.02      | 8.6              | 8.5 | 7.5    | 7.5   | 39.7             | 26               | 12             | 8.75                                | 1.25     | 3.30        |
| 20-30         | 10YR4/2<br>FGO * | 10YR2/1<br>NEGRO | 1.08         | 2.08         | 47.96          | 17.5       | 47.5      | 38.0         | 2.89      | 8.2              | 8.4 | 7.5    | 7.5   | 39.6             | 25               | 12             | 5.75                                | 1.65     | 3.30        |

ABREVIATURA: FGO \* = PARTO GELISADO OSCURO

GRAFICA NUMERO 5



Perfil: JANE 6  
 Localización: Se encuentra en Xochitlán, a 5.5 km al norte del Municipio de Progreso, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Parcela abandonada, desde hace 2 años, anteriormente sembraron cebada (Hordeum vulgare L.)  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4 °c  
 Temperatura máxima: 41.0 °c  
 Temperatura mínima: 5.2 °c  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 1,980 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Se encuentra denudado el terreno .  
 Pedregosidad: Sobre la superficie existen piedras de 20 cm en menos del 5 % .

Los resultados obtenidos de las determinaciones físicas y químicas del Perfil JANE 6, se presentan en el cuadro y gráfica 6 , corresponden a un perfil somero de 40 cm de profundidad.

En seco el color que presenta todo el perfil es de 10YR5/2 pardo grisáceo.

En húmedo en todo el perfil el color es 10YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro.

La densidad aparente varía de 0.92 a 1.00 g /cc .

La densidad real va de 2.08 a 1.92 g /cc .

Los valores de porosidad fluctúan de 48.78 a 55.74% .

La textura en los primeros 20 cm del suelo, es de migajón arcilloso limoso y de 20 a 40 cm el contenido de arcilla disminuye por lo que la textura es de migajón limoso.

La materia orgánica va de 5.49 a 3.26 %.

El pH en agua relación 1:2.5 va de 8.2 a 8.5; en la relación 1:5.0 disminuye ligeramente la alcalinidad a mayor profundidad de 8.5 a 8.3. Con KCl el pH en relación 1:2.5 va de 8.0 a 7.6, en tanto que en la relación 1:5.0 va de 8.1 a 7.8 disminuyendo la

alcalinidad a mayor profundidad.

La capacidad de intercambio catiónico total varía de 35.0 a 30.0 meq/100 g, disminuyendo a mayor profundidad.

La cantidad de  $Ca^{++}$  es alto y varía de 60 a 45 meq/100 g, disminuyendo a mayor profundidad.

El contenido de  $Mg^{++}$  es heterogéneo en el perfil y varía de 19 a 3 meq/100 g.

Los nitratos varían de 2.0ppm en los primeros 10 cm del suelo a 2.2 ppm en el resto del perfil.

El Fósforo disminuye conforme aumenta la profundidad y varía de 5.94 a 3.30 ppm.

El contenido de Potasio va de 6 a 12.5 meq/100 g, distribuyéndose de manera heterogénea.

De acuerdo a las observaciones de campo, los análisis físicos y químicos realizados en el laboratorio, al Perfil JANE 6, lo ubicamos taxonómicamente según la 7a. Aproximación como:

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Orden      | Entisol           |
| Suborden   | Orthent           |
| Gran Grupo | Xerorthent        |
| Subgrupo   | Xerorthent Lítico |

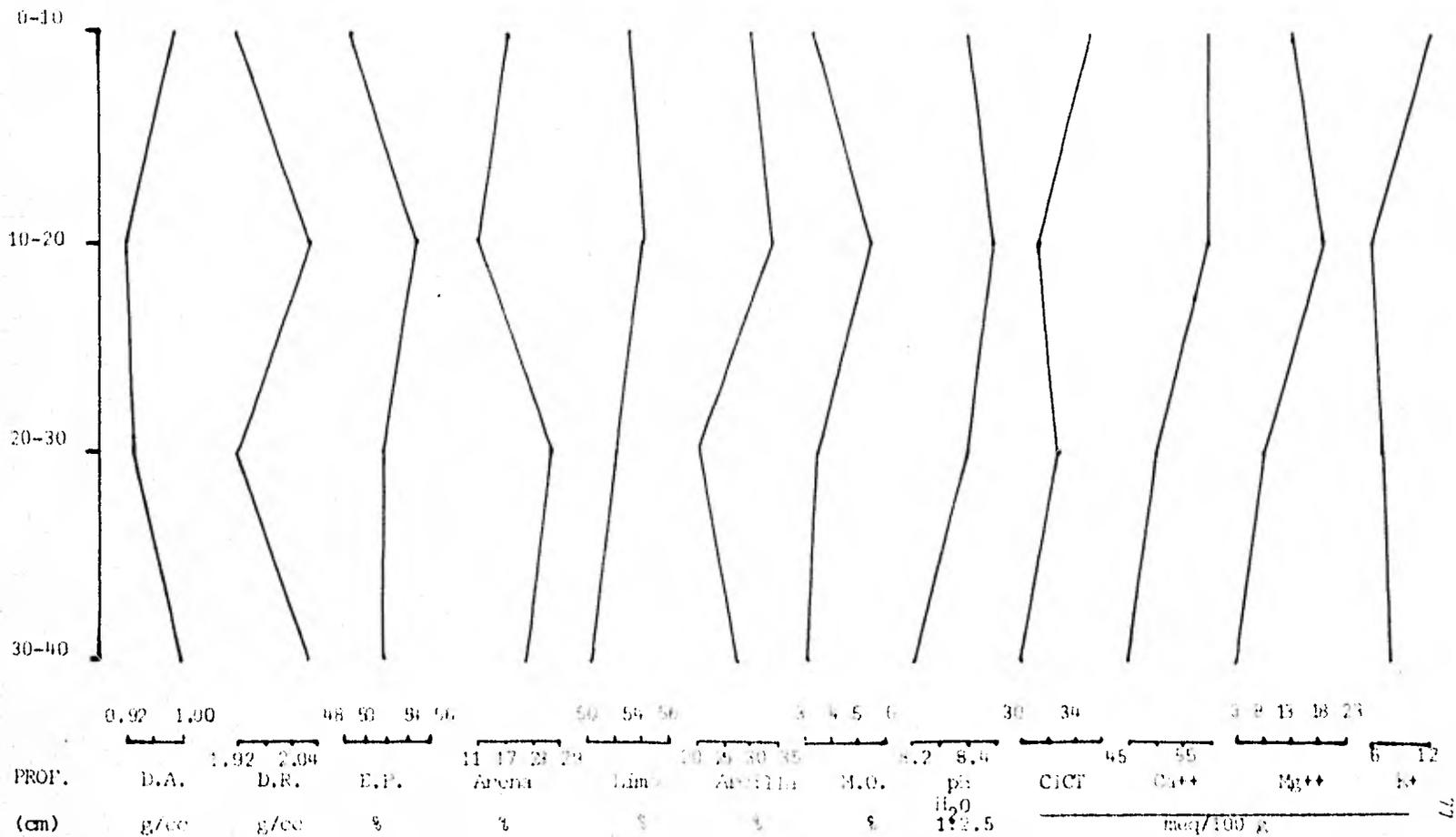
CUADRO NUMERO 6

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL SANE 6 . PROCELENCIA: MICHIPLAN , MUNICIPIO PROGRESO (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO. MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA . ALTITUD: 1,960 m snm . CLIMA : BShw<sup>h</sup>(w)(c) g . VEGETACION ORIGINAL: MATORRAL XEROFILO . USO ACTUAL DEL SUELO: PARCELA ABANDONADA.

| PROF.<br>(cm) | COLOR           |                    | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD<br>% | TEXTURA    |           |              | M.O.<br>% | pH                        |              |              | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup><br>meq/100 grs. | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |      |
|---------------|-----------------|--------------------|--------------|--------------|----------------|------------|-----------|--------------|-----------|---------------------------|--------------|--------------|----------|----------------------------------|------------------|----------------|-------------------------------------|----------|------|
|               | Seco            | Húmedo             |              |              |                | Arena<br>% | Limo<br>% | Arcilla<br>% |           | H <sub>2</sub> O<br>1:2.5 | HCl<br>1:5.0 | KCl<br>1:5.0 |          |                                  |                  |                |                                     |          |      |
| 0-10          | 10YR5/2<br>PG # | 10YR3/2<br>PGMO ** | 0.99         | 1.92         | 48.78          | 17.0       | 53.0      | 30.0         | 3.33      | 3.4                       | 8.5          | 8.0          | 8.1      | 35.0                             | 60               | 13             | 12.5                                | 2.0      | 5.9% |
| 10-20         | 10YR5/2<br>PG # | 10YR3/2<br>PGMO ** | 0.92         | 2.08         | 55.74          | 11.5       | 54.5      | 34.0         | 5.49      | 8.5                       | 8.5          | 7.7          | 7.8      | 31.4                             | 60               | 19             | 6.0                                 | 2.2      | -    |
| 20-30         | 10YR5/2<br>PG # | 10YR3/2<br>PGMO ** | 0.93         | 1.92         | 51.74          | 27.5       | 52.8      | 20.6         | 3.52      | 8.4                       | 8.5          | 7.6          | 7.8      | 32.4                             | 50               | 8              | 7.7                                 | 2.2      | 3.30 |
| 30-40         | 10YR5/2<br>PG # | 10YR3/2<br>PGMO ** | 1.00         | 2.08         | 52.00          | 21.7       | 50.2      | 28.0         | 3.26      | 8.2                       | 8.3          | 7.7          | 7.8      | 30.0                             | 45               | 3              | 8.2                                 | 2.2      | 3.50 |

ABREVIATURAS: PG# = PARDO GRISACEO  
PGMO\*\*=PARDO GRISACEO MUY OSCURO

GRAPHIC NUMBER 6



Perfil: JT 7  
 Localización: Se encuentra en Xochitlán, a 5.8 km, del centro del Municipio de Progreso, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Pastoreo de ganados ovino y caprino.  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4 °c  
 Temperatura máxima: 41.0°c  
 Temperatura mínima: 5.2°c  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e) g  
 Altitud: 1,990 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Matorral xerófilo, predominando Opuntia streptacantha, Mimosa biuncifera, Opuntia cholla y Yucca filifera.  
 Pedregosidad: Piedras de 10 a 20 cm en la superficie, presentándose en un 10 % .

Los resultados de las determinaciones físicas y químicas del Perfil JT 7, se muestran en el cuadro y gráfica 7 . La profundidad del perfil es de 130 cm .

El color del suelo en seco es 10YR 5/1 gris hasta los primeros 80 cm; 10YR5/2 pardo grisáceo de los 80 a 100 cm; 10YR7/1 gris brillante de los 100 a 110 cm; 10YR 7/3 gris muy pálido de 110 a 120 cm ; 10YR 8/1 blanco a una profundidad de 120 a 130 cm .

El color en húmedo hasta los 110 cm de profundidad es 10YR 2/2 pardo muy oscuro; de 110 a 120 cm es 10YR 4/3 pardo oscuro y de 120 a 130 cm es 10YR 5/3 pardo.

La densidad aparente va de 1.06 a 0.91 g / cc.

La densidad real varía de 1.92 a 2.08 g/cc .

Los valores de porosidad fluctúan de 44.44 a 54.10 % .

La textura del perfil varía: de los 0-10 cm es migajón limoso; de los 20 a 40 cm se incrementa el contenido de arcilla y corresponde a un migajón arcilloso limoso; de los 50-60 cm

disminuye el contenido de arcilla y corresponde a un migajón limoso; de los 60 a 70 cm aumenta el contenido de arena y es un migajón; de los 70 a 80 cm aumenta el contenido de limo y corresponde a un migajón limoso; de los 80 a 130 cm aumenta el contenido de arcilla y es un migajón arcilloso limoso.

La materia orgánica va de 2.80 a 0.20 %, disminuyendo conforme aumenta la profundidad en el perfil.

El pH en relación 1:2.5 varía de 8.6 a 8.0; en relación 1:5:0 va de 8.6 a 8.2 . Con KCl en relación 1:2.5 va de 7.8 a 7.4; en relación 1:5.0 va de 8.3 a 7.4 .

La capacidad de intercambio catiónico total varía de 33.4 a 24.4 meq/100 g, se presenta en forma heterogénea en el perfil.

Los valores de  $\text{Ca}^{++}$  son altos y varían de 82 a 60 meq/100g.

El  $\text{Mg}^{++}$  varía de 3 a 9 meq/100 g a través del perfil.

Los nitratos van de 1.3 a 0.9 ppm, de 30 a 50 cm no se encontraron.

El Fósforo dentro del perfil va de 9.24 a 3.30 ppm; a partir de los 90 cm desaparece el Fósforo.

El contenido de Potasio va de 1.91 a 0.45 meq/100 g, notándose una ligera disminución de los 30 a los 80 cm .

Con base en las determinaciones físicas y químicas del laboratorio, las observaciones de campo y las interpretaciones realizadas, al Perfil JT 7 taxonómicamente lo ubicamos, de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                     |
|------------|---------------------|
| Orden      | Molisol             |
| Suborden   | Xeroll              |
| Gran Grupo | Calcixeroll         |
| Subgrupo   | Calcixeroll Arídico |

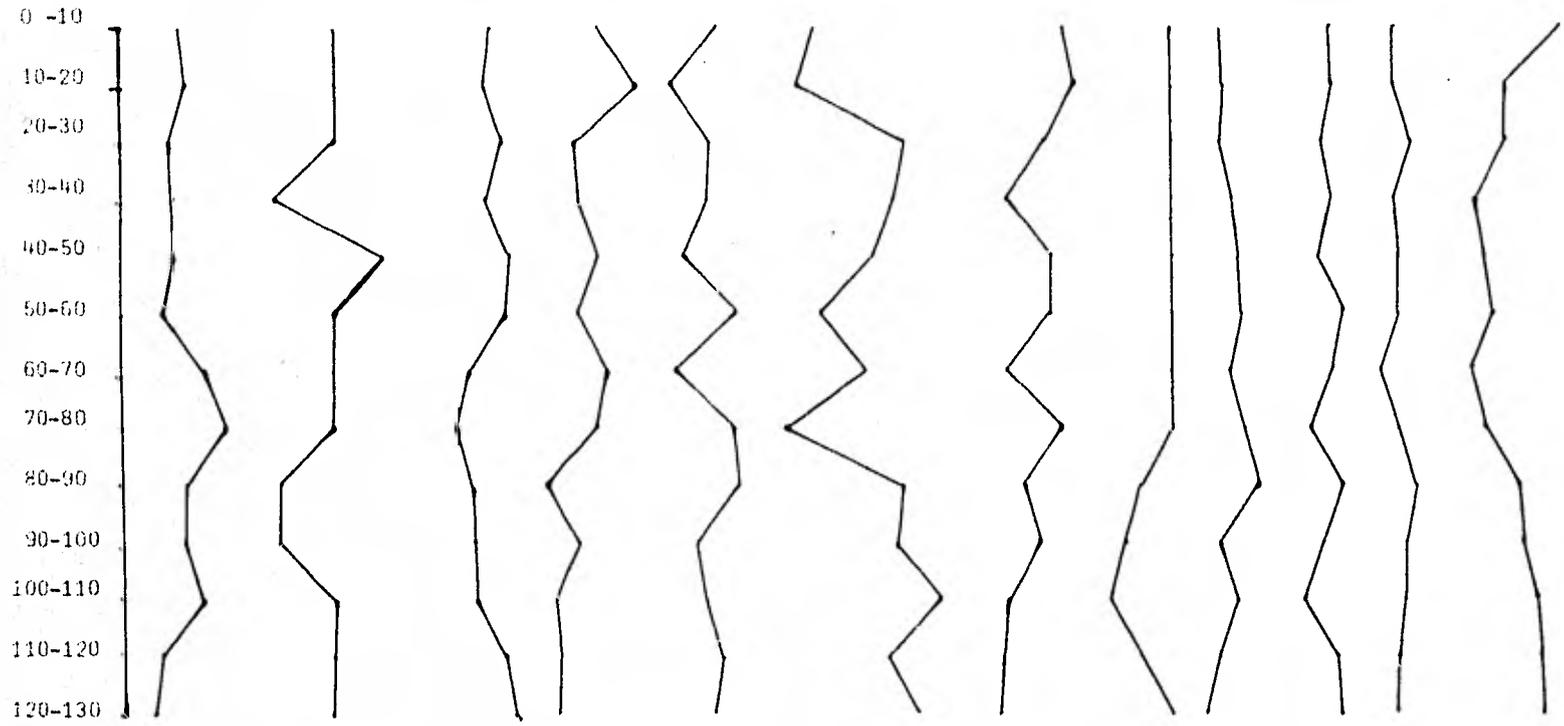
CUADRO NUMERO 7

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL DE ... PROCEDENCIA: KOCHITLAN, MUNICIPIO PROGRESO (VALLE DEL NEEQUITAL), ESTADO DE HIDALGO, MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA. ALTUD 1,990 m snm, CLIMA: BShw(w)(c)g, VEGETACION: MATOPRAL XEROFILO.

| PROF.<br>(cm) | COLOR<br>Seco     | D.A.<br>Húmedo            | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD<br>% | TEXTURA    |           |              | M.O.                  |            | PH         |            | C.I.C.T.   |     | Ca**<br>mg/100 | Mg**<br>g% | P*<br>ppm | K*<br>ppm |     |      |
|---------------|-------------------|---------------------------|--------------|----------------|------------|-----------|--------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|-----|----------------|------------|-----------|-----------|-----|------|
|               |                   |                           |              |                | Arena<br>% | Limo<br>% | Arcilla<br>% | H <sub>2</sub> O<br>% | 1:2.5<br>% | 1:5.0<br>% | 1:2.5<br>% | 1:5.0<br>% |     |                |            |           |           |     |      |
| 0-10          | 10YR5/1<br>GRIS   | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 0.98         | 2.00           | 51.20      | 32.5      | 96.2         | 19.2                  | 2.93       | 8.6        | 8.6        | 7.6        | 8.3 | 27.0           | 75         | 5         | 1.91      | 1.3 | 1.91 |
| 10-20         | 10YR5/1<br>GRIS   | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 1.02         | 2.00           | 49.25      | 50.0      | 33.5         | 25.5                  | 2.85       | 8.5        | 8.6        | 7.7        | 8.1 | 27.6           | 75         | 5         | 1.95      | 0.5 | 3.30 |
| 20-30         | 10YR5/1<br>GRIS   | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 0.96         | 2.00           | 52.05      | 20.0      | 55.2         | 24.2                  | 1.78       | 8.2        | 8.6        | 7.7        | 8.1 | 27.0           | 70         | 8         | 1.02      | 1.3 | 5.26 |
| 30-40         | 10YR5/1<br>GRIS   | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 0.97         | 1.92           | 49.45      | 22.5      | 65.6         | 37.5                  | 0.81       | 8.3        | 8.6        | 7.7        | 8.0 | 29.0           | 75         | 5         | 0.51      | -   | 2.40 |
| 40-50         | 10YR5/1<br>GRIS   | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 0.97         | 2.08           | 53.48      | 50.0      | 37.0         | 22.0                  | 1.99       | 8.5        | 8.6        | 7.7        | 8.0 | 30.0           | 70         | 6         | 0.97      | -   | 5.34 |
| 50-60         | 10YR5/1<br>GRIS   | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 0.94         | 2.00           | 52.88      | 25.0      | 50.8         | 20.1                  | 1.93       | 8.5        | 8.6        | 7.7        | 8.0 | 30.2           | 82         | 6         | 0.98      | 0.7 | 4.24 |
| 60-70         | 10YR5/1<br>GRIS   | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 1.06         | 2.00           | 46.90      | 37.5      | 34.5         | 25.0                  | 0.91       | 8.4        | 8.6        | 7.7        | 8.1 | 28.6           | 77         | 3         | 0.45      | -   | 3.24 |
| 70-80         | 10YR5/1<br>GRIS   | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 1.11         | 2.00           | 46.44      | 33.0      | 53.9         | 14.0                  | 2.86       | 8.3        | 8.6        | 7.7        | 7.9 | 31.2           | 64         | 6         | 0.67      | -   | 5.30 |
| 80-90         | 10YR5/2<br>PG #   | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 1.02         | 1.92           | 46.95      | 11.0      | 55.0         | 34.0                  | 1.11       | 8.2        | 8.4        | 7.6        | 7.6 | 33.4           | 81         | 9         | 1.21      | -   | 3.36 |
| 90-100        | 10YR5/2<br>PG #   | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 1.01         | 1.92           | 47.92      | 25.0      | 42.0         | 33.0                  | 1.98       | 8.0        | 8.3        | 7.5        | 7.5 | 27.0           | 71         | 7         | 1.31      | -   | -    |
| 100-110       | 10YR7/1<br>SB **  | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 1.05         | 2.00           | 47.75      | 15.2      | 40.2         | 45.5                  | 0.34       | 8.1        | 8.2        | 7.4        | 7.4 | 30.0           | 60         | 7         | 1.42      | -   | -    |
| 110-120       | 10YR7/3<br>SB***  | 10YR4/3<br>PARDO OSCURO   | 0.95         | 2.00           | 52.65      | 17.5      | 50.0         | 32.5                  | 0.34       | 8.2        | 8.4        | 7.4        | 7.8 | 26.8           | 78         | 6         | 1.60      | -   | -    |
| 120-130       | 10YR8/1<br>BLANCO | 10YR5/3<br>PARDO          | 0.92         | 2.00           | 54.10      | 16.5      | 47.0         | 36.5                  | 0.20       | 8.5        | 8.6        | 7.6        | 7.9 | 24.4           | 81         | 6         | 1.53      | -   | -    |

ABREVIATURAS: PG# = PARDO GRISACLO  
 SB\*\* = GRIS BRILLANTE  
 SB\*\*\* = GRIS MUY PALIDO

GRAFICA N.º 17



|       |                |       |             |         |      |        |              |                     |      |                                   |                |
|-------|----------------|-------|-------------|---------|------|--------|--------------|---------------------|------|-----------------------------------|----------------|
|       | 0.92 1.00 1.16 | 40 50 | 30 40 50 60 | 0 1 2 3 | 24 3 | 3 6 9  | 0.4 1.2 2.00 |                     |      |                                   |                |
| PROF. | D.A.           | D.R.  | L.P.        | Arenas  | Linc | Arenas | S.O.         | pH H <sub>2</sub> O | ClCT | Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> |
| (cm)  | g/cc           | g/cc  | %           | %       | %    | %      | 1:2.5        | meq/100;            |      |                                   |                |

Perfil: JD 8  
 Localización: Se encuentra en Xochitlán, a 5.9 km de la  
 cabecera municipal de Progreso, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Parcela abandonada  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4 °c  
 Temperatura máxima: 41.0 °c  
 Temperatura mínima: 5.2 °c  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 1,900 m snm  
 Relieve: Convexo con una pendiente del 5 %  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Matorral xerófilo, predominan Prosopis  
juliflora, Opuntia cholla y Yucca filifera.  
 Pedregosidad: Piedras de 10 a 20 cm en un 30 % en la  
 superficie.

