

59  
2ej.



# Universidad Nacional Autónoma de México

## Facultad de Ciencias

“ESTUDIO EDAFOLOGICO DE CHINAMPAS DE XOCHIMILCO Y SAN GREGORIO ATLAPULCO”

### T E S I S

Que para obtener el Título de  
B I O L O G O

p r e s e n t a

**MARIA DEL ROCIO ESCOBEDO FLORES**



México, D. F.

1987



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 está 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.

# I N D I C E

	PAGINA
RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	4
2. OBJETIVOS	5
3. GENERALIDADES DE LOS SUELOS SALINO-SODICOS	6
3.1 Origen de los Suelos Salino-Sódicos	
A. Procesos Naturales	
B. Procesos Inducidos	
3.2 Fuentes de Sales Solubles	7
3.3 Clasificación de Suelos Salinos y Sódicos	9
A. Suelos Salinos	10
B. Suelos Salino-Sódicos	10
C. Suelos Sódicos	10
D. Clasificación de Suelos Salinos	11
3.4 El pH y la Disponibilidad de los minerales	12
3.5 Las Plantas en Suelos Ensalitrados	13
4. ASPECTOS GENERALES DE LAS CHINAMPAS DE XOCHIMILCO	14
4.1 Algunas Causas que Originaron la Contaminación de los Canales de Xochimilco	15
A. Contaminación Humana	
B. Contaminación Salina	
C. Contaminación Sódica	
D. Contaminación Bacteriana	
4.2 Algunos estudios de suelos realizados en Xochimilco	17
5. CARACTERISTICAS AMBIENTALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	19
A. Localización	19
B. Geología	19

	PAGINA
C. Hidrografia	20
D. Clima	22
E. Vegetación	24
F. Suelos	26
6. MATERIAL Y METODOS	27
A. De Campo	27
B. De Laboratorio	29
7. CUADROS Y GRAFICAS DE RESULTADOS	32
8. DISCUSION	56
9. CONCLUSIONES	78
10. BIBLIOGRAFIA	79

## RESUMEN.

Los suelos salinos, sódicos y sódico-salinos, tienen un pH alcalino por las altas concentraciones de iones comunmente presentes en este tipo de suelos.

La acumulación del sodio y sales se ha incrementado en las chinampas de Xochimilco por el mal manejo de estos suelos, y por la contaminación antrópica al usar aguas negras mal tratadas.

Los parámetros analizados en las 103 muestras de suelo y que corresponden a 8 calicatas, indican altos a muy altos porcentajes de materia orgánica, que van de 8.4 a 37%, predominando los porcentajes que están entre el intervalo de 12 a 15%. La densidad aparente varía de 0.2 a 0.5 cc, predominando los valores comprendidos entre 0.4 y 0.5 cc. La densidad real varía de 1.5 a 2.0 cc. Los porcentajes de porosidad fluctúan de 65 a 85%; los más comunes son de 75%.

La reacción del suelo muestra valores del pH de moderada a muy alta alcalinidad, de 7.5 a 10 respectivamente en las suspensiones de suelo en agua en la relación 1:10; y en los extractos de la pasta varían de 8 a 9.9, predominando los valores que están dentro del intervalo de 8 a 9. Los porcentajes de sodio intercambiable varían de 8 a 219, predominando los valores que están dentro del intervalo de 20 a 60. Las relaciones de absorción de sodio van de 31.7 a 1.4. Por lo anterior las conductividades eléctricas van de 0.60 dS/m a 18 dS/m.

Con estos resultados clasificamos a las calicatas de la siguiente manera.

CALICATA No.1

Localidad; San Gregorio Atlapulco  
Conductividad Eléctrica; 4.3-5.8 dS/m  
Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), 23-109.4  
pH; 8.6-8.8  
Salino-Sódica

CALICATA No.2

Localidad; San Gregorio Atlapulco  
Conductividad Eléctrica; 5.5-18.9  
Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), 19.9-97  
pH; 8.1-8.7  
Salino-Sódica

CALICATA No.3

Localidad; Xochimilco  
Sódica-Salina; de los 0-40 cm de profundidad, Conductividad Eléctrica(11.5-5.8) pH(8.3-9.1), PSI (32.5-24.6).  
Sódica; de los 40-60 cm de profundidad, Conductividad Eléctrica (3.8-3.3),pH(8.7-9), PSI (18.5-21.5).  
No alcalina; de los 60-110 cm de profundidad, Conductividad Eléctrica (6-1.6) pH(8.1-8.5), PSI (13.7-5.1 ).