Los resultados del Perfil JD 8 se muestran en el cuadro y gráfica 8, el perfil es muy somero, de 20 cm de profundidad.

En los primeros 10 cm del perfil se presentan moteados blancos en un 5 % .

El color en seco es en todo el perfil 10YR5/1 gris.

El color en húmedo es 10YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro en todo el perfil.

La densidad aparente va de 1.02 a 0.93 g/cc, disminuyendo a mayor profundidad.

La densidad real varía de 1.85 a 1.92 g/cc, aumentando ligeramente a mayor profundidad.

La porosidad va de 44.97 a 51.69 % aumentando conforme aumenta la profundidad.

La textura es de migajón en los primeros 10 cm, después, en los siguientes 10 cm (de 10 a 20 cm), aumenta el contenido de arcilla por lo que la textura es de un migajón arcilloso.

El contenido de materia orgánica disminuye de 3.70 % hasta 2.82 % a los 20 cm de profundidad.

El pH con agua en relación 1:2.5 disminuye ligeramente de 8.6 a 8.5; en relación 1:5.0 disminuye ligeramente de 8.6 a 8.5 . Con KCl en una relación 1:2.5 disminuye de 8.0 a 7.8; a una relación de 1:5.0 los valores van de 8.1 a 8.2 .

La capacidad de intercambio catiónico total, disminuye a mayor profundidad de 28.4 a 26.6 meq/100 g .

La cantidad de  $Ca^{++}$  es abundante y va de 72 a 69 meq/100 g.

El  $Mg^{++}$  está en cantidades homogéneas en el perfil, varía de 6 a 7 meq/100 g .

De 0-10 cm no se encontraron nitratos; de 10 a 20 cm solamente se determinaron 0.5 ppm .

No se encontró Fósforo en el perfil.

La cantidad de Potasio en el perfil disminuye al aumentar la profundidad de 11.0 a 6.5 meq/100 g .

Con base en las observaciones de campo, las determinaciones físicas y químicas en el laboratorio, al Perfil JD 8, de acuerdo a la 7a. Aproximación lo ubicamos taxonómicamente como:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Orden      | Entisol         |
| Suborden   | Arent           |
| Gran Grupo | Arent           |
| Subgrupo   | Arent Xerálfico |

CUADRO NUMERO 8

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 8 . PROCEDENCIA: XOCHITLAN, MUNICIPIO DE PROGRESO (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO. MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA. ALTITUD: 1,900 m snm . CLIMA: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g . VEGETACION ORIGINAL : MATORRAL XEROFILO . USO ACTUAL DEL SULLO: PARCELA ABANDONADA HACE 3 AÑOS.

| PROF.<br>(cm) | COLOR           |                   | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD  |           | TEXTURA      |                                 | M.O.<br>% | pH          |     | KCl | C.I.C.T.<br>meq/100 grs. | Ca <sup>++</sup><br>meq/100 grs. | Mg <sup>++</sup><br>meq/100 grs. | K <sup>+</sup><br>meq/100 grs. | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |   |
|---------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------|------------|-----------|--------------|---------------------------------|-----------|-------------|-----|-----|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------|---|
|               | Seco            | Húmedo            |              |              | Arena<br>% | Limo<br>% | Arcilla<br>% | H <sub>2</sub> O<br>1:2.5 1:5.0 |           | 1:2.5 1:5.0 |     |     |                          |                                  |                                  |                                |                                     |          |   |
| 0-10          | 10YR5/1<br>GRIS | 10YR3/2<br>PGMO * | 1.02         | 1.85         | 44.97      | 35.5      | 43.0         | 21.5                            | 3.70      | 8.6         | 8.7 | 8.0 | 8.1                      | 28.4                             | 72                               | 6                              | 11.0                                | -        | - |
| 10-20         | 10YR5/1<br>GRIS | 10YR3/2<br>PGMO * | 0.93         | 1.92         | 51.69      | 25.5      | 40.2         | 34.7                            | 2.82      | 8.5         | 8.6 | 7.8 | 8.2                      | 26.6                             | 69                               | 7                              | 6.5                                 | 0.5      | - |
|               |                 |                   |              |              |            |           |              | MIGAJON<br>MIGAJON ARCILLOSO    |           |             |     |     |                          |                                  |                                  |                                |                                     |          |   |

ABREVIATURA: PGMO \* = PARDO GRISACLO MUY OSCURO .

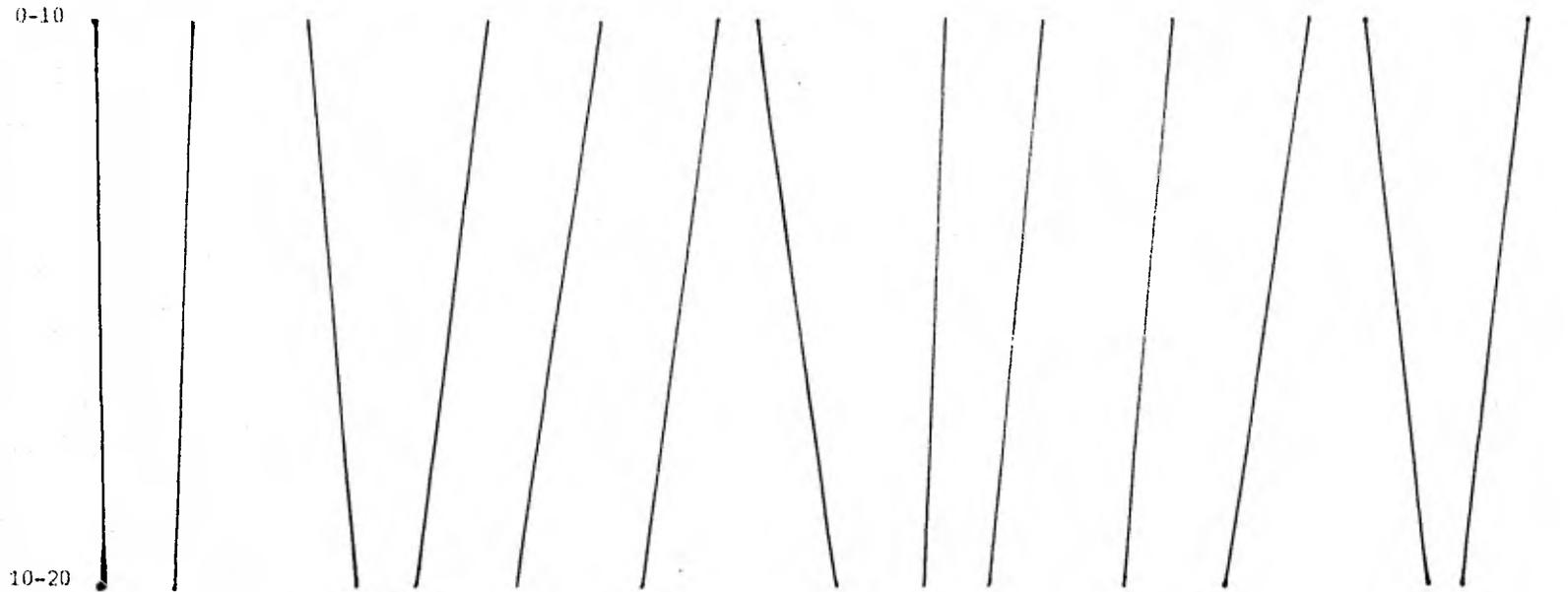
CUADRO NUMERO 9

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 9 . PROCEDENCIA: XOCHITLAN , MUNICIPIO PROGRESO (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO. MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA . ALTITUD: 1,920 m snm . CLIMA: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g . VEGETACION: MATORRAL XEROFILO .

| PROF.<br>(cm) | COLOR           |                   | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD  |           | TEXTURA      |                                 | M.O.<br>% | pH          |     | KCl | C.I.C.T.<br>meq/100 grs. | Ca <sup>++</sup><br>meq/100 grs. | Mg <sup>++</sup><br>meq/100 grs. | K <sup>+</sup><br>meq/100 grs. | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |   |
|---------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------|------------|-----------|--------------|---------------------------------|-----------|-------------|-----|-----|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------|---|
|               | Seco            | Húmedo            |              |              | Arena<br>% | Limo<br>% | Arcilla<br>% | H <sub>2</sub> O<br>1:2.5 1:5.0 |           | 1:2.5 1:5.0 |     |     |                          |                                  |                                  |                                |                                     |          |   |
| 0-10          | 10YR6/1<br>GRIS | 10YR3/2<br>PGMO * | 0.95         | 1.72         | 44.66      | 37.5      | 45.0         | 17.5                            | 5.16      | 8.2         | 8.3 | 7.8 | 8.2                      | 31.8                             | 76                               | 6                              | 11.50                               | 2.2      | - |
| 10-20         | 10YR6/1<br>GRIS | 10YR3/2<br>PGMO * | 0.87         | 1.79         | 51.05      | 17.5      | 55.0         | 27.5                            | 4.87      | 8.2         | 8.3 | 7.9 | 8.1                      | 31.0                             | 75                               | 6                              | 8.75                                | 0.9      | - |
| 20-30         | 10YR6/1<br>GRIS | 10YR3/2<br>PGMO * | 0.90         | 1.85         | 51.29      | 39.0      | 42.0         | 19.0                            | 3.59      | 8.2         | 8.4 | 7.9 | 8.1                      | 31.0                             | 72                               | 7                              | 7.00                                | 2.2      | - |
|               |                 |                   |              |              |            |           |              | MIGAJON LIMOSO<br>MIGAJON       |           |             |     |     |                          |                                  |                                  |                                |                                     |          |   |

ABREVIATURA: PGMO \* = PARDO GRISACLO MUY OSCURO .

GRAFICA NUMERO 6



|       |      |      |      |       |      |          |      |       |                  |      |                  |                  |                |   |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |    |    |
|-------|------|------|------|-------|------|----------|------|-------|------------------|------|------------------|------------------|----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|----|----|
| PROF. | 0.9  | 1.1  | 1.8  | 1.9   | 44   | 46       | 52   | 40    | 41               | 42   | 43               | 2                | 3              | 4 | 26 | 28 | 29 | 69 | 70 | 71 | 72 | 6 | 7 | 6 | 8 | 20 | 12 |
| (cm)  | D.A. | D.R. | E.P. | Arena | Limo | Arenilla | M.O. | pH    | H <sub>2</sub> O | ClCT | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> |   |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |    |    |
|       | g/cc | g/cc | %    | %     | %    | %        | %    | 1:2.5 |                  |      | meq/100 g        |                  |                |   |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |    |    |

Perfil: JD 9  
 Localización: Se encuentra en Xochitlán, a 6.5 km al norte de la cabecera municipal de Progreso, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Pastoreo de ganados ovino y caprino.  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4 °c  
 Temperatura máxima: 41.0 °c  
 Temperatura mínima: 5.2 °c  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(c)g  
 Altitud: 1,920 m snm  
 Relieve: Con una pendiente del 5 % .  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Matorral xerófilo, con predominio de Prosopis juliflora, Yucca filifera, Opuntia cholla, Agave sp , con Opuntia streptacantha .  
 Pedregosidad: Sobre la superficie en un 60 %, con piedras de 3 a 5 cm .

Los resultados de las determinaciones físicas y químicas del Perfil JD 9, se muestran en el cuadro y gráfica 9. El perfil es somero con 30 cm de profundidad.

El color en seco en todo el perfil, es de 10YR6/1 gris.

En húmedo el color en todo el perfil, es de 10YR3/2 pardo grisáceo muy obscuro.

La densidad aparente en el perfil varía de 0.87 a 0.95 g/cc.

La densidad real va de 1.72 a 1.85 g/cc .

La porosidad aumenta ligeramente conforme aumenta la profundidad, variando de 44.66 a 51.29 % .

La textura es de migajón de los 0-10 cm; de 10 a 20 cm disminuye la cantidad de arena y corresponde a un migajón limoso; de 20 a 30 cm aumenta la cantidad de arena y disminuye la cantidad de arcilla, por lo que la textura es de migajón.

La materia orgánica disminuye conforme aumenta la profundidad y varía de 5.16 a 3.59% .

El pH con agua a una relación 1:2.5 es de 8.2 en todo el perfil; a una relación 1:5.0 va de 8.3 a 8.4. Con KCl a una relación 1:2.5 va de 7.8 a 7.9, aumentando ligeramente la alcalinidad a mayor profundidad; a una relación 1:5.0 varía de 8.2 a 8.1 .

La capacidad de intercambio catiónico total , en el perfil es de 31.0 a 31.8 meq/100 g notando que presentan valores homogéneos.

El contenido de  $Ca^{++}$  es alto y varía de 76 a 72 meq/100 g, disminuyendo ligeramente conforme aumenta la profundidad en el perfil.

La cantidad de  $Mg^{++}$  aumenta ligeramente con mayor profundidad del perfil, varía de 6 a 7 meq/100 g .

El contenido de nitratos va de 0.9 a 2.2 ppm .

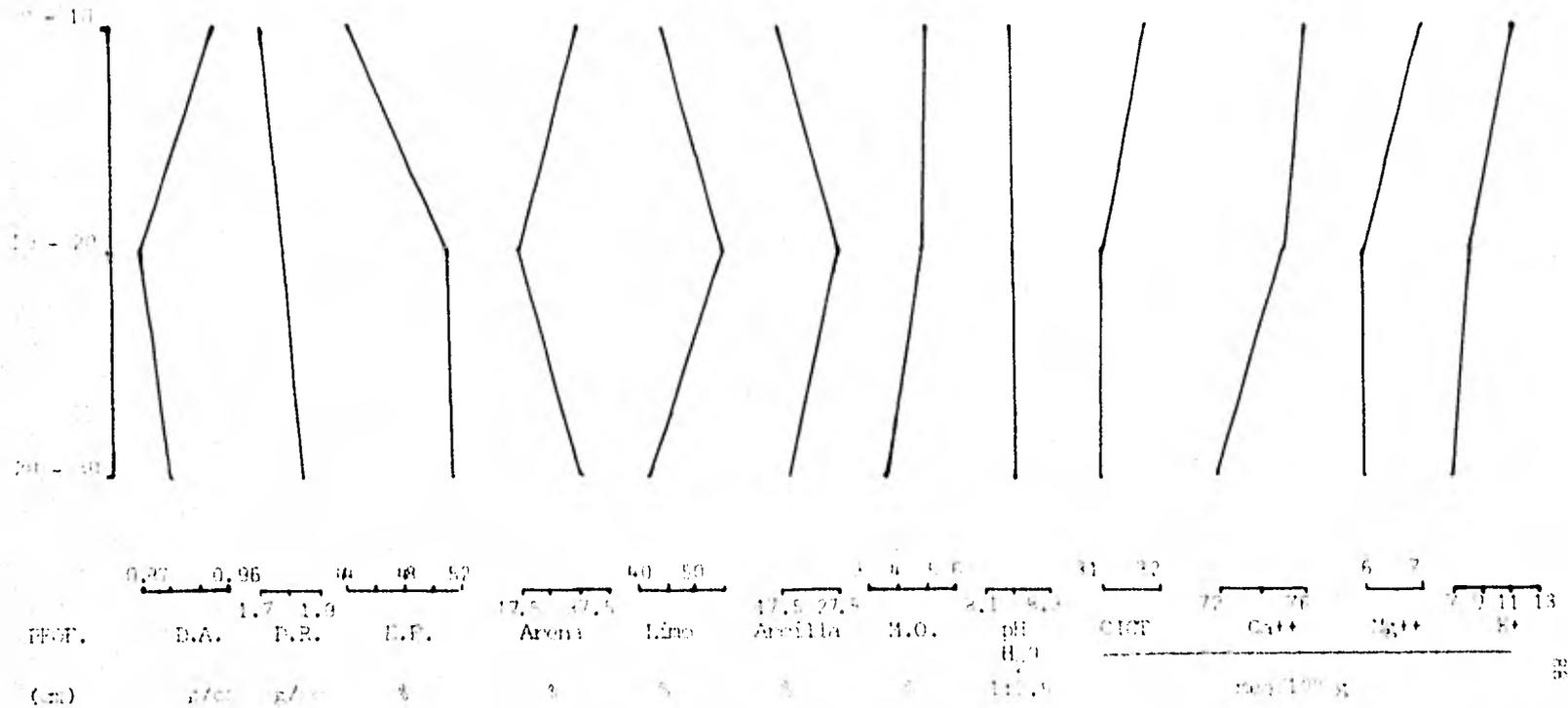
En los análisis de determinación de Fósforo, no se le encontró en el perfil.

La Cantidad de Potasio disminuye conforme aumenta la profundidad en el perfil, variando de 11.50 a 7.00 meq/100 g .

Con base en las observaciones de campo, determinaciones físicas y químicas en el laboratorio, taxonómicamente de acuerdo a la 7a. Aproximación al Perfil JD 9 lo ubicamos como:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Orden      | Entisol         |
| Suborden   | Arent           |
| Gran Grupo | Arent           |
| Subgrupo   | Arent Xerálfico |

GRAFICA NUMERO 9



Perfil: JD 10  
 Localización: Se encuentra en Xuchitlán, a 2 km al sur del km 59 de la carretera México-Nuevo Laredo, en el Municipio San Salvador, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Parcela abandonada desde hace 2 años; sembraban maíz ( Zea mays ) .  
 Precipitación anual: 287 mm  
 Temperatura media anual: 18.6 °c  
 Temperatura máxima: 41.0 °c  
 Temperatura mínima: 5.2 °c  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 1,870 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Terreno denudado, solamente se presentan algunos arbustos de Prosopis juliflora .  
 Pedregosidad: Menos del 10 % con piedras de 3 a 5 cm .

Los resultados del Perfil JD 10 , de las determinaciones físicas y químicas se presentan en el cuadro y gráfica 10. El perfil fué de 50 cm .

El color en seco en todo el perfil es 10YR 6/2 gris pardusco brillante.

El color en húmedo en todo el perfil es 10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro.

La densidad aparente tiende a disminuir conforme aumenta la profundidad, variando de 0.97 a 0.84 g/ cc .

La densidad real varía de 1.92 a 2.17 g/cc .

La porosidad en el perfil va de 49.50 a 61.36 % .

La textura que muestra el perfil es de 0-10 cm migajón limoso; de 10 a 50 cm disminuye la cantidad de arcilla y aumenta el contenido de limo por lo que tiene una textura de migajón.

La materia orgánica tiende a disminuir conforme aumenta la profundidad del suelo, variando de 2.95 a 1.72 % .

El pH con agua relación 1:2.5 varía de 8.4 a 8.5; con relación 1:5.0 es de 8.4 de 0 a 10 cm, de 10 a 50 cm aumenta ligeramente hasta 8.5 . Con KCl relación 1:2.5 es de 8.0 en todo el perfil; en la relación 1:5.0 el pH es en todo el perfil de 8.1 .

La capacidad de intercambio catiónico total se distribuye de 30.0 a 17.6 meq/100 g , disminuyendo conforme aumenta la profundidad en el suelo.

El contenido de  $Ca^{++}$  varía de 62 a 52 meq/100 g tendiendo a disminuir conforme aumenta la profundidad, excepto de los 40 a 50 cm donde aumenta ligeramente.

La cantidad de  $Mg^{++}$  se distribuye en forma heterogénea, variando de 7 a 11 meq/100 g .

La cantidad de nitratos en el perfil es de 0.9 ppm, excepto de 10 a 20 cm donde se incrementa ligeramente a 1.75 ppm .

El contenido de Fósforo tiende a disminuir de la superficie hacia abajo, variando de 9.24 a 3.30 ppm. Pero se observa que de 20 a 30 cm no se detectó, al igual que de 40 a 50 cm.

La cantidad de Potasio en el suelo va disminuyendo lentamente conforme aumenta la profundidad, variando de 11.25 a 3.75 meq/100g.

Con base en las observaciones de campo, determinaciones químicas y físicas, de acuerdo a la 7a. Aproximación, lo ubicamos taxonómicamente como:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Orden      | Entisol         |
| Suborden   | Arent           |
| Gran Grupo | Arent           |
| Subgrupo   | Arent Xerálfico |

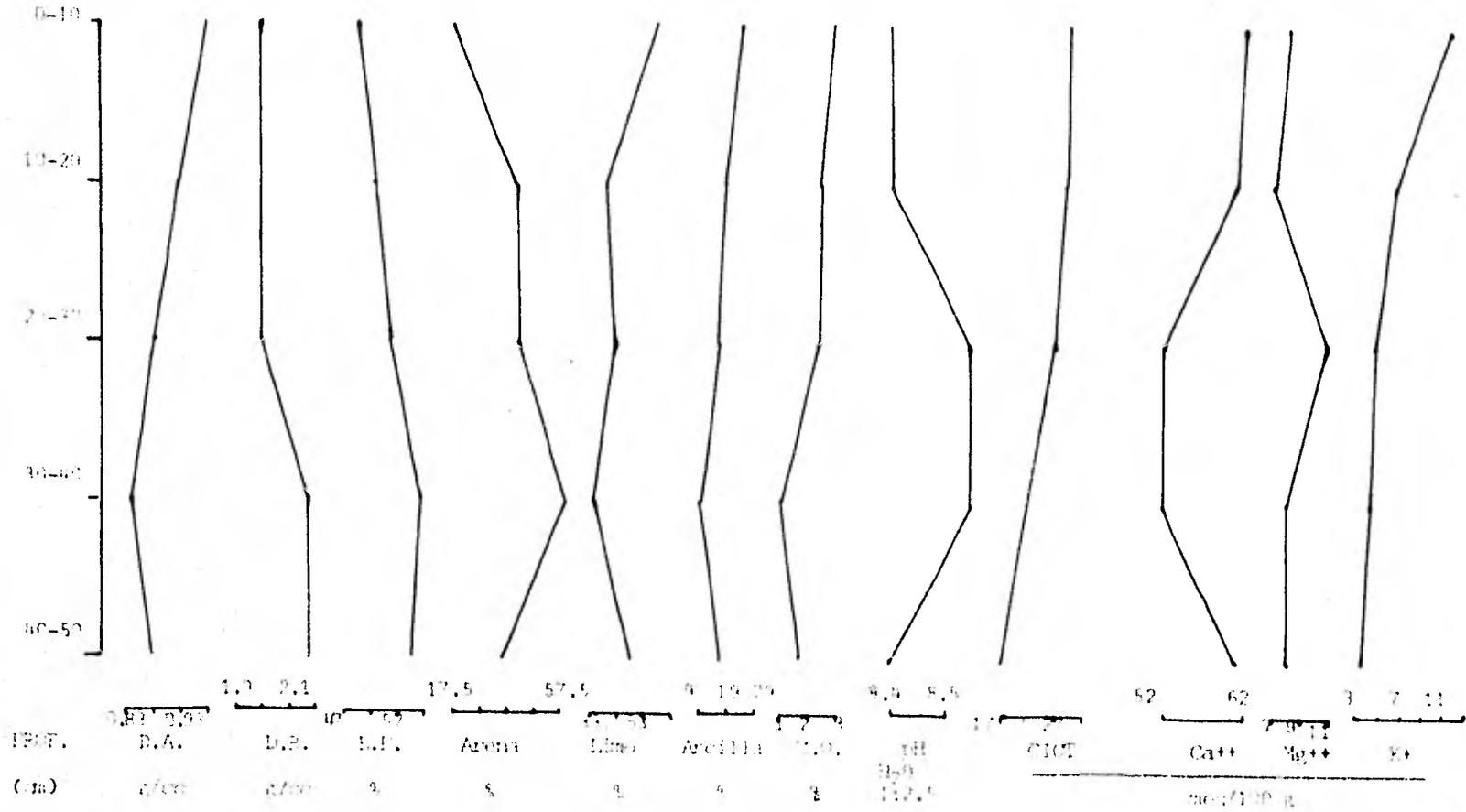
CUADRO NUMERO 10

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO 10 . PROCEDENCIA: NUCHITLAN, MUNICIPIO SAN SALVADOR ( VALLE DEL HLEQUITAL), ESTADO DE HIDALGO. MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA . ALTITUD: 1,875 m. Snm. CLIMA: BS<sub>ghw</sub>"(w)(c) r. VEGETACION ORIGINAL: HATORRAL XLROFILO . USO ACTUAL DEL SUELO: PARCELA ABANDONADA HACE 2 AÑOS .

| PROF.<br>(cm) | COLOR            |                   | D.A. D.R. |      | POROSIDAD |         | TEXTURA |         | S.D. |                  | pH    |       | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | P    |       |
|---------------|------------------|-------------------|-----------|------|-----------|---------|---------|---------|------|------------------|-------|-------|----------|------------------|------------------|----------------|------------------------------|------|-------|
|               | Seco             | Húmedo            | g/cc      | g/cc | %         | Arena % | Liso    | Apelido | %    | H <sub>2</sub> O | 1:2.5 | 1:5.0 |          |                  |                  |                |                              |      | 1:2.5 |
| 0-10          | 10YR6/2<br>GPB * | 10YR3/2<br>PGMO** | 0.97      | 1.92 | 49.50     | 17.9    | 57.0    | 25.4    | 1.95 | 6.5              | 8.4   | 6.0   | 8.1      | 30.0             | 62               | 8              | 11.25                        | 0.90 | 3.24  |
| 10-20         | 10YR6/2<br>GPB * | 10YR3/2<br>PGMO** | 0.92      | 1.92 | 52.05     | 41.5    | 58.5    | 19.0    | 2.43 | 6.5              | 8.5   | 6.0   | 8.1      | 29.0             | 61               | 7              | 6.75                         | 1.75 | 5.94  |
| 20-30         | 10YR6/2<br>GPB * | 10YR3/2<br>PGMO** | 0.68      | 2.00 | 55.95     | 49.0    | 47.0    | 16.0    | 2.43 | 6.5              | 8.5   | 6.0   | 8.1      | 27.0             | 57               | 11             | 5.00                         | 0.90 | -     |
| 30-40         | 10YR6/2<br>GPB * | 10YR3/2<br>PGMO** | 0.64      | 2.17 | 61.36     | 57.9    | 54.5    | 9.0     | 1.04 | 6.5              | 8.5   | 6.0   | 8.1      | 22.2             | 52               | 8              | 4.50                         | 0.90 | 3.30  |
| 40-50         | 10YR6/2<br>GPB * | 10YR3/2<br>PGMO** | 0.86      | 2.17 | 59.52     | 35.6    | 47.5    | 17.0    | 1.78 | 6.5              | 8.5   | 6.0   | 8.1      | 17.0             | 61               | 8              | 3.75                         | 0.90 | -     |

ABREVIATURAS: GPB \* = GRIS PARLUSCO BRILLANTE; PGMO\*\* = GRIS PARLUSCO MUY OSCURO .

GRAFICA NUMERO 10



Perfil: JD 11  
 Localización: Se encuentra en Xichitlán a 4.4 km dirección  
 noroeste de la cabecera municipal de Progreso,  
 Hidalgo.  
 Uso del suelo: Parcela con cultivo de alfalfa (Medicago sativa).  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4 °c  
 Temperatura máxima: 41.0 °c  
 Temperatura mínima: 5.2 °c  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(c)g  
 Altitud: 1,860 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Normal  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Algunas gramíneas y Medicago sativa  
 Pedregosidad: No hay

La gráfica y cuadro 11, muestran los resultados obtenidos de los análisis físicos y químicos del Perfil JD 11. Tiene una profundidad de 70 cm.

El color en seco hasta los 40 cm de profundidad es 10YR6/2 gris pardusco brillante; de los 40 a 70 cm cambia a 10YR6/3 pardo pálido.

El color en húmedo hasta los 30 cm de profundidad es 10YR 2/2 pardo muy oscuro y de 30 a 70 cm es 10YR3/4 pardo amarillento oscuro.

La densidad aparente varía de 0.93 a 1.14 g /cc .

La densidad real va de 1.85 a 2.08 g/cc en el perfil.

La porosidad presenta valores que fluctúan de 44.41 a 51.70 % .

La textura es de migajón hasta los primeros 40 cm del suelo; de 40 a 70 cm disminuye la cantidad de limo y aumenta la cantidad de arcilla por lo que corresponde a un migajón arcilloso.

La materia orgánica tiende a disminuir conforme aumenta

la profundidad del suelo excepto de 60 a 70 cm que aumenta ligeramente a 1.25 % . La variación de materia orgánica es de 4.46 a 0.34 % .

El pH con agua relación 1:2.5 es de 8.2 a 8.5 distribuyéndose en forma heterogénea; en relación 1:5.0 varía de 8.4 a 8.6 . Con KCl relación 1:2.5 el pH varía de 7.8 a 7.3, tendiendo a disminuir ligeramente la alcalinidad conforme aumenta la profundidad; en relación 1:5.0 el pH varía de 8.1 a 7.5, tendiendo a disminuir conforme aumenta la profundidad.

La capacidad de intercambio catiónico total, varía de 38 a 25.8 meq/ 100 g , tiende a disminuir conforme aumenta la profundidad de los 0 a 40 cm, aumentando ligeramente para disminuir hasta los 70 cm.

El contenido de  $Mg^{++}$  tiende a disminuir de la superficie hacia abajo del suelo hasta los primeros 30 cm; posteriormente aumenta ligeramente de los 40 a 70 cm. La variación que presenta es de 7 a 3 meq/100 g .

El  $Ca^{++}$  tiende a disminuir de los 0 a 40 cm , aumentando después de los 50 a los 70 cm , los valores varían de 36 a 11 meq/100 g .

El contenido de  $Na^+$  tiende a aumentar de 0.913 a 1.217, disminuyendo después de los 50 a 70 cm hasta 0.826 meq/100 g .

La cantidad de potasio varía de 9.59 a 5.43 meq/100 g de los 0 a 40 cm . A partir de los 40 cm aumenta a 7.67 meq/100 g, tendiendo a disminuir a 6.39 meq/100 g hacia los 70 cm.

Solamente los primeros 30 cm del suelo tienen nitratos, con valor de 0.50 ppm.

El Fósforo tiende a disminuir conforme aumenta la profundidad de 33.30 a 3.30 ppm, excepto a los 40 cm donde se incrementa la cantidad .

Con base en los análisis químicos y físicos, las observaciones de campo y de acuerdo a la 7a. Aproximación al Perfil JD 11 lo ubicamos taxonómicamente como:

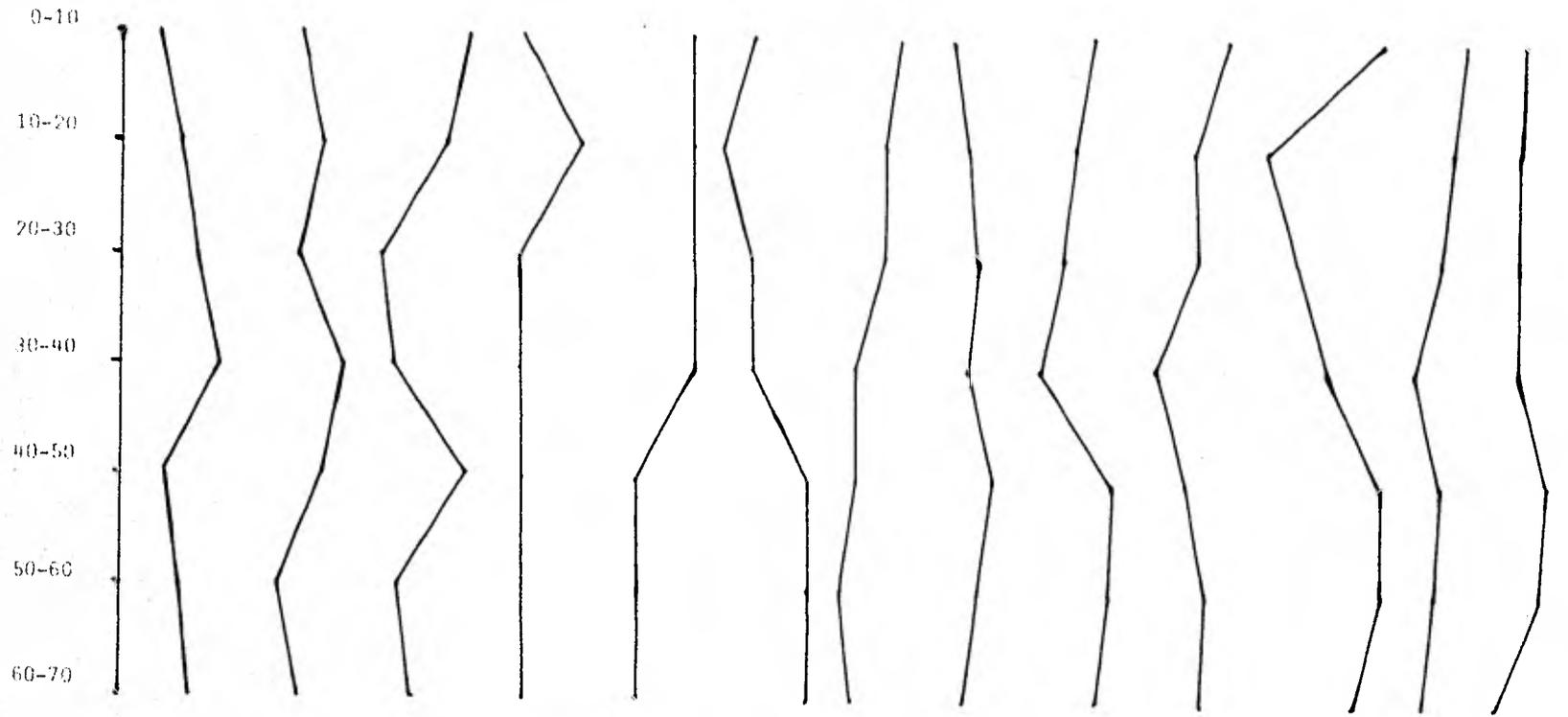
|            |                 |
|------------|-----------------|
| Orden      | Entisol         |
| Suborden   | Arent           |
| Gran Grupo | Arent           |
| Subgrupo   | Arent Xerálfico |

CUADRO NUMERO 11

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 11 . PROCEDENCIA: KOCHITLAN, MUNICIPIO DE PROGRESO (VALLE DEL ELZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO . MATERIAL PARENTAL: PSCA CALIZA . ALTITUDE: 1,860 m ssnl. CLIMA: BS<sub>0</sub>hw<sup>0</sup>(w)(c) g . VEGETACION ORIGINAL: MATORRAL XEROFILO . USO ACTUAL DEL SUELO : CULTIVO DE ALFALFA (Medicago sativa) .

| PROF.<br>(cm) | COLOR                   |                           | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD<br>% | TEXTURA    |           |              | M.O.<br>% | pH               |     |       |       | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup><br>meq/100 ggs. | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |
|---------------|-------------------------|---------------------------|--------------|--------------|----------------|------------|-----------|--------------|-----------|------------------|-----|-------|-------|----------|----------------------------------|------------------|----------------|-----------------|-------------------------------------|----------|
|               | Seco                    | Húmedo                    |              |              |                | Arena<br>% | Limo<br>% | Arcilla<br>% |           | H <sub>2</sub> O | ECI | 1:2.5 | 1:5.0 |          |                                  |                  |                |                 |                                     |          |
| 0-10          | 10YR6/2<br>SPB #        | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 0.93         | 1.92         | 51.64          | 35.5       | 42.0      | 22.5         | 4.46      | 8.2              | 8.6 | 7.8   | 8.1   | 34.8     | 16                               | 7                | 9.59           | 0.956           | 0.50                                | 23.90    |
| 10-20         | 10YR6/2<br>SPB #        | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 1.00         | 2.00         | 49.90          | 40.5       | 41.0      | 17.5         | 3.38      | 8.3              | 8.4 | 7.8   | 8.1   | 31.8     | 25                               | 3                | 8.95           | 0.913           | 0.50                                | 21.32    |
| 20-30         | 10YR6/2<br>SPB #        | 10YR2/2<br>PARDO MUY OBS. | 1.07         | 1.92         | 44.41          | 35.5       | 42.0      | 22.5         | 3.09      | 8.4              | 8.6 | 7.7   | 8.0   | 29.6     | 26                               | 4                | 7.67           | 0.869           | 0.50                                | 9.74     |
| 30-40         | 10YR6/2<br>SPB #        | 10YR3/4<br>PAO **         | 1.14         | 2.08         | 45.25          | 35.5       | 42.0      | 22.5         | 1.15      | 8.2              | 8.6 | 7.9   | 7.6   | 25.8     | 11                               | 5                | 5.83           | 0.863           | -                                   | 5.94     |
| 40-50         | 10YR6/3<br>PARDO PALIDO | 10YR3/4<br>PAO **         | 0.97         | 2.00         | 51.76          | 35.5       | 42.0      | 22.5         | 1.30      | 8.5              | 8.5 | 7.3   | 7.5   | 38.0     | 22                               | 7                | 7.57           | 1.717           | -                                   | 11.95    |
| 50-60         | 10YR6/3<br>PARDO PALIDO | 10YR3/4<br>PAO **         | 1.00         | 1.85         | 46.80          | 35.5       | 32.0      | 32.5         | 0.34      | 8.4              | 8.4 | 7.5   | 7.7   | 36.0     | 20                               | 7                | 7.83           | 1.086           | -                                   | 5.74     |
| 60-70         | 10YR6/3<br>PARDO PALIDO | 10YR3/4<br>PAO **         | 1.01         | 1.92         | 47.27          | 35.5       | 32.0      | 32.5         | 1.23      | 8.3              | 8.4 | 7.4   | 7.6   | 35.2     | 28                               | 6                | 6.32           | 0.526           | -                                   | 3.20     |

ABREVIATURAS: SPB # = GRIS PARDUSCO BRILLANTE  
PAO \*\* = PARDO AMARILLENTO OSCURO



PROF. (cm)

0.9 1.1 D.A. g/cc  
 1.8 2.0 D.R. g/cc  
 44 46 52 E.F. g  
 40.5 46.5 Arena g  
 32 42 Limo g  
 17.5 22.5 Arcilla g  
 41 46 g  
 8.5 2.5 g  
 112.5 g  
 30 35 40 45 g  
 4 4 4 4 g  
 6 7 9 11 g  
 1.5 1.5 1.5 g  
 142.5 g

Perfil: JD 12  
 Localización: Se encuentra en Xochitlán, a 4.5 km al noroeste de la cabecera municipal de Progreso, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Cultivo de alfalfa (Medicago sativa)  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4°C  
 Temperatura máxima: 41.0°C  
 Temperatura mínima: 5.2°C  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 1,855 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Normal, se encuentra bajo riego por sangrías.  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Algunas gramíneas y Medicago sativa, la parcela está limitada por Agave atrovirens (maguey pulquero) .  
 Pedregosidad: No hay

Los resultados obtenidos de las determinaciones físicas y químicas se muestran en el cuadro y gráfica 12. El Perfil JD 12 presenta poca profundidad, llegando a los 60 cm.

El color en seco es 10YR4/1 gris oscuro, en todo el perfil.

El color en húmedo en los primeros 30 cm es 10YR2/1 negro; de los 30 a 50 cm es 10YR2/2 pardo muy oscuro; de los 50 a 60 cm es 10 YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro.

La densidad aparente varía de 0.86 a 1.01 g/cc en el perfil.

La densidad real va de 2.00 a 2.27 g / cc .

Los valores de porosidad fluctúan de 51.00 a 57.15 % .

La textura de 0-10 cm es migajón; de 10 a 20 cm disminuye el contenido de arcilla y es migajón limoso; de 20 a 30 cm aumenta el contenido de arcilla y es migajón; de los 30 a 40 cm disminuye el contenido de limo y corresponde a migajón arcilloso; de los 40 a 50 cm baja el contenido de arcilla a 1.5 % por lo que es un migajón; de los 50 a 60 cm vuelve a aumentar el contenido

de arcilla y corresponde a un migajón arcilloso.

La materia orgánica varía de 4.18 a 2.15% tendiendo a disminuir en las primeras 30 cm de profundidad, excepto de 10 a 20 cm en el que aumenta ligeramente.

El pH con agua en relación 1:2.5 tiende a disminuir ligeramente de 8.2 a 8.0; en relación 1:5.0 varía de 8.5 a 8.1 . Con KCl relación 1:2.5 tiende a disminuir la alcalinidad ligeramente conforme aumenta la profundidad de 8.9 a 7.2; con la relación 1:5.0 también tiende a disminuir de 9.1 a 7.3 conforme aumenta la profundidad en el suelo.

La capacidad de intercambio catiónico total, varía de 29.0 a 41.6 meq/100 g, tendiendo a aumentar conforme aumenta la profundidad.

El  $\text{Ca}^{++}$  tiende a disminuir conforme aumenta la profundidad de 46 a 27 meq/100 g, excepto de 10 a 20 cm donde existen 47 meq/100 g .

El  $\text{Mg}^{++}$  varían de 7 a 2 meq/100 g distribuyéndose de manera heterogénea.

El Potasio varía de 3.16 a 1.21 meq/100 g permanece homogéneamente en los primeros 30 cm, después aumenta ligeramente a 3.16 meq/100 g y vuelve a disminuir conforme aumenta la profundidad.

El contenido de  $\text{Na}^+$  varía de 0.434 a 0.826 meq/100 g , tendiendo a disminuir en los primeros 30 cm para aumentar en los 40 cm y volver a disminuir conforme aumenta la profundidad.

Solamente encontramos nitratos en los primeros 20 cm del suelo en cantidades de 0.5 ppm .

El Fósforo disminuye conforme aumenta la profundidad de 48.58 a 9.24 ppm .

Con base en las observaciones de campo, determinaciones físicas y químicas y de acuerdo a la 7a. Aproximación, lo ubicamos taxonómicamente como:

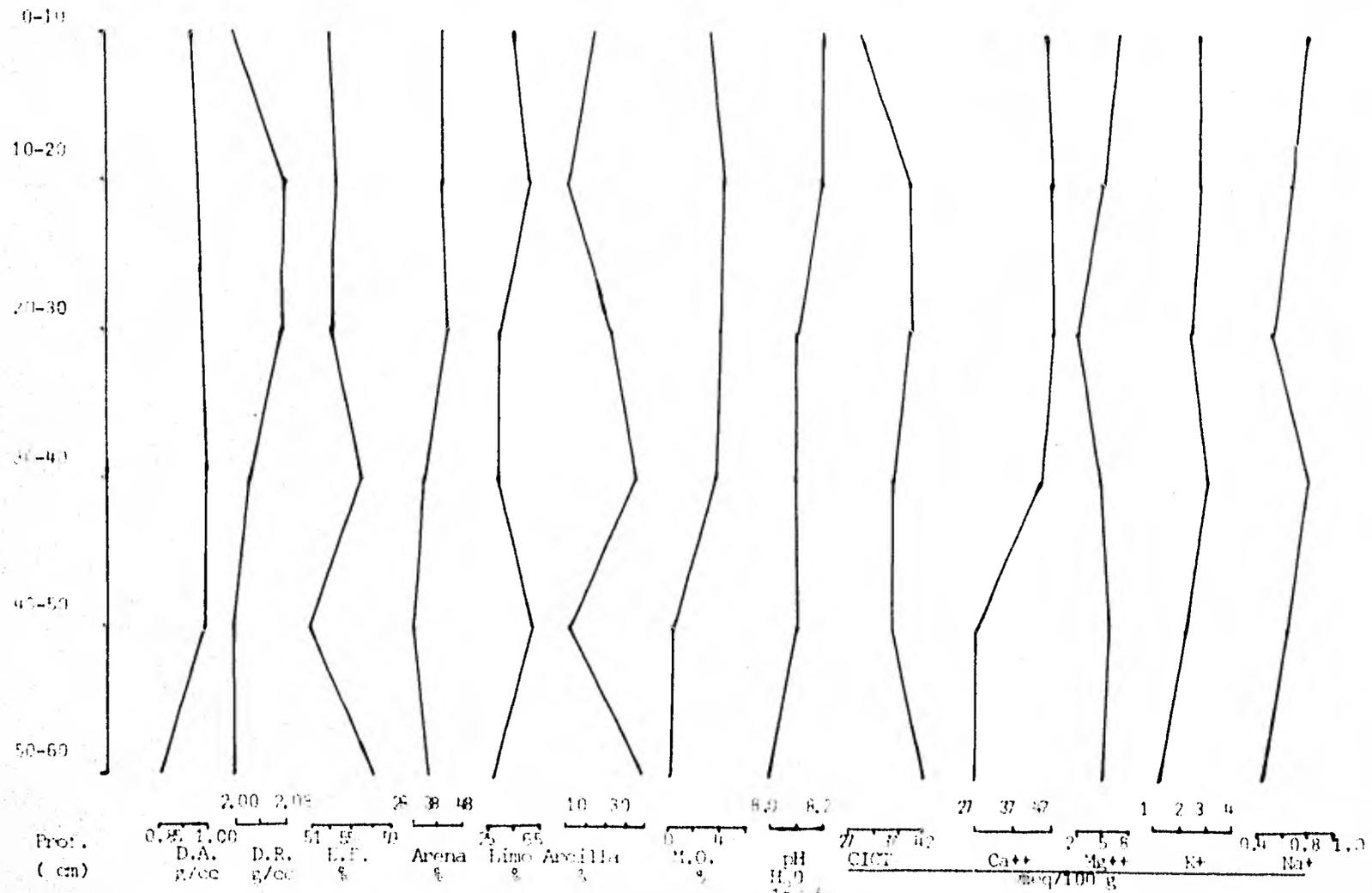
|            |                |
|------------|----------------|
| Orden      | Entisol        |
| Suborden   | Arént          |
| Gran Grupo | Arént          |
| Subgrupo   | Arént Ferálico |

CUADRO NUMERO 12

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 12 . PROCEDENCIA: XOCHITLAN, MUNICIPIO PROGRESO ( VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO . MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA. ALTITUD: 1,865 m snm . CLIMA: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e) g . VEGETACION ORIGINAL: MATORRAL XEROFILO. USO ACTUAL DEL SUELO: CULTIVO DE ALFALFA ( Medicago sativa ) .

| PROF.<br>(cm) | COLOR     |                              | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD<br>% | TEXTURA |      |         | M.O.<br>% | pH               |     | C.I.C.T. |       | Ca <sup>++</sup><br>mg/100grs. | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |       |
|---------------|-----------|------------------------------|--------------|--------------|----------------|---------|------|---------|-----------|------------------|-----|----------|-------|--------------------------------|------------------|----------------|-----------------|-------------------------------------|----------|-------|
|               | Seco      | Húmedo                       |              |              |                | Arena   | Limo | Arcilla |           | H <sub>2</sub> O | EC1 | 1:2.5    | 1:5.0 |                                |                  |                |                 |                                     |          |       |
| 0-10          | 10YR4/1   | 10YR2/1                      | 0.94         | 2.00         | 53.05          | 40.5    | 45.5 | 14.0    | 3.32      | 8.2              | 8.8 | 8.0      | 8.1   | 29.0                           | 46               | 7              | 2.74            | 0.782                               | 0.5      | 48.58 |
|               | GRIS OBS. | NEGRO                        |              |              |                |         |      |         |           |                  |     |          |       |                                |                  |                |                 |                                     |          |       |
| 10-20         | 10YR4/1   | 10YR2/1                      | 0.96         | 2.08         | 53.72          | 40.5    | 58.0 | 1.5     | 4.18      | 8.2              | 8.5 | 7.9      | 8.1   | 39.8                           | 47               | 5              | 2.87            | 0.695                               | 0.5      | 48.58 |
|               | GRIS OBS. | NEGRO                        |              |              |                |         |      |         |           |                  |     |          |       |                                |                  |                |                 |                                     |          |       |
| 20-30         | 10YR4/1   | 10YR2/1                      | 0.97         | 2.08         | 53.29          | 43.0    | 33.0 | 24.0    | 3.89      | 8.1              | 8.8 | 7.7      | 8.0   | 34.6                           | 47               | 2              | 2.42            | 0.521                               | -        | 42.04 |
|               | GRIS OBS. | NEGRO                        |              |              |                |         |      |         |           |                  |     |          |       |                                |                  |                |                 |                                     |          |       |
| 30-40         | 10YR5/1   | 10YR2/2                      | 1.01         | 2.27         | 56.00          | 33.0    | 33.0 | 34.0    | 3.89      | 8.1              | 8.5 | 7.6      | 7.8   | 35.8                           | 45               | 5              | 3.16            | 0.826                               | -        | 33.30 |
|               | GRIS      | PARDOMJY OBS.                |              |              |                |         |      |         |           |                  |     |          |       |                                |                  |                |                 |                                     |          |       |
| 40-50         | 10YR4/1   | 10YR2/2                      | 0.98         | 2.00         | 51.00          | 28.0    | 60.5 | 1.5     | 1.01      | 8.1              | 8.1 | 7.3      | 7.5   | 35.6                           | 27               | 6              | 2.23            | 0.652                               | -        | 27.26 |
|               | GRIS OBS. | PARDOMJY OBS.                |              |              |                |         |      |         |           |                  |     |          |       |                                |                  |                |                 |                                     |          |       |
| 50-60         | 10YR4/1   | 10YR3/2                      | 0.86         | 2.00         | 57.15          | 35.5    | 28.0 | 36.5    | 0.15      | 8.0              | 8.3 | 7.2      | 7.3   | 41.6                           | 27               | 5              | 1.21            | 0.434                               | -        | 9.24  |
|               | GRIS OBS. | PARDO GRISACEO<br>MUY OSCURO |              |              |                |         |      |         |           |                  |     |          |       |                                |                  |                |                 |                                     |          |       |

GRAFICA NUMERO 17



Perfil: JD 13  
 Localización: Se encuentra en Xochitlán a 4.6 km al  
 noroeste de la cabecera municipal de Progreso,  
 Hidalgo.  
 Uso del suelo: Parcela de cebada (*Hordium vulgare* L. )  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4°C  
 Temperatura máxima: 41.0°C  
 Temperatura mínima: 5.2°C  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 1,850 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Bajo Riego (este año por el temporal no lo  
 han tenido que ocupar).  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Parcela de cultivo.  
 Pedregosidad: No hay sobre la superficie .

Los resultados obtenidos de los análisis químicos y físicos se muestran en el cuadro y gráfica 13. La profundidad del Perfil JD 13 es de 50 cm .

El color en seco de 0 a 40 cm es 10YR5/3 pardo; de 40 a 50 cm es 10YR 5/4 pardo amarillento.

El color en húmedo es 10YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro hasta los 40 cm del suelo; de 40 a 50 cm es de 10YR3/4 pardo amarillento oscuro.

La densidad aparente va de 0.89 a 1.01 g/cc en el perfil.

La densidad real varía de 1.85 g/cc en los primeros 10 cm del suelo, a 2.00 g/cc de 10 a 50 cm .

La porosidad varía de 49.85 a 51.83 % en los primeros 30 cm, notando que tiende a disminuir conforme aumenta la profundidad; de 30 a 40 cm aumenta a 50.20 %; de 40 a 50 cm aumenta a 57.05 %.

En los primeros 30 cm superficiales del suelo la textura

es de migajón; de 30 a 40 cm aumenta la cantidad de arcilla y es migajón arcilloso; de 40 a 50 cm se incrementa el contenido de arcilla y la textura corresponde a la de arcilla.

La materia orgánica va de 1.00 a 2.13 % en el perfil.

El pH con agua relación 1:2.5 en todo el perfil es de 7.7 de 0 a 20 cm; baja a 7.6 de 20 a 30cm; de 30 a 40 cm sube a 7.8; de 40 a 50 cm se incrementa ligeramente a 7.9 ;En relación 1:5.0 de 0 a 30 cm tienen 8.0; de 30 a 50 cm del suelo se incrementa a 8.1. Con KCl varía de 7.0 a 7.3 en la relación 1:2.5; en la relación de 1:5.0 en los 30 cm superficiales del suelo es de 7.3; de los 30 a 50 cm es 7.4 .

La capacidad de intercambio catiónico total varía de 26.6 a 40.8 meq/100 g en el perfil.

El contenido de  $Ca^{++}$  va de 28 a 43 meq/100 g .

El  $Mg^{++}$  en los primeros 10 cm superficiales es de 4 meq/100g; de 10 a 50 cm los valores varían de 3 a 7 meq/100 g , incrementándose conforme aumenta la profundidad.

El Potasio varía de 2.07 a 4.21 meq/100 g.

El contenido de  $Na^{+}$  varía de 0.391 a 0.478 meq/100 g observándose que se incrementa conforme aumenta la profundidad en el suelo.

Solamente en los 10 cm superficiales del suelo, presentan 0.5 ppm de nitratos; después ya no se presentan en el perfil.

El contenido de Fósforo disminuye conforme aumenta la profundidad, variando de 36.60 a 21.32 ppm, excepto de los 20 a 30 cm del suelo donde se presenta un ligero incremento.

Con base en las observaciones de campo, análisis químicos y físicos, al Perfil JD 13 lo ubicamos taxonómicamente de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                |
|------------|----------------|
| Orden      | Entisol        |
| Suborden   | Arent          |
| Gran Grupo | Arent          |
| Subgrupo   | Arent Xerálico |

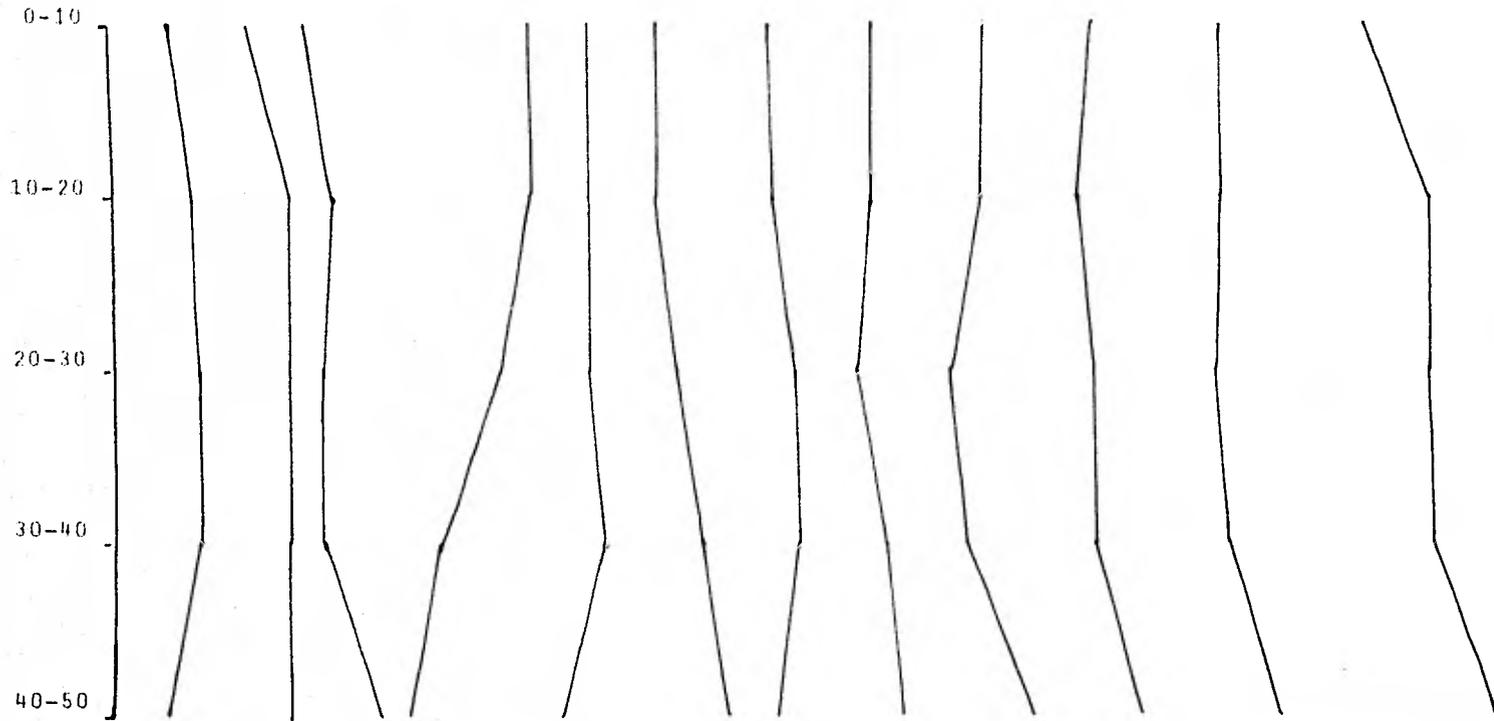
CUADRO NUMERO 13

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 13 . PROCEDENCIA: XOCHITLAN , MUNICIPIO PROGRESO (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO . MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA . ALTITUD: 1,850 m snm . CLIMA: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g . VEGETACION ORIGINAL: MATORRAL XEROFILO , USO ACTUAL DEL SUELO: CULTIVO DE CEBADA ( Hordeum vulgare L. ) .

| PROF.<br>(cm) | COLOR            |                   | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD |      |         |       | TEXTURA |       |       |       | M.O.<br>% | PH    |       |       |      | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup><br>mg/100grs | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>ppm | P<br>ppm |
|---------------|------------------|-------------------|--------------|--------------|-----------|------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|------|----------|-------------------------------|------------------|----------------|-----------------|-------------------------------------|----------|
|               | Seco             | Húmedo            |              |              | Arena     | Limo | Arcilla | 1:2.5 | 1:5.0   | 1:2.5 | 1:5.0 | 1:2.5 |           | 1:5.0 | 1:2.5 | 1:5.0 |      |          |                               |                  |                |                 |                                     |          |
| 0-10          | 10YR5/3<br>PARDO | 10YR3/2<br>FGYO " | 0.89         | 1.85         | 51.83     | 45.5 | 35.0    | 19.5  | 1.00    | 7.7   | 8.0   | 7.0   | 7.3       | 32.2  | 36    | 4     | 2.23 | 0.391    | 0.5                           | 36.60            |                |                 |                                     |          |
| 10-20         | 10YR5/3<br>PARDO | 10YR3/2<br>FGYO " | 0.97         | 2.00         | 51.30     | 45.5 | 35.0    | 19.5  | 1.01    | 7.7   | 8.0   | 7.1   | 7.3       | 32.0  | 38    | 3     | 2.23 | 0.434    | -                             | 27.26            |                |                 |                                     |          |
| 20-30         | 10YR5/3<br>PARDO | 10YR3/2<br>FGYO " | 1.01         | 2.00         | 49.65     | 40.5 | 35.0    | 24.5  | 1.86    | 7.6   | 8.0   | 7.1   | 7.3       | 26.8  | 33    | 4     | 2.07 | 0.434    | -                             | 30.00            |                |                 |                                     |          |
| 30-40         | 10YR5/3<br>PARDO | 10YR3/2<br>FGYO " | 1.00         | 2.00         | 50.20     | 30.5 | 37.5    | 32.0  | 2.13    | 7.8   | 8.1   | 7.3   | 7.4       | 29.6  | 28    | 4     | 2.55 | 0.478    | -                             | 24.62            |                |                 |                                     |          |
| 40-50         | 10YR5/4<br>PA "  | 10YR3/4<br>PAO "" | 0.86         | 2.00         | 57.05     | 25.5 | 30.0    | 44.5  | 1.24    | 7.9   | 8.1   | 7.2   | 7.4       | 40.8  | 43    | 7     | 4.21 | 0.478    | -                             | 21.32            |                |                 |                                     |          |

ABREVIATURAS: FGYO " = PARDO GRISACIO MUY OSCURO  
 PA "" = PARDO AMARILLENTO  
 PAO "" = PARDO AMARILLENTO OSCURO

GRAFICA NUMERO 14



0.8 1.0 49.5 57.5 31 40 1 2 3 4 5 20 30 2 3 4 5 0.8 0.43 0.47  
 PROF (GM) D.A. 1.8 2.0 E.P. 25.5 35.5 45.6 10 25 35 45 10 20 30 40 50 10 20 30 40 50  
 g/cc g/cc % Archi Limo Arc 1114 pH 2.0 CRT Cl ++ Me++ NS+  
 mg/100 g

Perfil: JD 14  
 Localización: Se encuentra a 7 km al norte de la cabecera municipal de Progreso, en el Rancho El Do .  
 Uso del suelo: Parcela de cultivo de calabá (Cucurbita spp).  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4°C  
 Temperatura máxima: 41.0°C  
 Temperatura mínima: 5.2°C  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(e)g  
 Altitud: 1,850 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Riego con sangrías  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Cultivo de calabaza (Cucurbita spp) .  
 Pedregosidad: No presenta en la superficie

Los resultados de los análisis químicos y físicos del Perfil JD 14 se muestran en el cuadro y gráfica 14. El perfil es somero con 40 cm de profundidad.

Presenta en todo el perfil un 10 % de moteado café claro.

El color en seco en todo el perfil es 10YR4/3 pardo obscuro.

El color en húmedo en todo el perfil 10YR 2/2 pardo muy obscuro.

La densidad aparente es de 0.93 g/cc en los primeros 10 cm; De los 10 a 30 cm de 0.98 g/cc; disminuyendo a 0.97 g/cc de 30 a 40 cm.

La densidad real se incrementa conforme aumenta la profundidad y varía de 1.67 a 2.00 g/ cc .

La porosidad se incrementa conforme aumenta la profundidad y va de 44.44 a 53.29 % .

La textura en todo el perfil es de migajón arenoso.

El contenido de materia orgánica es de 0-10cm de 6.04% ; disminuye a 5.26 % de 10 a 20 cm; de 20 a 40 cm es de 5.40 % .

El pH con agua en relación 1:2.5 es de 8.2 en los primeros 20 cm del suelo, disminuye ligeramente la alcalinidad de 20 a 40 cm a 8.1; a una relación 1:5.0 varía de 8.4 a 8.8 . Con KCl en relación 1:2.5 varía de 7.4 a 7.6, aumentando ligeramente conforme aumenta la profundidad del suelo; a una relación 1:5.0 varía de 7.6 a 7.8, incrementándose cuando aumenta la profundidad.

La capacidad de intercambio catiónico total disminuye conforme aumenta la profundidad del suelo variando de 37.4 a 33.0 meq/100 g .

La cantidad de  $Ca^{++}$  varía de 52 a 60 meq/100 g, distribuyéndose en forma heterogénea.

El contenido de  $Mg^{++}$  disminuye de 9 a 4 meq/100 g de los 0 a 30 cm; de 30 a 40 cm aumenta a 6 meq/100 g .

El Potasio tiende a disminuir de 3.03 a 2.10 meq/100 g conforme aumenta la profundidad.

El  $Na^{+}$  tiende a permanecer constante en los primeros 30 cm del suelo de 0.260 meq/100 g, aumentando ligeramente a 0.304 meq/100 g de 30 a 40 cm .

De 0 a 10 cm tienen 1.35 ppm de nitratos, disminuyendo a 0.90 ppm a los 20 cm; de 20 a 40 cm no se encontraron en el perfil.

El Fósforo varía a través del perfil de 39.34 a 11.96 ppm, disminuyendo conforme aumenta la profundidad.

Con base a las observaciones de campo, análisis físicos y químicos, se ubica al Perfil JD 14 de acuerdo a la 7a.

Aproximación, como:

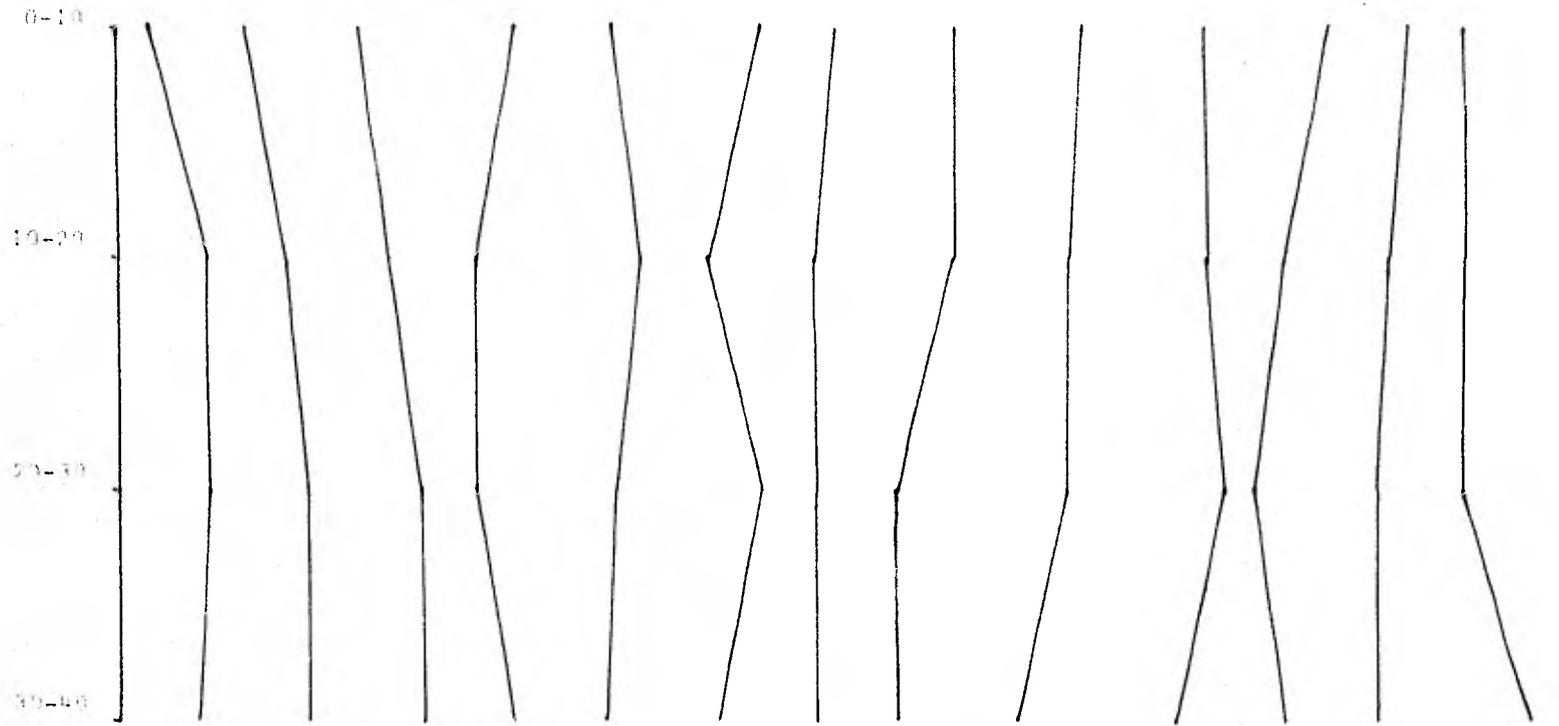
|            |                  |
|------------|------------------|
| Orden      | Entisol          |
| Suborden   | Arent            |
| Gran Grupo | Arent            |
| Subgrupo   | Arent Xerófilico |

CUADRO NUMERO 14

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 14 . PROCEDENCIA: RANCHO "EL DO " , MUNICIPIO PROGRESO (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO . MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA . ALTITUD: 1,850 m snm . CLIMA: BS<sub>ghw</sub>"(w)(c)g. VEGETACION ORIGINAL: MATORRAL XEROFILO . USO ACTUAL DEL SUELO : CULTIVO DE CALABAZA (Hordenia vulgaris L.) .

| PROF.<br>(cm) | COLOR            |         | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD<br>% | TEXTURA         |      |         | M.O.<br>% | pH    |                  |       |       | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup><br>mg/100 | Mg <sup>++</sup><br>ppm | K <sup>+</sup><br>ppm | Na <sup>+</sup><br>ppm | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup><br>ppm | P<br>ppm |
|---------------|------------------|---------|--------------|--------------|----------------|-----------------|------|---------|-----------|-------|------------------|-------|-------|----------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|----------|
|               | Seco             | Húmedo  |              |              |                | Arenosa         | Limo | Arcilla |           | 1:2.5 | H <sub>2</sub> O | 1:5.0 | 1:2.5 |          |                            |                         |                       |                        |                                      |          |
| 0-10          | 10YR4/3          | 10YR2/2 | 0.93         | 1.67         | 48.44          | 50.5            | 37.0 | 2.5     | 8.09      | 8.2   | 8.4              | 7.4   | 7.6   | 37.4     | 57                         | 9                       | 2.03                  | 0.260                  | 1.35                                 | 39.00    |
|               | PARDO OBS. PJO * |         |              |              |                | MIGAJON ARENOSO |      |         |           |       |                  |       |       |          |                            |                         |                       |                        |                                      |          |
| 10-20         | 10YR4/3          | 10YR2/2 | 0.98         | 1.92         | 48.98          | 58.0            | 41.2 | 0.8     | 8.26      | 8.2   | 8.4              | 7.5   | 7.7   | 36.6     | 57                         | 6                       | 2.46                  | 0.260                  | 0.90                                 | 39.34    |
|               | PARDO OBS. PJO * |         |              |              |                | MIGAJON ARENOSO |      |         |           |       |                  |       |       |          |                            |                         |                       |                        |                                      |          |
| 20-30         | 10YR4/3          | 10YR2/2 | 0.98         | 2.08         | 53.15          | 58.0            | 39.5 | 2.5     | 8.40      | 8.1   | 8.8              | 7.5   | 7.8   | 36.6     | 60                         | 4                       | 2.14                  | 0.260                  | -                                    | 17.92    |
|               | PARDO OBS. PJO * |         |              |              |                | MIGAJON ARENOSO |      |         |           |       |                  |       |       |          |                            |                         |                       |                        |                                      |          |
| 30-40         | 10YR4/3          | 10YR2/2 | 0.97         | 2.08         | 53.29          | 60.5            | 38.5 | 1.0     | 8.40      | 8.1   | 8.8              | 7.6   | 7.8   | 33.0     | 52                         | 6                       | 2.10                  | 0.304                  | -                                    | 11.98    |
|               | PARDO OBS. PJO * |         |              |              |                | MIGAJON ARENOSO |      |         |           |       |                  |       |       |          |                            |                         |                       |                        |                                      |          |

ABREVIATURA: PJO \* = PARDO MUY OSCURO



|       |      |      |      |       |      |     |     |      |    |      |                  |                  |                |                 |      |
|-------|------|------|------|-------|------|-----|-----|------|----|------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------|
|       | 0.3  | 0.52 | 44   | 55    | 36   | 40  | 5.0 | 7    | 33 | 37   | 4                | 0.8              | 10             | 0.25            | 0.30 |
| PROP. | D.A  | D.P. | E.T. | Arena | Limo | Amo | 111 | M.O. | pH | ClCT | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | P <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> |      |
| (cm)  | 2.00 | 2.00 | 5    | 5     | 5    | 5   | 5   | 5    | 5  | 5    | 5                | 5                | 5              | 5               | 5    |

Perfil: JD 15  
 Localización: Se encuentra en el Rancho El Do, a 8.7 km al norte de la cabecera municipal de Progreso, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Cultivo de maíz (Zea mays).  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4°C  
 Temperatura máxima: 41.0  
 Temperatura mínima: 5.2 °C  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(c)g  
 Altitud: 1,820 m snm  
 Relieve: Plano, con microrelieve convexo.  
 Drenaje: Riego por sangrías.  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Cultivo de Zea mays .  
 Pedregosidad: No se presenta en la superficie.

Los resultados de los análisis físicos y químicos del Perfil JD 15 se muestran en la gráfica y cuadro 15. La profundidad del perfil es de 30 cm .

En todo el perfil en un 10 % se observa moteado de color café claro.

El color en seco en todo el perfil es 10YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro.

El color en húmedo en todo el perfil es 10YR2/1 negro.

La densidad aparente de 0-10 cm es de 1.00 g/cc; de 10 a 20 cm es de 0.94 g/cc; de 20 a 30 cm es de 0.99 g/cc .

La porosidad varía de 47.89 a 54.88 % .

En los primeros 20 cm del suelo la textura es de migajón arenoso; de los 20 a 30 cm aumenta el contenido de arcilla, por lo que corresponde a un migajón.

La materia orgánica disminuye conforme aumenta la profundidad del suelo, variando de 1.37 a 0.47 % .

El pH con agua en relación 1:2.5 es de 8.4, excepto de 10

a 20 cm que es de 8.5; con relación 1:5.0 es de 8.1 excepto de 10 a 20 cm que es de 8.2 . Con KCl relación 1:2.5 es de 7.7 en los primeros 25 cm del suelo, de 20 a 30 cm es de 7.6 ; en relación 1:5.0 es de 7.5, excepto de 10 a 20 cm, donde aumenta ligeramente a 7.8 .

La capacidad de intercambio catiónico total varía de 32.4 a 37.2 meq/100 g .

El contenido de  $\text{Ca}^{++}$  aumenta a mayor profundidad del perfil, los valores fluctúan de 36 a 46 meq/100 g .

La cantidad de  $\text{Mg}^{++}$  varía de 5 a 1 meq/100 gr en el perfil.

La cantidad de  $\text{H}^{+}$  disminuye conforme aumenta la profundidad del perfil, los valores varían de 2.23 a 1.59 meq/100 g.

El  $\text{Na}^{+}$  varía de 0.304 a 0.652 meq/100 g a través del perfil.

La cantidad de nitratos es variable en el perfil: de 0 a 10 cm es de 4.99 ppm; de 10 a 20 cm se incrementa a 6.45 ppm; de 20 a 30 cm disminuye a 1.35 ppm .

El contenido de Fósforo es variable, de 0 a 10 cm tiene 54.62 ppm; de 10 a 20 cm tiene 70.60 ppm; de 20 a 30 cm disminuye a 48.58 ppm.

Con base en las observaciones de campo, análisis físicos y químicos, al Perfil JD 15 lo ubicamos de acuerdo a la 7a.

Aproximación como:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Orden      | Entisol         |
| Suborden   | Arent           |
| Gran Grupo | Arent           |
| Subgrupo   | Arent Xeralfico |

CUADRO NUMERO 15

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 15 . PROXIMIDAD : RANCHO "EL DO" , MUNICIPIO PROGRESO (VALLE DEL MEZQUITAL) , ESTADO DE HIDALGO. MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA. ALTITUD: 1,820m s.n.m. CLIMA: BS<sub>0</sub>hw"(w)(c) g . VEGETACION ORIGINAL: NATURAL XEROFILO . USO ACTUAL DEL SUELO: CULTIVO DE MAIZ (Zea mays) .

| PROF.<br>(cm) | COLOR            |                  | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD |      | TEXTURA |      |         |     | M.O. | pH  |     |       |       | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | P |
|---------------|------------------|------------------|--------------|--------------|-----------|------|---------|------|---------|-----|------|-----|-----|-------|-------|----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|---|
|               | Seco             | Húmedo           |              |              | %         | %    | Arena   | Limo | Arcilla | %   |      | %   | %   | 1:2.5 | 1:5.0 |          |                  |                  |                |                 |                              |   |
| 0-10          | 10YR3/2<br>PMO * | 10YR2/1<br>NEGRO | 1.00         | 1.92         | 47.69     | 68.5 | 27.5    | 9.0  | 1.37    | 8.4 | 8.1  | 7.7 | 7.0 | 33.8  | 36    | 5        | 2.73             | 0.304            | 4.90           | 54.62           |                              |   |
| 10-20         | 10YR3/2<br>PMO * | 10YR2/1<br>NEGRO | 0.94         | 2.08         | 54.86     | 56.0 | 35.0    | 9.0  | 1.07    | 8.5 | 8.2  | 7.7 | 7.5 | 37.2  | 40    | 1        | 1.91             | 0.652            | 6.45           | 70.00           |                              |   |
| 20-30         | 10YR3/2<br>PMO * | 10YR2/1<br>NEGRO | 0.99         | 2.08         | 52.92     | 51.0 | 32.5    | 15.5 | 0.97    | 8.4 | 8.1  | 7.6 | 7.8 | 32.4  | 46    | 4        | 1.59             | 0.391            | 1.35           | 48.58           |                              |   |

ABRUVIATURA : PMO \* = PARDO GRISACEO MUY OSCURO

CUADRO NUMERO 16

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 16 . PROXIMIDAD: EL JARDIN , MUNICIPIO PROGRESO (VALLE DEL MEZQUITAL) , ESTADO DE HIDALGO. MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA . ALTITUD: 1,820 m s.n.m. CLIMA: BS<sub>0</sub>hw"(w)(c) g . VEGETACION ORIGINAL: NATURAL XEROFILO . USO ACTUAL DEL SUELO: CULTIVO DE MAIZ (Zea mays) .

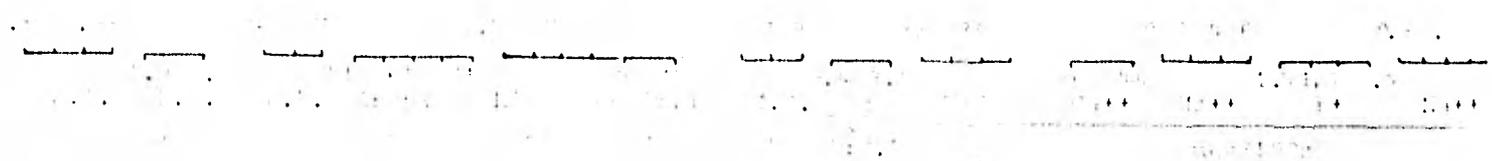
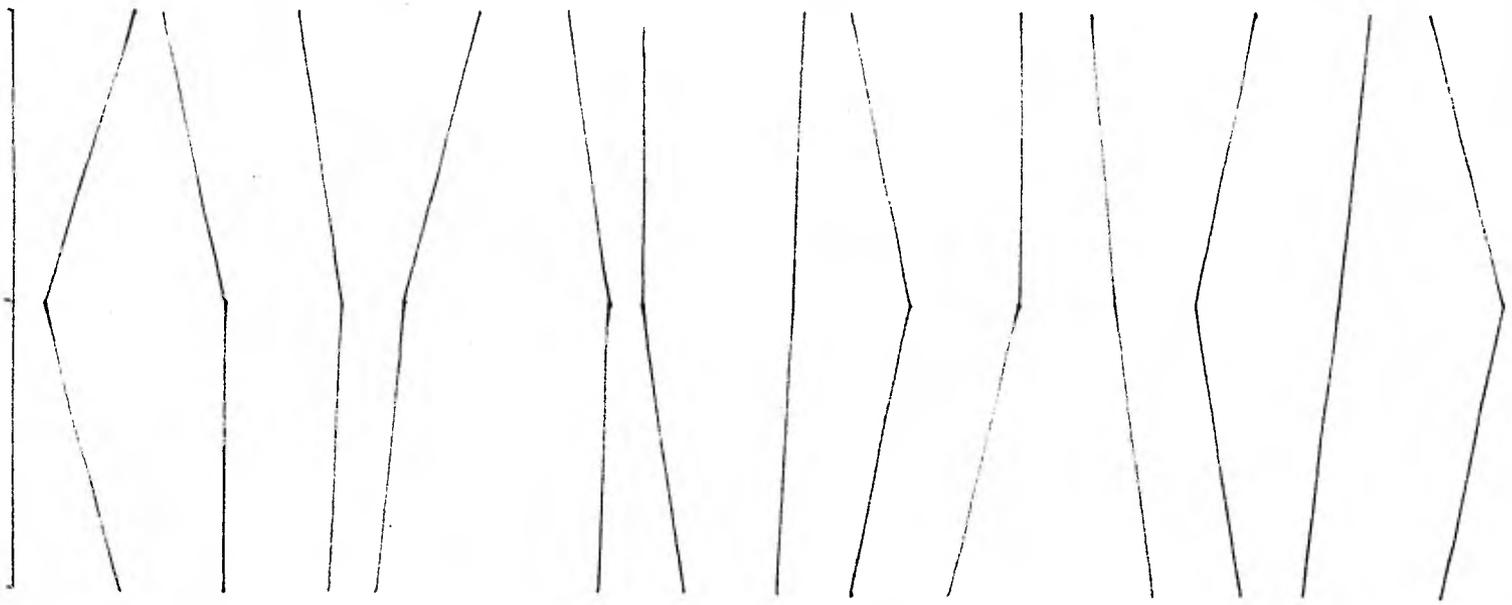
| PROF.<br>(cm) | COLOR            |                   | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD |      | TEXTURA |      |         |     | M.O. | pH  |     |       |       | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | P |
|---------------|------------------|-------------------|--------------|--------------|-----------|------|---------|------|---------|-----|------|-----|-----|-------|-------|----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|---|
|               | Seco             | Húmedo            |              |              | %         | %    | Arena   | Limo | Arcilla | %   |      | %   | %   | 1:2.5 | 1:5.0 |          |                  |                  |                |                 |                              |   |
| 0-10          | 10YR3/1<br>CMO * | 10YR3/2<br>PMO ** | 1.04         | 1.92         | 45.71     | 65.5 | 20.0    | 16.5 | 3.03    | 8.6 | 8.4  | 7.8 | 7.9 | 29.6  | 50    | 5        | 1.92             | 0.391            | 1.35           | 21.32           |                              |   |
| 10-20         | 10YR3/1<br>CMO * | 10YR3/2<br>PMO ** | 0.97         | 2.00         | 51.45     | 68.0 | 27.5    | 4.5  | 1.05    | 8.4 | 8.6  | 7.7 | 7.9 | 29.0  | 48    | 7        | 1.07             | 0.347            | -              | 15.28           |                              |   |

ABRUVIATURAS: CMO\* = GRIS MUY OSCURO

PMO\*\*= PARDO GRISACEO MUY OSCURO

11

1972-1973



Perfil: JD 16  
 Localización: Se encuentra en El Jardín, a 10.4 km al norte de la cabecera municipal de Progreso, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Parcela de Zea mays (maíz) .  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4 °c  
 Temperatura máxima: 41.9°c  
 Temperatura mínima: 5.2°c  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw''(w)(e)<sub>2</sub>  
 Altitud: 1,820 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Riego mediante sangrías  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Cultivo de Zea mays (maíz).  
 Pedregosidad: Sin piedras en la superficie.

La gráfica y cuadro 16 muestran los resultados de los análisis físicos y químicos del Perfil JD 16 realizados en el laboratorio.

El perfil es muy somero, de 70 cm de profundidad y presenta moteados de color blanco en un 25 % .

El color en seco en todo el perfil es 10YR3/1 gris muy oscuro.

El color en húmedo es 10YR3/2 pardo grisáceo muy oscuro.

La densidad aparente es: de 0 a 10 cm, de 1.94 g/cc; de 10 a 20 cm disminuye a 0.97 g/cc.

La densidad real va de 1.92 g/cc en los primeros 10 cm; de 10 a 20 cm es de 2.00 g/cc .

La porosidad aumenta a mayor profundidad del perfil, de 45.71 a 51.45 % .

La textura en todo el perfil es de migajón arenoso.

La materia orgánica disminuye conforme aumenta la profundidad y varía de 3.03 a 1.65 %.

El pH con agua relación 1:2.5 varía de 3.6 a 5.4; en la

relación 1:5.0 varía de 8.6 a 8.4. Con Kcl en relación 1:2.5 es de 7.8 de 0 a 10 cm , de 10 a 20 cm baja a 7.7 ; en relación 1:5.0 es de 7.9 en todo el perfil.

La capacidad de intercambio catiónico total es de 29.6 meq/100 g de 0 a 10 cm y de 10 a 20 cm disminuye ligeramente a 29.0 meq/100 g.

El Ca<sup>++</sup> disminuye conforme aumenta la profundidad del perfil, de 50 a 48 meq/100 g .

El contenido de Mg<sup>++</sup> aumenta conforme aumenta la profundidad del suelo, de 5 a 7 meq/100 g .

El Potasio disminuye a mayor profundidad del perfil, de 1.92 a 1.47 meq/100 g .

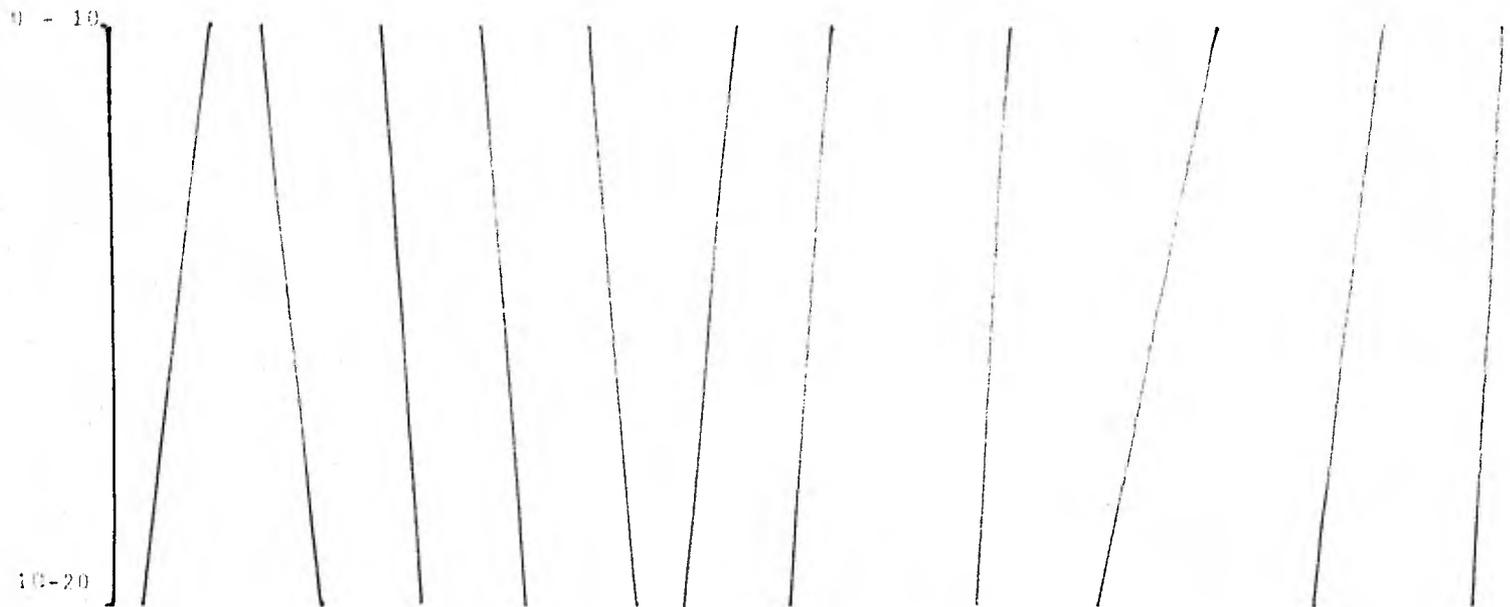
El Na<sup>+</sup> conforme aumenta la profundidad del perfil disminuye, de 0.391 a 0.347 meq/100 g .

Solamente tiene nitratos el suelo en los primeros 10 cm y son 1.35 ppm .

El Fósforo disminuye conforme aumenta la profundidad de 21.32 a 15.28 ppm.

Con base en las observaciones de campo, análisis físicos y químicos, al Perfil JD 16 lo ubicamos taxonómicamente de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Orden      | Entisol           |
| Suborden   | Orthent           |
| Gran Grupo | Xerorthent        |
| Subgrupo   | Xerorthent Lítico |



|       |      |      |      |          |       |    |       |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|----------|-------|----|-------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | 0.97 | 1.93 |      | 46       | 55    |    | 29    | 30   |     | 1    | 2    | 3    |      | 21   | 21   |      | 5    | 7    |      | 0.70 | 0.78 |      |      |      |
| PROF. | 1.92 |      | 7.00 |          | 65    |    | 67.00 |      | 9.5 |      | 24.5 |      | 8.5  |      | 21.5 |      | 48   |      | 90   |      | 1.00 |      | 1.2  |      |
| (cm)  | D.A. | D.R. | E.P. | Zirconia | Linos | As | 113   | M.O. | pH  | 1.00 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 |

Perfil: JD 17  
 Localización: Se encuentra en el Ejido de Chilcuautla, a 3.5 km al noreste de la cabecera municipal de Chilcuautla, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Tiene dos cosechas al año, la primera fué de cebada (Hordeum vulgare L.), la segunda es de maíz (Zea mays).  
 Precipitación anual: 287.0 mm  
 Temperatura media anual: 18.6°C  
 Temperatura máxima: 41.0°C  
 Temperatura mínima: 5.2 °c  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw<sup>h</sup>(w)(e)g  
 Altitud: 1,780 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Riego por sangrías  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Cultivo de Zea mays (maíz) .  
 Pedregosidad: Menos del 5 % con piedras de 3 a 5 cm .

Los resultados obtenidos de los análisis físicos y químicos del Perfil JD 17 se muestran en la gráfica y cuadro 17. La profundidad es de 40 cm .

El color en seco en todo el perfil es, de 10YR6/2 gris pardusco brillante.

El color en húmedo en todo el perfil es de 10YR4/3 pardo obscuro.

La densidad aparente varía de 0.92 a 0.98 g/cc .

La densidad real varía de 2.17 a 2.00 g /cc .

La porosidad va de 54.05 a 57.58 % en el perfil.

La textura que presenta todo el perfil es de migajón.

El contenido de materia orgánica en los primeros 30 cm aumenta conforme aumenta la profundidad de 2.41 a 3.79; de 30 a 40 cm disminuye a 2.13%.

El pH con agua relación 1:2.5 es de 8.4 en todo el perfil,

excepto de 10 a 20 cm; en relación 1:5.0 disminuye de 8.5 a 8.2 a mayor profundidad del perfil. Con KCl en relación 1:2.5 el pH disminuye de 7.8 a 7.6 conforme aumenta la profundidad; en la relación 1:5.0 es de 7.9 de 0 a 10 cm, de 10 a 40 cm disminuye a 7.8 .

La capacidad de intercambio catiónico total tiende a aumentar, conforme aumenta la profundidad del perfil, variando de 34.2 a 38.2 meq/100 g , excepto de 20 a 30 cm, donde se observa que hay un descenso en la capacidad de intercambio hasta 25.0 meq/100 g .

El  $\text{Ca}^{++}$  disminuye conforme aumenta la profundidad del perfil y va de 90 a 65 meq/100 g .

El contenido de  $\text{Mg}^{++}$  tiende a aumentar a mayor profundidad y va de 10 a 14 meq/100 g, excepto de 10 a 20 cm donde aumenta hasta 19 meq/100 g.

El  $\text{K}^{+}$  disminuye conforme aumenta la profundidad de 2.87 a 2.46 meq/100 g , excepto de 10 a 20 cm donde aumenta a 3.38 meq/100 g .

El  $\text{Na}^{+}$  de 0 a 10 cm es de 0.478 meq/100 g, posteriormente disminuye a 0.391 meq/100 g de 10 a 40 cm .

De 0 a 10 cm hay 1.80 ppm; de 10 a 20 cm y de 30 a 40 cm tiene 1.35 ppm; de 20 a 30 cm disminuye a 0.90 ppm de nitratos.

El Fósforo tiende a disminuir a mayor profundidad del perfil y va de 63.96 a 30.00 ppm .

Con base en las observaciones de campo, análisis físicos y químicos, al Perfil JD 17, lo ubicamos taxonómicamente de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Orden      | Entisol         |
| Suborden   | Arent           |
| Gran Grupo | Arent           |
| Subgrupo   | Arent Xerálfico |

CUADRO NUMERO 17

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 17 . PROCEIDENCIA: EJIDO DE CHILCUAUTLA, MUNICIPIO CHILCUAUTLA (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO. MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA. ALTITUD: 1,780 m srm . CLIMA BS<sub>0</sub>hw''(w)(e)g . VEGETACION ORIGINAL : MATORRAL XEROFILO . USO ACTUAL DEL SUELO: CULTIVO DE MAIZ ( Zea mays ) .

| PROF.<br>(cm) | COLOR   |            | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD |      | TEXTURA |         | M.O. | H <sub>2</sub> O |     | pH  | KCl | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | P     |
|---------------|---------|------------|--------------|--------------|-----------|------|---------|---------|------|------------------|-----|-----|-----|----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-------|
|               | Seco    | Húmedo     |              |              | %         | %    | Limo    | Arcilla |      | %                | %   |     |     |          |                  |                  |                |                 |                              |       |
| 0-10          | 10YR6/2 | 10YR4/3    | 0.98         | 2.17         | 55.10     | 41.5 | 43.3    | 15.2    | 2.41 | 8.4              | 8.5 | 7.8 | 7.9 | 38.2     | 90               | 19               | 2.87           | 0.478           | 1.80                         | 63.96 |
|               | GPB *   | PARDO OBS. |              |              |           |      | MIGAJON |         |      |                  |     |     |     |          |                  |                  |                |                 |                              |       |
| 10-20         | 10YR6/2 | 10YR4/3    | 0.92         | 2.17         | 57.58     | 41.5 | 37.5    | 21.0    | 2.69 | 8.5              | 8.4 | 7.7 | 7.8 | 36.6     | 20               | 19               | 3.38           | 0.391           | 1.35                         | 51.32 |
|               | GPB *   | PARDO OBS. |              |              |           |      | MIGAJON |         |      |                  |     |     |     |          |                  |                  |                |                 |                              |       |
| 20-30         | 10YR6/2 | 10YR4/3    | 0.92         | 2.00         | 54.05     | 41.0 | 36.0    | 21.0    | 3.79 | 8.4              | 8.3 | 7.6 | 7.8 | 25.0     | 70               | 13               | 2.33           | 0.391           | 0.90                         | 30.00 |
|               | GPB *   | PARDO OBS. |              |              |           |      | MIGAJON |         |      |                  |     |     |     |          |                  |                  |                |                 |                              |       |
| 30-40         | 10YR6/2 | 10YR4/3    | 0.95         | 2.08         | 54.30     | 41.5 | 37.5    | 21.0    | 2.13 | 8.4              | 8.2 | 7.6 | 7.8 | 38.2     | 65               | 14               | 2.46           | 0.391           | 1.35                         | 30.00 |
|               | GPB *   | PARDO OBS. |              |              |           |      | MIGAJON |         |      |                  |     |     |     |          |                  |                  |                |                 |                              |       |

ABREVIATURA: GPB \* = GRIS PARDUSCO BRILLANTE

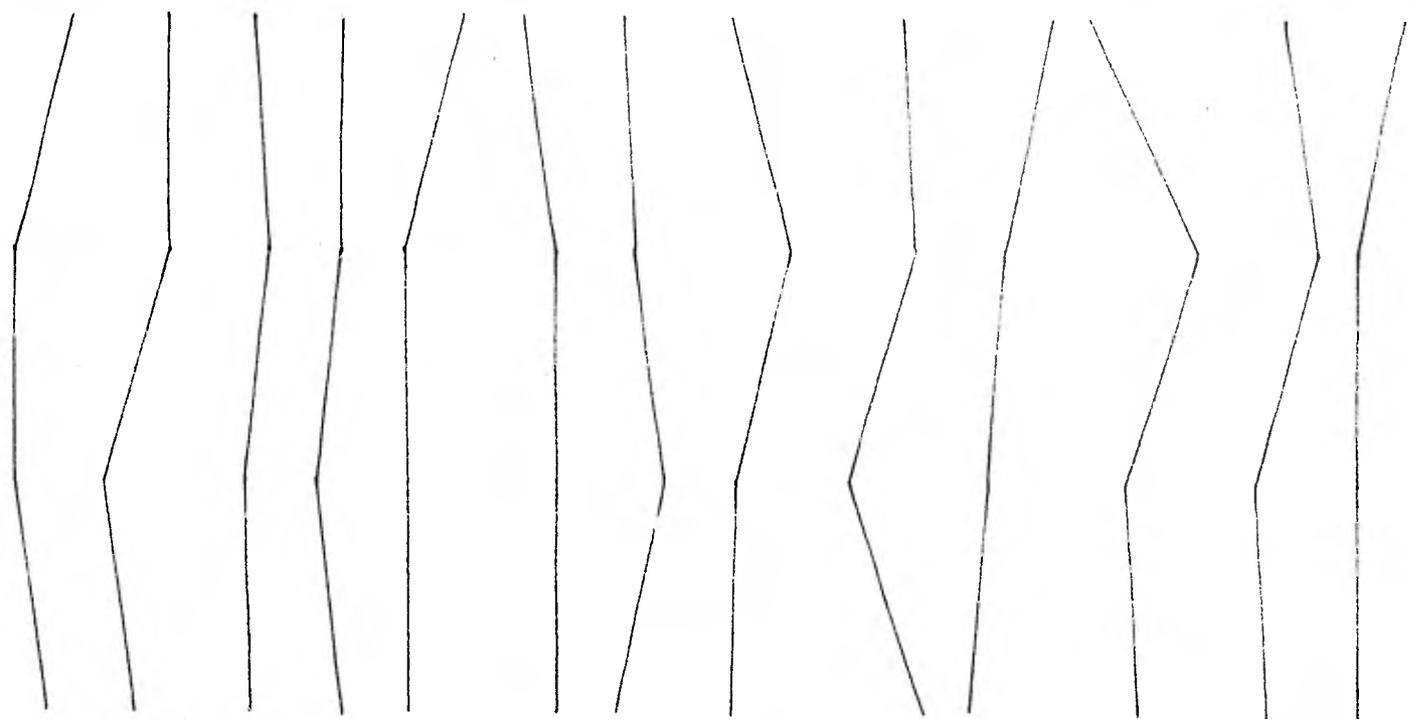
CUADRO NUMERO 18

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 18 . PROCEIDENCIA: " EL JARDIN " , MUNICIPIO PROGRESO, (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO. MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA. ALTITUD: 1,780 m srm . CLIMA BS<sub>0</sub>hw''(w)(e)g . VEGETACION ORIGINAL: MATORRAL XEROFILO . USO ACTUAL DEL SUELO: CULTIVO DE ALFALFA ( Medicago sativa ) .

| PROF.<br>(cm) | COLOR           |            | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD |      | TEXTURA         |         | M.O. | H <sub>2</sub> O |     | pH  | KCl | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | P     |
|---------------|-----------------|------------|--------------|--------------|-----------|------|-----------------|---------|------|------------------|-----|-----|-----|----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-------|
|               | Seco            | Húmedo     |              |              | %         | %    | Limo            | Arcilla |      | %                | %   |     |     |          |                  |                  |                |                 |                              |       |
| 0-10          | 10YR5/2         | 10YR3/3    | 0.97         | 2.00         | 51.30     | 65.5 | 27.5            | 7.0     | 6.33 | 8.1              | 8.1 | 7.7 | 7.8 | 31.0     | 54               | 6                | 1.72           | 0.260           | 0.50                         | 36.60 |
|               | PARDO GRISACIDO | PARDO OBS. |              |              |           |      | MIGAJON ARENOSO |         |      |                  |     |     |     |          |                  |                  |                |                 |                              |       |
| 10-20         | 10YR5/2         | 10YR3/3    | 0.95         | 2.08         | 54.20     | 58.0 | 40.7            | 1.3     | 6.48 | 8.0              | 8.0 | 7.6 | 7.8 | 28.6     | 53               | 6                | 2.74           | 0.260           | 0.50                         | 42.64 |
|               | PARDO GRISACIDO | PARDO OBS. |              |              |           |      | MIGAJON ARENOSO |         |      |                  |     |     |     |          |                  |                  |                |                 |                              |       |
| 20-30         | 10YR5/2         | 10YR3/3    | 1.03         | 2.08         | 50.46     | 63.0 | 35.7            | 1.3     | 2.95 | 8.1              | 8.3 | 7.7 | 7.9 | 27.0     | 51               | 7                | 1.08           | 0.478           | 0.50                         | 17.92 |
|               | PARDO GRISACIDO | PARDO OBS. |              |              |           |      | MIGAJON ARENOSO |         |      |                  |     |     |     |          |                  |                  |                |                 |                              |       |

GRAVIMETRIC ANALYSIS

0 - 10  
10 - 20  
20 - 30  
30 - 40



|      |      |      |      |    |    |    |    |    |   |    |   |   |
|------|------|------|------|----|----|----|----|----|---|----|---|---|
| 0.92 | 0.98 | 59   | 27   | 40 | 4  | 21 | 10 | 20 | 2 | 20 | 2 | 4 |
| D.A. | 2.65 | D.R. | E.P. | 15 | 20 | 25 | M. |    |   |    |   |   |
| S/cc | S/cc | %    | %    | %  |    |    |    |    |   |    |   |   |

Perfil: JD 18  
 Localización: Se encuentra en El Jardín, a 10.5 km al norte de la cabecera municipal de Progreso, Hidalgo.  
 Uso del Suelo: Cultivo de Medicago sativa (alfalfa) .  
 Precipitación anual: 462.1 mm  
 Temperatura media anual: 17.4°C  
 Temperatura máxima: 41.0 °C  
 Temperatura mínima: 5.2 °C  
 Clima: BShw<sup>0</sup>(w)(e)g  
 Altitud: 1,780 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Riego por sangrías  
 Material parental: Roca caliza  
 Vegetación: Con Medicago sativa (alfalfa) .  
 Pedregosidad: Sin piedras en la superficie

La gráfica y cuadro 18 muestran los resultados de los análisis físicos y químicos del Perfil JD 18. Tiene una profundidad de 30 cm ; presenta moteados de color blanco y café en un 25 % de 0 a 10 cm, de un 10% de 10 a 30 cm del suelo.

El color en seco es de 10YR5/2 pardo grisáceo en todo el perfil.

El color en húmedo en todo el perfil es 10YR3/3 pardo obscuro.

La densidad aparente es de 0.97 g/cc de 0 a 10 cm; de 10 a 20 cm es de 0.95 g/cc; de 20 a 30 cm es de 1.03 g/cc .

La densidad real es de 2.00 g/cc de 0 a 10 cm del suelo; de 10 a 30 cm aumenta a 2.08 g/cc.

La porosidad es de 51.30 % de 0 a 10 cm; de 10 a 20 cm es de 54.20; de 20 a 30 cm disminuye a 50.46 % .

La textura es de migajón arenoso en todo el perfil.

En los primeros 20 cm del suelo la materia orgánica es de 6.48%; de 20 a 30 cm disminuye a 2.95 % .

El pH con agua relación 1:2.5 es de 8.1 de 0 a 10 cm y de 20 a 30 cm, de 10 a 20 cm disminuye a 8.0; en relación 1:5.0 varía de 8.1 a 8.3. Con KCl relación 1:2.5 es de 7.7 excepto de 10 a 20 cm que es de 7.6; en la relación 1:5.0 de 0 a 20 cm es de 7.8, aumentando de 20 a 30 cm a 7.9 .

La capacidad de intercambio catiónico total tiende a disminuir conforme aumenta la profundidad de 31 a 27.0 meq/100g.

La cantidad de  $\text{Ca}^{++}$  tiende a disminuir conforme aumenta la profundidad y va de 54 a 51 meq/100 g .

El contenido de  $\text{Mg}^{++}$  varía en forma heterogénea, los valores fluctúan de 6 a 7 meq/100 g .

Los valores de  $\text{K}^+$  oscilan de 1.08 a 2.74 meq/100 g .

El  $\text{Na}^+$  varía de 0.260 meq/100 g en los primeros 20 cm, a 0.478 meq/100 g de 20 a 30 cm.

El contenido de nitratos en todo el perfil es de 0.50 ppm.

Los valores del Fósforo fluctúan de 42.64 a 17.92 ppm, observándose que disminuyen a mayor profundidad del perfil.

Con base en las observaciones de campo, análisis químicos y físicos, lo ubicamos taxonómicamente al Perfil JD 18 de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                   |
|------------|-------------------|
| Orden      | Entisol           |
| Suborden   | Orthent           |
| Gran Grupo | Xerorthent        |
| Subgrupo   | Xerorthent Lítico |



Perfil: JD 19  
 Localización: Se encuentra a 1 km al suroeste de Taxadhó,  
 Municipio Ixmiquilpan, Hidalgo.  
 Uso del suelo: Parcela de jitomate (Lycopersicon esculentum Mill)  
 Precipitación anual: 360.5 mm  
 Temperatura media anual: 18.4 °c  
 Temperatura máxima: 41.0°c  
 Temperatura mínima: 5.2°c  
 Clima: BS<sub>0</sub>hw"(w)(c)<sub>g</sub>  
 Altitud: 1,699 m snm  
 Relieve: Plano  
 Drenaje: Riego con sangrías (pertenece a un sitio  
 donador, debido a que se escurre el agua).  
 Material parental: Roca caliza.  
 Vegetación: Terreno senudado.  
 Pedregosidad: No hay sobre la superficie.

La gráfica y cuadro 19 muestran los resultados obtenidos de los análisis físicos y químicos del Perfil JD 19. Presenta una profundidad de 1.10 m .

El color en seco es 10YR6/2 gris pardusco brillante de 0 a 100 cm; de 100 a 110 cm es 10YR6/1 gris.

El color en húmedo es 10YR4/3 pardo obscuro de 0 a 100 cm; de 100 a 110 cm es 10YR3/2 pardo grisáceo muy obscuro.

La densidad aparente varía de 0.94 a 0.79 g/cc; los valores más altos se encuentran en los primeros 30 cm, tendiendo a disminuir conforme aumenta la profundidad del perfil.

La densidad real es de 2.17 g/cc de 0 a 10 cm; de los 10 a 70 cm permanece a 1.92 g/cc; de 70 a 80 cm aumenta 2.08 g/cc; disminuye a 1.93 g/cc de los 80 a 90 cm; de 90 a 100 cm aumenta a 2.08 g/cc ; de 100 a 110 cm disminuye a 1.92 g/cc .

La porosidad varía de 51.69 a 60.73 %, encontrándose de manera heterogénea los valores que se presentan.

La textura en los 10 primeros centímetros es migajón arcilloso limoso; de los 10 a 40 cm disminuye la cantidad de

arcilla y le corresponde una textura de migajón limoso; de los 40 a 110 cm aumenta nuevamente la cantidad de arcilla, por lo que cambia la textura a migajón arcilloso limoso.

La materia orgánica varía de 0.09 a 2.76 %, observándose que los valores más altos corresponden a los 40 cm superficiales del suelo.

El pH con agua relación 1:2.5 en los primeros 40 cm varía de 8.4 a 8.3, de 40 a 110 cm es de 8.2; en relación 1:5.0 es de 8.4 en todo el perfil, excepto de 40 a 50 cm en que es de 8.5 . Con KCl relación 1:2.5 de 0 a 10 cm es de 7.8; de 10 a 50 cm es de 7.7; de 50 a 60 de 7.6 , de 60 a 110 cm baja a 7.5. Con la relación de 1:5.0 el pH tiende a disminuir, de 0 a 50 cm es de 7.8 y de 50 a 110 cm es de 7.7.

La capacidad de intercambio catiónico total, tiende a aumentar a mayor profundidad del perfil y los valores oscilan de 23.4 a 42.8 meq/100 g .

Los valores de  $Ca^{++}$  varían de 43 a 77 meq/100 g , incrementándose a mayor profundidad del suelo.

El  $Mg^{++}$  va de 4 a 15 meq/100 g .

El contenido de  $K^+$  tiende a disminuir a mayor profundidad del perfil; los valores fluctúan de 7.67 a 3.83 meq/100 g .

El  $Na^+$  tiene valores homogéneos a través del perfil y sólo presenta una variación de 0.478 a 0.652 meq/100 g .

La cantidad de nitratos es de 4.45 ppm de 0 a 10 cm; de 3.50 ppm de 10 a 20 cm y varía de 4.00 a 9.00 ppm de 20 a 50 cm aumentando las partes por millón de los nitratos, para disminuir de 50 a 60 cm a 7.56 ppm .

El Fósforo se manifiesta de manera heterogénea a través del perfil, los valores oscilan de 3.30 a 21.32 ppm .

Con base en las observaciones de campo, análisis químicos y físicos, al Perfil JD 19 lo ubicamos taxonómicamente de acuerdo a la 7a. Aproximación como:

|            |                     |
|------------|---------------------|
| Orden      | Molisol             |
| Suborden   | Xeroll              |
| Gran Grupo | Calcixeroll         |
| Subgrupo   | Calcixeroll Arídico |

CUADRO NUMERO 19

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL NUMERO JD 19 . PROCEDENCIA : TAXIHO , MUNICIPIO IZMIGUILPAN (VALLE DEL MEZQUITAL), ESTADO DE HIDALGO . MATERIAL PARENTAL: ROCA CALIZA. ALTITUD: 1,690 m snm . CLIMA BS<sub>0</sub>hw''(w)(e) g . VEGETACION ORIGINAL: MATORRAL XEROFILO . USO ACTUAL DEL SUELO: PARCELA DE JITONATE.

| PROF.<br>(cm) | COLOR                        |                    | D.A.<br>g/cc | D.R.<br>g/cc | POROSIDAD |      | TEXTURA |      |      | H.O. |     | pH  | ECI   |       | C.I.C.T. | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | P |
|---------------|------------------------------|--------------------|--------------|--------------|-----------|------|---------|------|------|------|-----|-----|-------|-------|----------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|---|
|               | Seco                         | Húmedo             |              |              | Areña     | Limo | Arcilla | %    | %    | %    | %   |     | 1:2.5 | 1:5.0 |          |                  |                  |                |                 |                              |   |
| 0 - 10        | 10YR6/2<br>GPB * PARDOS OBS. | 10YR4/3            | 0.94         | 2.17         | 56.62     | 20.5 | 45.0    | 34.5 | 2.27 | 8.4  | 8.4 | 7.6 | 7.8   | 23.4  | 53       | 4                | 7.67             | 0.521          | 4.45            | 5.94                         |   |
| 10 - 20       | 10YR6/2<br>GPB * PARDOS OBS. | 10YR4/3            | 0.92         | 1.92         | 51.69     | 23.0 | 55.0    | 22.0 | 2.06 | 8.3  | 8.4 | 7.7 | 7.8   | 31.8  | 45       | 10               | 5.43             | 0.456          | 8.50            | 9.24                         |   |
| 20 - 30       | 10YR6/2<br>GPB * PARDOS OBS. | 10YR4/3            | 0.93         | 1.92         | 54.03     | 20.5 | 52.5    | 27.0 | 2.07 | 8.4  | 8.4 | 7.7 | 7.8   | 34.0  | 43       | 15               | 3.83             | 0.478          | 4.00            | 3.30                         |   |
| 30 - 40       | 10YR6/2<br>GPB * PARDOS OBS. | 10YR4/3            | 0.88         | 1.92         | 54.03     | 20.5 | 60.0    | 19.5 | 2.07 | 8.3  | 8.4 | 7.7 | 7.8   | 35.2  | 55       | 9                | 5.75             | 0.565          | 5.80            | 21.32                        |   |
| 40 - 50       | 10YR6/2<br>GPB * PARDOS OBS. | 10YR4/3            | 0.79         | 1.92         | 59.07     | 18.0 | 45.0    | 37.0 | 2.76 | 8.4  | 6.5 | 7.7 | 7.8   | 37.2  | 56       | 4                | 5.75             | 0.565          | 9.00            | -                            |   |
| 50 - 60       | 10YR6/2<br>GPB * PARDOS OBS. | 10YR4/3            | 0.87         | 1.92         | 54.55     | 20.5 | 50.0    | 29.5 | 2.07 | 8.2  | 8.4 | 7.6 | 7.7   | 36.8  | 67       | 7                | 5.11             | 0.586          | 7.56            | 3.30                         |   |
| 60 - 70       | 10YR6/2<br>GPB * PARDOS OBS. | 10YR4/3            | 0.86         | 1.92         | 55.28     | 20.5 | 42.5    | 37.0 | 2.07 | 8.2  | 8.4 | 7.5 | 7.7   | 40.4  | 64       | 9                | 4.79             | 0.652          | -               | 9.24                         |   |
| 70 - 80       | 10YR6/2<br>GPB * PARDOS OBS. | 10YR4/3            | 0.82         | 2.08         | 60.73     | 20.5 | 42.5    | 37.0 | 1.93 | 8.2  | 8.4 | 7.5 | 7.7   | 42.8  | 62       | 8                | 4.15             | 0.565          | -               | -                            |   |
| 80 - 90       | 10YR6/2<br>GPB * PARDOS OBS. | 10YR4/3            | 0.85         | 1.93         | 55.95     | 18.0 | 52.5    | 29.5 | 1.93 | 8.2  | 8.4 | 7.5 | 7.7   | 42.0  | 72       | 8                | 4.79             | 0.652          | -               | 9.24                         |   |
| 90 -100       | 10YR6/2<br>GPB * PARDOS OBS. | 10YR4/3            | 0.84         | 2.08         | 59.87     | 20.5 | 40.0    | 39.5 | 0.09 | 8.2  | 8.4 | 7.5 | 7.7   | 42.0  | 77       | 6                | 4.79             | 0.521          | -               | 21.32                        |   |
| 100-110       | 10YR6/1<br>GRIS              | 10YR3/2<br>FGMO ** | 0.67         | 1.92         | 54.91     | 27.5 | 38.0    | 34.5 | 0.09 | 8.2  | 8.4 | 7.5 | 7.7   | 40.0  | 67       | 7                | 5.75             | 0.521          | -               | 9.24                         |   |

ABREVIATURAS: GPB \* = GRIS PARDUSCO BRILLANTE  
FGMO\*\*= PARDO GRISACIO MUY OSCURO



## 8. DISCUSION

Se considera que en el proceso de formación del suelo intervienen diversos factores, siendo los principales: el tiempo de desarrollo, el material parental (que determina a nivel local las características físicas y químicas), el clima (básicamente la precipitación y la temperatura, elementos climáticos que desempeñan un papel importante en la edafogénesis a escala mundial), el relieve (en suelos con pendiente se favorecen los procesos erosivos y el lavado de arriba hacia abajo de los materiales), y los organismos (la vegetación favorece el microclima, producción del humus y protege de la erosión; los animales promueven la disgregación de los materiales y la aereación).

En la zona de estudio, el clima, seco estepario; el tiempo de desarrollo, a partir del Cretácico inferior, y el material parental, roca caliza, son iguales en todos los perfiles. Por lo tanto, considero que los factores determinantes en los tipos de suelos encontrados son el relieve y los organismos, en especial los usos ganadero y agrícola. Con respecto a este último la utilización de maquinaria, favorece el incremento de los suelos Arent Xerófilos, como en los perfiles JD 4, JD 8 al JD 15, y JD 17, debido a que los horizontes del suelo son mezclados o removidos. Los suelos Xerorthent Líticos, se presentan también a consecuencia del uso agrícola y de erosión reciente; tal es el caso de los perfiles JD 3, JANE 5 y 6, JD 16 y JD 18. Los suelos Calcixeroll Arídicos que se presentan en los perfiles JD 1, JD 7 y JD 19, son producto del relieve, pues debido a la pendiente se favorece la acumulación de materiales, aumentando su profundidad. Así se corroboró en el campo este hecho que se había observado previamente al hacer la fotointerpretación de la zona donde se localizaron tales perfiles.

El color en seco de los suelos Calcixeroll Arídico, va de 10 YR 6/1 gris a 10 YR 3/2 gris pardusco brillante, y en húmedo va de 10 YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro a 10 YR 2/2

pardo muy obscuro. En los Arent Xerálfico los tonos en seco van de 10YR6/1 gris a 10YR3/2 pardo grisáceo muy obscuro y en húmedo de 10YR3/2 pardo grisáceo muy obscuro a 10YR2/1 negro presentando en los perfiles JB 14 y JD 15 en un 10 % moteados de color café claro, en el JD 8 moteados en un 5 % de color blanco. En los Xerorthent Lítico, en seco va de 10YR3/1 gris muy obscuro a 10YR3/2 pardo grisáceo muy obscuro, además el Perfil JD 3 presenta moteados de color café claro en un 5 %, en un 25 y 10 % en el Perfil JD 18 se presentan los moteados del mismo color y el Perfil JD 16 presenta moteados de color blanco en un 25 %. En el Torripsammet Xérico, el color en seco es 10YR3/2 gris pardusco brillante, en húmedo 10YR2/2 pardo muy obscuro y presenta moteados blancos en un 5 %.

Se observa que predominan los colores grises en seco, y en húmedo los tonos oscuros; esto nos revela la interacción de los procesos formadores del suelo. Así la coloración gris nos evidencia la presencia de una roca clara como material parental, en este caso la caliza; también nos indica la acumulación de materia orgánica. Estos colores están relacionados con complejos organocinerales de  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$ .

Debido al alto contenido de materia orgánica, que es mucho más ligera que un volumen de sólidos, la densidad aparente y la densidad real en todos los suelos son bajas.

La textura en los suelos Calcixeroll Arídicos es migajón limoso en las capas superficiales, a partir de los 40 ó 50 cm es de migajón arcilloso limoso, por el incremento en el contenido de arcilla. En los Arent Xerálficos la textura va de migajón, migajón arenoso, migajón limoso a migajón arcilloso. En los Xerorthents Líticos de migajón arenoso, migajón limoso a migajón arcilloso limoso. Por último el Torripsammet Xérico tiene textura de migajón limoso.

La textura que predomina es la de migajón, que corresponde a suelos cuyas fracciones están mezcladas en proporciones que permiten el desarrollo de las raíces, debido a que el suelo no es duro ni blando, permitiendo la retención del agua, buen drenaje, humedad, aireación, favorecimiento de la actividad

biológica permitiendo la retención de nutrimentos esenciales en el suelo sin gran pérdida por lixiviación.

El contenido de materia orgánica es alto y desempeña un papel importante en la alteración de los elementos minerales, ya que al descomponerse produce anhídrico carbónico y los ácidos húmicos; estos últimos mejoran la macroporosidad y la microporosidad; aumenta la estabilidad de la estructura, produce la cementación en los agregados y disminuye su humectación; por esto sería conveniente determinar la cantidad de ácidos húmicos, ya que la materia orgánica, al llegar al estado de humus, determina la pedogénesis del suelo. En suelos con vegetación nativa (matorral xerófilo), aceleran o retardan el proceso pedogenético, en tanto que en los suelos cultivados, interviene en las propiedades físicas y en las condiciones que rigen la nutrición de los cultivos.

Todos los suelos presentan reacción alcalina.

La capacidad de intercambio catiónico total es alta, se debe a la arcilla y al humus presentes en el suelo, debido a que son las fracciones que se encuentran en estado coloidal y tienen propiedades de intercambio catiónico. Se observa que la capacidad de intercambio catiónico total es muy inferior a la suma de cationes, lo que nos indica la presencia de carbonatos y yesos libres. Los valores de la capacidad son un índice de fertilidad que nos indica la cantidad de nutrimentos disponibles para la planta en forma asimilable.

De los cationes esenciales para la nutrición vegetal, el  $\text{Ca}^{++}$  es el que domina el complejo de intercambio en todos los suelos analizados, debido al aporte de la caliza como material parental. Este catión desempeña un papel importante en la edafogénesis ya que condiciona la evolución de la materia orgánica, la formación de arcillas, la naturaleza del complejo

húmico arcilloso y por lo tanto la estructura y la estabilidad del suelo.

El  $Mg^{++}$  en todos los perfiles es alto, en tanto que el  $K^+$  es bajo excepto en los Xerorthent Líticos de los perfiles JD 5 y JANE 6; en el Torripsamment Xérico es alto y en el Arent Xerálfico perfil, JD 11, también es alto.

En todos los perfiles el  $Mg^{++}$  y  $K^+$  se lixivian más rápidamente que el  $Ca^{++}$ , originando que las relaciones  $Ca^{++}/Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}/K^+$  y  $Ca^{++}/Mg^{++}/K^+$  tienden a ser más bajas a mayor profundidad del perfil.

Únicamente se presenta acumulación de  $Na^+$  en suelos de agricultura de riego. Ayala(1973), menciona que las aguas negras con las que se riegan extensas áreas en el Valle del Mezquital, probablemente son las responsables de la acumulación del cloruro de sodio en esas tierras.

En el Calcixeroll Xérico Perfil JD 19, el contenido de nitratos es alto, probablemente por los abonos, ya que los valores disminuyen conforme aumenta la profundidad por lixiviación. Se presentan en cantidades bajas los nitratos en los perfiles JD 4 y JD 15 (Arent Xerálficos), en JD 3 y JANE 5 (Xerorthent Lítico). En todos los demás suelos los valores son muy bajos o no se presentan.

El Fósforo es en general bajo o nulo en los suelos con vegetación de matorral xerófilo (nativa) y los de agricultura de temporal. En el Perfil JD 3 matorral xerófilo (Xerorthent Lítico), y el JANE 5 parcela abandonada (Xerorthent Lítico), los valores del Fósforo tiende a aumentar a mayor profundidad del suelo, fijándose en forma de fosfato tricálcico o por la formación de carbonapatita  $3 Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca CO_3$  de origen orgánico. En suelos con agricultura de riego se presentan valores elevados que disminuyen por efecto de lixiviación a mayor profundidad, por lo que al igual que el  $Na^+$  este elemento está siendo aportado por fertilizantes o por el riego con aguas negras con que se riegan las tierras, que contienen ácido fosfórico.

## 9. CONCLUSIONES

La investigación realizada permite la integración de conocimientos geológicos, suelos, hidrografía, clima, vegetación y agricultura del estado de Hidalgo. También se describe de manera general al Valle del Mezquital en cuanto a geología, suelos, hidrografía, clima y actividades humanas, que corresponden a la zona de estudio. Señalando la importancia agrícola del Valle, debido a que representan el 85 % de las tierras de labor del estado.

Se aportan las características físicas y químicas de algunos suelos de los Municipios de Progreso, San Salvador, Chilcuautla e Ixmiquilpan, contribuyendo a los estudios de suelos derivados de calizas en el estado.

De acuerdo con USDA (1975), se clasificaron los suelos de los perfiles estudiados en el campo y analizados en el laboratorio, como:

Calcixeroll Arídico, del Orden Molisol a los perfiles JDV 1, JT 7 y JD 19. (Ver LAMINA 3)

Arent Xerálfico, del Orden Entisol a los perfiles JD 4, JD 8, JD 9, JD10, JD11, JD12, JD13, JD14, JD15 y JD17 . (Ver LAMINA 5).

Xerorthent Lítico, del Orden Entisol, a los perfiles JD 3, JANE 5 y 6 , JD 16 y 18 . (Ver LAMINA 4).

Torrripsamment Xérico, del Orden Entisol, al Perfil JDV 2. (Ver LAMINA 3).

Es la primera vez que se informan de estos tipos de suelos para el Valle del Mezquital, pues anteriormente solo se citaban como suelos de ladera, suelos de montaña y suelos de planicie (Macías Villada , 1960). O como aridisoles (Aguilera N., 1972).

Los colores que predominan en todos los suelos son oscuros y al humedecerlos se oscurecen más, éstos evidencian la presencia de roca caliza como material parental y la acumulación de materia orgánica.

El alto contenido de materia orgánica permite una densidad aparente y densidad real bajas.

La textura que predomina es migajón, con características adecuadas para el desarrollo de los microorganismos y el desarrollo de las plantas, debido a la retención de nutrimentos, aireación, humedad, drenaje y porosidad que presenta.

El catión dominante es el  $\text{Ca}^{++}$  que se encuentra en altas cantidades, éste y la materia orgánica desempeñan un papel importante en la edafogénesis, condicionando la evolución del suelo.

El contenido de  $\text{Mg}^{++}$  es alto, y el  $\text{K}^+$  es bajo en general.

La cantidad de cationes refleja la alcalinidad en todos los suelos.

La capacidad de intercambio catiónico es elevada, debido al alto contenido de materia orgánica y la arcilla heredada de la caliza.

El  $\text{Na}^+$  solamente se presenta en suelos con riego.

El alto contenido de Fósforo en suelos de agricultura de riego, en comparación con los valores bajos que presentan los suelos con vegetación nativa y los de agricultura de temporal, nos indican que tales cantidades se deben a la adición, ya sea por fertilizantes o por las aguas negras que usan para el riego (Ayala, 1973).

El contenido de nitratos es bajo en todos los perfiles.

El incremento de Arcas Xerófilas, se debe al uso de maquinaria en las faenas agrícolas; En tanto que los Xerorthent Líticos se deben a consecuencia del uso agrícola y la erosión reciente; En los perfiles JD 3, JDS y JD 15 el relieve convexo favorece la erosión; Los Calcixeroll Áridicos son producto del

relieve, pues debido a la pendiente de las elevaciones topográficas, se favorece la acumulación de materiales, aumentando la profundidad del suelo.

Este trabajo puede servir de referencia para realizar estudios que permitan el uso racional de los recursos edáficos del Valle. Se sugiere realizar investigaciones de las aguas de riego para determinar si son adecuadas para el uso agrícola. Uno de los factores más importantes en la agricultura de temporal es la cantidad de agua disponible, por lo que sería conveniente estudiar el comportamiento de los cultivos a diferentes regímenes pluviométricos, determinando el régimen de humedad óptimo que permita maximizar el rendimiento de los cultivos.

Por último mencionaremos algunas recomendaciones para el uso de los suelos de la región:

1. Establecer surcos de contorno, sistemas de terrazas y canales de desvío, para reducir escurrimientos superficiales y disminuir la erosión de los suelos.
2. Aplicar abonos orgánicos que favorecen la estructura y textura de los suelos.
3. Establecer rotación de cultivos y cultivos en fajas para cubrir el suelo y reducir la erosión.
4. Borrarr las cárcavas en formación, que son producto de la erosión mediante la nivelación de tierras.
5. Establecer barreras rompevientos y empalizadas para evitar la acción erosiva del viento.
6. Favorecer la regeneración de la vegetación nativa, en las parcelas de temporal abandonadas, con el fin de mantener una cubierta permanente que reduzca escurrimientos y procesos erosivos.
7. Debido a que el principal problema que afronta la agricultura de temporal es la falta de agua, en zonas donde no existe el riego, fomentar el cultivo de Agave atrovirens (maguey) y el de Opuntia (Platyopuntia) spp (nopal de tuna).
8. Determinar si el uso de aguas negras para el riego no producen alteraciones en los suelos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera H.,H., 1972. Mapa de Suelos de la República Mexicana. En: García,E., 1a. ed. Atlas de la República Mexicana. POERRUA, México. Pp. 110 - 111.
- Ayala M.,J.A., 1973. Estudio regional geoeconómico del Valle del Mezquital. Tesis Profesional, UNAM, México. Pp. 130.
- Blázquez,L., 1938. Memoria de la Comisión del Valle del Mezquital. México. Pp. 3 - 16.
- Bouyoucos,G.J., 1936. Directions for making mechanical analysis of soil by the Hydrometer method. Soil Sci., 42: 25 - 30.
- Bravo H.,H., 1936. Observaciones florísticas y geobotánicas en el Valle de Actopan. An. Inst. Biol. MEx., Ser. Bot., VII (2 - 3): 169 - 372.
- \_\_\_\_\_, 1937. Observaciones florísticas y geobotánicas en el Valle del Mezquital. Ibid., VIII (1 - 2): 189 - 302.
- Boul,S.W., 1965. Present soil forming factors and processes in arid and semiarid regions. Soil Sci., 99: 45 - 49.
- \_\_\_\_\_, F.D. Hole, and R.J. McCracken, 1981. Soil genesis and classification. Iowa State Univ. Press, Ames, USA. 360 pp.
- Centro Operacional de Vivienda y Poblamiento, A.C. (COPEVI), 1971. Realidad económica, Tomo III, México,D.F.
- CETENAL, 1979, Carta Topográfica, Clave F14, C-79, Ixmiquilpan, Escala 1:50,000. México.
- CETENAL - Instituto de Geografía, UNAM, 1976, Cartas de Clima, Hojas 14 Q III, 14 Q IV de Querétaro y 14 Q VI México, Escala 1:500,000. México.
- Clarck F.,E., D.F. Evans, et al., 1965. Methods of soil analysis. American Agronomy, Inc. Publ. Madison, Wisconsin, USA.
- Cloudsley-Thompson,J.L., 1979. El hombre y la biología de zonas áridas. BLUME, España, pp 45 - 62.
- Cronquist,A., 1977. Introducción a la Botánica. C.E.C.S.A., México, pp 513 - 515.
- Duchaufor,P., 1978. Manual de Edatología. TORAY-MASSON, España, 475 pp.
- Enciclopedia de México, 1978. TOMO VI. Enciclopedia México,S.A. México, pp 854 - 954.
- Fuchs,M., 1973. Climate and Irrigation. En: Yaron,E., Danfors y Vaadia (Eds.). Arid Zone Irrigation. Springer-Verlag, USA.

- García, E., 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen. 2a. ed. Instituto de Geografía, UNAM. México. 246 pp.
- \_\_\_\_\_, y Z. Falcón., 1972. Atlas de la República Mexicana. PORRUA, México, pp 50 - 51.
- Gaucher, G., 1971. El suelo y sus características agronómicas. OMEGA, España. 645 pp.
- González Q., L., 1968. Vegetación del Valle del Mezquital, INAH, México, pp 35 - 60.
- Instituto de Geología, UNAM, 1934. Memoria de la Comisión Geológica del Valle del Mezquital, Hidalgo. México.
- Jackson, M.L., 1964. Análisis químicos de los suelos. OMEGA, España, 662 pp.
- Juárez G., M.C., 1975. Geografía de las actividades económicas en el Valle del Mezquital. Tesis Profesional, UNAM, México. 120 pp.
- Lamouroux, M., 1967. Sci. du Sol, 7: 55.
- Logan, R.F., 1968. Causes, climates and distribution of deserts. En: Brown, G.W. Jr. (Ed.). Desert Biology, 1. ACADEMIC PRESS, N.Y., pp 21 - 50.
- López R., E., 1972. Carta Geológica del Estado de Hidalgo, Escala 1:500,000. Instituto de Geología, UNAM, México.
- \_\_\_\_\_, 1979. Geología de México. Tome II, Edición Escolar, México, pp 403 - 431.
- Munsell, Soil Chart, 1975. Edition Munsell Color, Co. Maryland, USA.
- Macías, V., 1959. Carta de suelos de la República Mexicana. En: Tamayo, J.L., 1962. Geografía General de México. Inst. de Invs. Económicas de México, MEXICO.
- Martín del Campo S., R., 1936. Vertebrados observados en la época de secas. An. Inst. Biol. Méx., VII (2 - 3): 271 - 320.
- \_\_\_\_\_, 1937a. Nota acerca de las aves y los mamíferos del Valle del Mezquital. Ibid., VIII (1 - 2): 267-272.
- \_\_\_\_\_, 1937b. Contribución al conocimiento de los batracios y reptiles en el Valle del Mezquital. Ibid., VIII (1 - 2): 259-266.
- Martínez, M., 1953. Las Pináceas mexicanas. SAG, Subsría. de Recursos Forestales y de Caza. México, D.F. 327 pp.

Miranda, F., 1947. Estudios sobre la vegetación en México: Rasgos de la vegetación de la cuenca del Río Balsas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* VIII: 95 - 114.

\_\_\_\_\_, 1955. Formas de vida vegetales y el problema de la delimitación de las zonas áridas de México. En: Mesas redondas sobre problemas de las zonas áridas de México. INRRR, México, D.F. pp 85 - 119.

Puig, H., 1974. *Phytogéographie et écologie de la Huasteca (NE du Mexique)*. Tesis Université Paul Sabatier, Toulouse, 547 +92 pp.

Rzedowski, J., 1957. Vegetación de las partes áridas de los estados de San Luis Potosí y Zacatecas. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, XVIII: 49 - 101.

\_\_\_\_\_, 1963. Comentario. En: Mesas redondas sobre problemas del Valle de México. INRRR, México, D.F., pp 199 - 206.

\_\_\_\_\_, 1978. *La Vegetación de México*. LIMUSA, México, 432 pp.

SARH, 1970. Suelos, Departamento de Agronomía, Serie López Rayón, México, D.F.

\_\_\_\_\_, 1978. Estadísticas del recurso forestal de la República Mexicana. Publicación No. 45. México, D.F., pp 6 - 11.

SAG, Subsría. Forestal y de la Fauna. Mapa preliminar de la vegetación del Estado de Hidalgo.

Segerstrom, 1961. Formación Las Trancas. En: López R., E., 1979. *Geología de México*. Tomo II. EDICION ESCOLAR, México, pp 403-431.

Villa S., A.V., 1979. Zonas áridas. *Bosques y Fauna*, 1: 41 - 47.

Walkley, A.L., 1947. A rapid determination of soil organic matter. *Jour. Agr. Sci.*, 25 (598): 63 - 68.

White, 1948. Formación Soyatal. En: López R., E., 1979. *Geología de México*. Tomo II. EDICION ESCOLAR, México, pp 403 - 431.

Wilson, et al., 1955. Formación Soyatal. En: López R., E., 1979. Ibid.

Yaalon, D.H., 1957. *Plant and Soil* VIII (3): 275 - 288.

En las fotografías 1, 2, 3 y 4 se observa la vegetación de matorral xerófilo en sitios donde se hicieron algunos perfiles.



F. 1 del Perfil JD 1



F. 2 del Perfil JD 2



F. 3 del Perfil JD 3



F. 4 del Perfil JD 10

Las fotografías 5 y 6 muestran parcelas de agricultura de riego por sangrías.



F. 5 Cultivo de maíz (*Zea mays*)  
Del Perfil JD 15 .



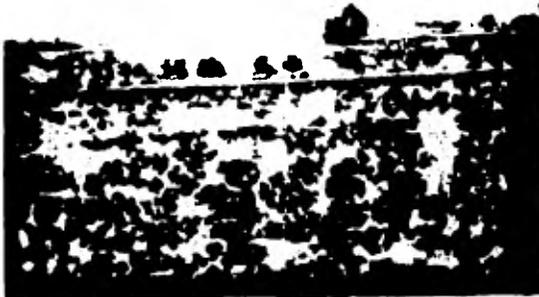
F. 6 del Perfil JD 19, cultivo de  
(*Lycopersicon esculentum* Mill) ,  
jitomate .

La fotografía 7 muestra, una parcela abandonada, cerca de la cual se hizo el Perfil JD 4 .

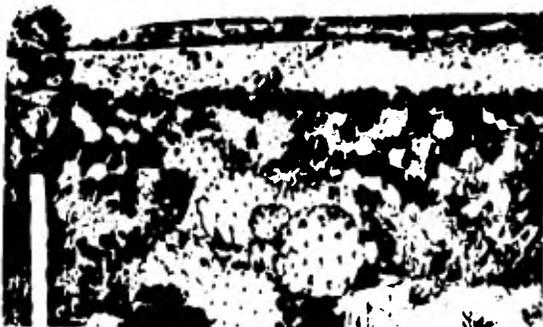


F. 7

Las fotografías 8,9 y 10 muestran parcelas abandonadas por falta de lluvias.



F. 8 del Perfil JANE 5



F. 9 del Perfil JD 8



F. 10 del Perfil JD 10

Las fotografías 10 y 11 muestran los perfiles de suelos clasificados como :  
Calcixeroll Anédico (USDA, 1975) .



F. 10'



F. 11

La fotografía 12 muestra el perfil clasificado como: Terrisurrient Xérico(USDA,1975).

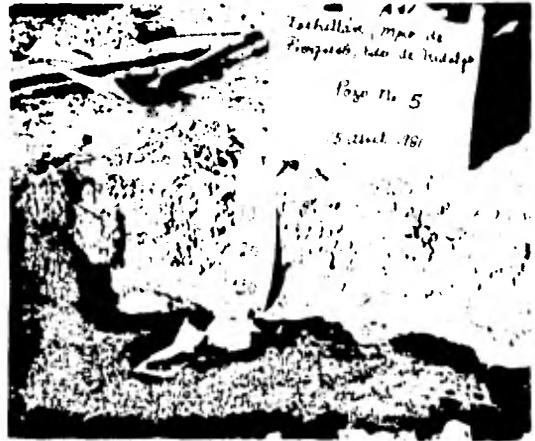


F. 12

Las fotografías 13, 14, 15, 16 y 17 muestran los perfiles clasificatorios como: Xerorthent Lúlicos (USDA, 1975); El # indica la zona caliza (material parental).



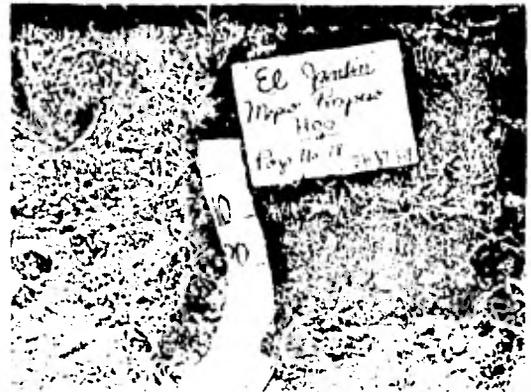
F. 13



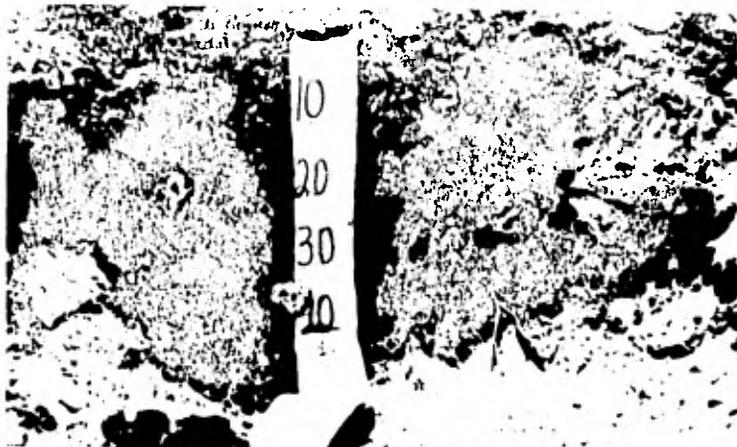
F. 14



F. 15



F. 16



F. 17

LAMINA 5

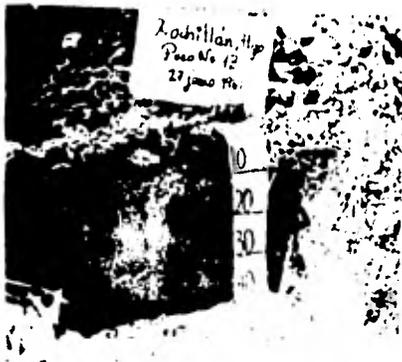
Las fotografías 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24, muestran los perfiles clasificados como: Arent Xenalítico (USDA, 1976); El \* indica roca caliza (material parental).



F. 17



F. 18



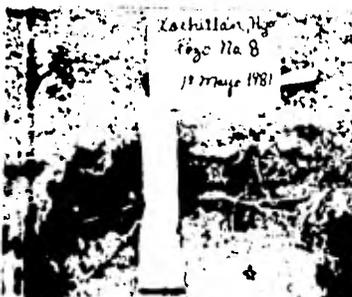
F. 19



F. 20



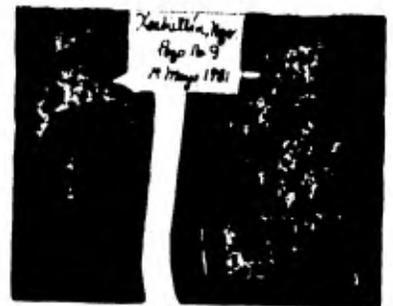
F. 21



F. 22



F. 23



F. 24

APENDICE 1

LISTA FLORISTICA DEL VALLE DEL MEXQUITAL

GYMNOSPERMAE

Orden Coniferae

Familia Pinaceae

|                       |                                |              |
|-----------------------|--------------------------------|--------------|
| Subfamilia-Abietineas | <u>Pinus</u> sp                | "pino" *     |
| -Taxodineas           | <u>Taxodium musronatum</u> Ten | "ahuchete" * |
| -Cupresineas          | <u>Juniperus</u> sp            | "cedro" *    |

ANGIOSPERMAE

MONOCOTYLEDONEAE

Orden Helobiae

Familia Potamogetonaceae Zanichellia palustris Linn

Orden Glumiflorae

Familia Gramineae Sporobolus repens Presl \*

Orden Spathiflorae

Familia Araceae Lemna minor Linn \*

Orden Farinosae

Familia Bromeliaceae Hechtia rosea \*

H. podanta \*

Tillandsia recurvata Linn "heno", "gallitos"

Orden Liliiflorae

Familia Liliaceae Yucca filifera Chabaud "yucas", "izotes" \*

Y. periculosa Baker "yuca" \*

Y. treculeana Carr \*

Dasylirion acrotriche "cucharilla" \*

Familia Amarynidaceae Agave cochlearis Jacob "maguey" \*

A. gilbeyi Hort

A. stricta

A. atrovirens "maguey pulquero" \*

DICOTYLEDONEAE

Orden Salicales

Familia Salicaceae Populus alba L.

Orden Fagales

Familia Fagaceae Quercus microphylla Neé "encino"

Orden Urticales

Familia Urticaceae Morus alba L.

M. celtidifolia H.B.K. "mora"

|                          |   |                     |   |
|--------------------------|---|---------------------|---|
| Orden Polygonales        |   |                     |   |
| Familia Polygonaceae     | <u>Polygonum acre</u> H.B.K.                          | "venenillo"         |   |
| Orden Rhoeadales         |   |                     |   |
| Familia Papaveraceae     | <u>Argemone mexicana</u> Linn                         | "amapola blanca "   | * |
| Orden Rosales            |   |                     |   |
| Familia Leguminosae      |   |                     |   |
| Subfamilia Mimosoideae   | <u>Mimosa acanthocarpa</u> Benth                      | "uña de gato"       | * |
|                          | <u>M. biuncifera</u> Benth                            | "uña de gato"       | * |
|                          | <u>Prosopis juliflora</u> D.C.                        | "mezquite"          | * |
|                          | <u>Acacia farnesiana</u> (L) Willd                    | "huizache"          |   |
| Orden Geraniales         |   |                     |   |
| Familia Euphorbiaceae    | <u>Jatropha spathulata</u> (Orteg.) Muell. Arg        | "coatli"            | * |
| Orden Sapindales         |   |                     |   |
| Familia Anacardiaceae    | <u>Schinus molle</u> L.                               | "pirul"             | * |
| Orden Opuntiales         |   |                     |   |
| Familia Cactaceae        | <u>Opuntia hyptiacantha</u>                           | "nopal cadillo "    | * |
|                          | <u>O. imbricata</u> (Haw) D.C.                        | "xoconestli"        | * |
|                          | <u>O. leucotricha</u>                                 |                     |   |
|                          | <u>O. streptacantha</u> Lemaire                       | "tuna cardona"      | * |
|                          | <u>O. leptocaulis</u> D.C.                            |                     |   |
|                          | <u>Pachycereus marginatus</u>                         | "organo"            | * |
|                          | <u>Myrtillocactus geometrizans</u> (M)C.Bell. R. Ort. | "garambullo"        | * |
|                          | <u>Echinocereus cinerascens</u> (D.C.) Rumphler       | "pitayita"          | * |
|                          | <u>Mammillaria</u> spp                                |                     | * |
| Familia Onagraceae       | <u>Jussiaea repens</u> Linn                           | "verdolaga de agua" |   |
| Orden Umbelliflorae      |   |                     |   |
| Familia Umbelliferae     | <u>Berula erecta</u> (Rads.) Coville                  |                     |   |
| Orden Contortae          |   |                     |   |
| Familia Oleaceae         | <u>Fraxinus Udhei</u> (Wenz.) Ling                    | "fresno"            |   |
| Orden Tubiflorae         |   |                     |   |
| Familia Polemoniaceae    | <u>Loeselina coerulea</u> (Cav.) Don.                 | "guachichi"         |   |
| Familia Fouquieriaceae   | <u>Fouquieria formosa</u>                             | "colerín cimarrón"  |   |
| Familia Labiatae         | <u>Salvia amarissima</u>                              | "salvia"            | * |
| Familia Solanaceae       | <u>Nicotiana glauca</u> Graham                        | "tabaquillo"        | * |
| Familia Scrophulariaceae | <u>Maurandya antirrhiniflora</u> Hub. et Bonpl.       |                     |   |
|                          | <u>Eacopa monnieri</u> (L.) Wettst                    |                     |   |
|                          | <u>Mimulus glabratus</u> H.B.K.                       |                     |   |

Orden Rubiales

Familia Rubiaceae

Bouvardia hirtella Salist

B. triphylla Gray

Orden Campanulatae

Familia Compositae

Pinaropappus roseus Less.

"motita"

\* Indica que la especie fue observada e identificada.

LISTA FAUNISTICA DEL VALLE DEL MEZQUITAL

Datos tomados de los trabajos de: Martín del Campo S. Rafael (1936;1937a;1937b) y los de Alvarez y González Quintero (1969).

AVES

- Familia Columbidae Zenaidura macrura marginella Woodhouse "huilota"  
Scardafella inca Lesson  
Chaemopelia passerina pallescens Baird "torito"
- Familia Bubonidae Speotyto cunicularia hypogaea Bonaparte "lechuza"
- Familia Trochilidae Cyananthus latirostris Swainson "matraca"  
Eugenes fulgens Swainson "chupamirto real"  
Archilochus colubris "chupamirto de fuego"
- Familia Picidae Centurus aurifrons Wagler "carpintero"
- Familia Tyrannidae Sayornis nigricans nigricans Swainson "aguador"  
Pyrocephalus rubinus mexicanus Selater "cardenalito"
- Familia Hirundinidae Petrochelidon pyrrhonota melanogaster Swainson "golondrina"
- Familia Troglodytidae Heleodytes brunneicapillus guttatus Gould "sonaja"
- Familia Mimidae Taxastomata curvirostre curvirostre Swainson "huitlacoche"  
Mimus polyglottos leucepterus Vigors "centzontle"  
Turdus migratorius propinquus Ridzway "primavera"
- Familia Bombycillidae Bombylla cedrorum "chinito"
- Familia Ptilogonatidae Ptilogonys cinereus cinereus Swainson "jilguero"  
Phainopepla nitens nitens Swainson
- Familia Laniidae Lanius ludovicianus mexicanus Brehm "centzontle cabezón"
- Familia Compothypidae Dendroica auduboni auduboni Townsend "verdín"  
Oporornis tolmiei Townsend "verdín"  
Icteria virens auricollis "calandria huertera"  
Wilsonia pusilla pusilla Wilson "verdín"
- Familia Fringillidae Zamelodia melanocephala "tigrillo"  
Guiraca caerulea lagula Lesson "gorrión maicero"  
Passer domesticus "gorrión inglés"  
Carpodacus mexicanus mexicanus Müller "gorrión"  
Amphispiza bilineata gresia Nelson "gorrión zacatero"  
Junco phaeotus phaeotus Wagler "echalumbre"  
Pipilo fuscus potosinus "pajara vieja"

Familia Icteridae Agelaius gubernator grandis Nelson "sargento"  
Icterus abillei Lesson "calandria matraquera"  
I. wagleri Selater "calandria palmera"

REPTILES

Sceloporus spinosus "lagartija meca"  
S. microlepidotus "lagartija tepetatera"  
S. torcuatus "lagartija de collar"  
S. parvus "lagartija"  
Phrynosoma orbiculare orbiculare Wiegmann "camaleón"  
Cnemidophorus sexlineatus gularis "cuije"  
Masticophis taeniatus taeniatus Hallowell "culebra"  
Pituophis deppii Dum. et. Bibr. "cincuate"

MAMIFEROS

Subclase THERIA

Infraclase EUTHERIA

Orden Insectívora

Familia Soricidae Sorex saussurei saussurei "musaraña"

Orden Chiroptera

Familia Mormoopidae Mormoops megalophylla megalophylla "murciélago" \*

Familia Phyllostomatidae Macrorus waterhousii bulleri H. Allen \*

Leptonycteris sanborni Hoffmeister \*

Choeroccycteris mexicana Tschudi \*

Sturnira lilium parvidens Goldman

S. ludovici ludovici Anthony

Artibeus lituratus intermedius J.A. Allen \*

A. toltecus toltecus Saussure \*

Desmodus rotundus murinus Wagner \*

Diphylla ecaudata centralis Thomas \*

Familia Vespertilionidae Myotis velifer velifer J.A. Allen \*

M. velifer incautus J.A. Allen \*

Plecotus townsendii australis Handley \*

Lasiurus spp

Familia Molossidae Tadarida brasiliensis mexicana Saussure

Molossus ater nigricans Miller \*

Orden Lagomorpha

Familia Leporidae Sylvilagus audubonii parvulus Allen "conejo"

|                      |  |             |
|----------------------|--|-------------|
|                      | <u>Sylvilagus cunicularius cunicularius</u> Waterhouse |             |
|                      | <u>S. floridanus orizabae</u> Merriam                  | "conejo"    |
| Orden Rodentia       |  |             |
| Familia Sciuridae    | <u>Spermophilus mexicanus mexicanus</u> Eyxleben       | "ardilla"*  |
|                      | <u>S. variegatus variegatus</u>                        | "ardilla" * |
| Familia Geomyidae    | <u>Pappogeomys</u> spp                                 | "tuza"      |
| Familia Heteromyidae | <u>Perognathus flavus mexicanus</u> Merriam            | *           |
| Familia Cricetidae   | <u>Orizomys alfaroi dilutior</u> Merriam               | "ratón" *   |
|                      | <u>O. palustris couesi</u> Alston                      | "ratón"     |
|                      | <u>Reithrodontomys mexicanus mexicanus</u> Saussure    |             |
|                      | <u>Peromyscus boylii levipes</u> Merriam               | *           |
|                      | <u>P. truei gnatus</u> Merriam                         |             |
|                      | <u>P. difficilis ampulus</u> Osgood                    |             |
|                      | <u>P. d. difficilis</u> J.A. Allen                     |             |
|                      | <u>P. leucopus mosomelas</u> Osgood                    | *           |
|                      | <u>Neotoma montezumae</u> Goldman                      | *           |
| Orden Carnivora      |  |             |
| Familia Procyonidae  | <u>Bassariscus astutus bolei</u> Goldman               | *           |
| Familia Mustelidae   | <u>Mustela frenata frenata</u> Lichtenstain            | "comadreja" |
|                      | <u>Spilogale angustifrons</u> A.H. Howell              | "zorrillo"  |
|                      | <u>Mephitis macrura macrura</u> Lichtenstein           | "zorrillo"  |
|                      | <u>Conepatus mesoleucus mesoleucus</u> Lichtenstein    | "zorrillo"  |

\* Indica que ejemplares de estas especies, se encuentran depositados en la Colección de Mamíferos del Instituto de Biología .

A Saniquilán

ZIMÓN

A Tepic

JD 10

JD 1

JD 4

San  
Villagón

LOCALIZACION DE SITIOS DE  
MUESTREO

JD 10

JDV 1

JDV 2

- Carretera México-Nuevo Laredo
- Cerro Corazón
- Perfil



LOCALIZACION DE CITROS AL  
MUNICIPIO

- Carretera a Tula
- - - - - Territorio
- Fértiles