CALICATA No. 4

Sódica-Salina; de los 0-30 cm de profundidad, Conductividad Eléctrica(11-4.5) pH(8.5-9), PSI(122-97)  
Sódica; de los 30-140 cm de profundidad, Conductividad Eléctrica(3.6-3), pH(8-8.5), PSI(66.1-122)

CALICATA No.5

Salino-Sódica; Conductividad Eléctrica(7.3-9), pH(8.9-8.4)  
PSI(17.9-30.9).

CALICATA No. 6

Salino-Sódica; De los 0-40 cm de profundidad, Conductividad  
Eléctrica(18.3-5.3), pH(8.7-8.2), PSI(52.3-20.9)  
Sódica: De los 40-100 cm de profundidad, Conductividad  
Eléctrica(2.9-1), pH(8.2-8.6), PSI(10.1-28.3)  
No Alcalina: De los 100 a 160 cm de profundidad, Conducti-  
vidad Eléctrica(1-0.6), pH(8-8.1), PSI(10.5-8).

CALICATA No. 7

Sódico-Salina; De los 0-20 cm de profundidad, Conductividad  
Eléctrica(4.2-4.9), pH(8.8-8.9), PSI(90.1-48.9)  
Sódica; De los 20-120 cm de profundidad, Conductividad  
Eléctrica(2.9-1.4), pH(9-8), PSI(61.9-17).

CALICATA No. 8

Salino-Sódica; De los 0-40 cm de profundidad, Conductividad  
Eléctrica(7.2-4.2), pH(9-9.1), PSI(219-190).  
Sódica; De los 40-150 cm de profundidad, Conductividad  
Eléctrica(3.1-4), pH(8.3-8.8), PSI(63-153).

En general la rahabilitación de estos suelos se puede lograr mediante; aplicación de mejoradores, como el yeso, incorporación de abonos verdes y de materia orgánica, barbecho profundo y subsoleo, lavado, drenaje y control de la calidad del agua de riego.

## 1. INTRODUCCION

Las altas concentraciones de salinidad y sodicidad reducen el valor y la productividad de las tierras agrícolas.

En el mundo son grandes las áreas territoriales que están siendo afectadas por la salinidad, la cual impide el crecimiento de las plantas; afectando aproximadamente un 40% de las 4X10<sup>9</sup> Ha. de suelo potencialmente arable.

En México, el problema del ensalitramiento es de gran relevancia, debido a que un 55.7% del territorio nacional está constituido principalmente por zonas áridas y semiáridas, entre las que se encuentran principalmente los suelos salinos.

Este problema se acentúa aún más; ya que según datos de la S.A.R.H. cerca del 30% de la superficie bajo riego en México enfrenta problemas de salinidad.

Ante la evidencia del deterioro del suelo y la necesidad cada vez más urgente de ser autosuficientes en la producción alimenticia, se llevó a cabo, por medio del presente trabajo, el estudio de dos regiones que presentan problemas de salinidad, como lo son Xochimilco y San Gregorio Atlapulco.

Xochimilco y San Gregorio, son sitios de condición lacustre que presentan una fuerte contaminación salina en sus suelos, ya que con la explosión demográfica de la metrópoli, aumentó la demanda de agua potable, por lo que fué necesario extraerla de este sitio y llevarla a la ciudad, con lo cual Xochimilco perdió su forma natural de lavado y humedecimiento de los suelos.

De esta forma se fué incrementando la salinidad de esas zonas, situación que se agravó cuando se irrigaron con aguas residuales. Estas altas concentraciones no sólo han disminuido la producción de alimentos, sino que además, amenazan con destruir el ambiente típico del sitio; por ello es necesario iniciar estudios de recuperación del ambiente natural, entre los cuales resultan básicos aquellos enfocados a la recuperación de la fertilidad del suelo.



## 2. OBJETIVOS

1. Conocer la contaminación antrópica en los suelos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco.
2. Determinar la contaminación Sódica-Salina en suelos se algunas calicatas de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco.
3. Evaluación de los parámetros edáficos que limitan el desarrollo vegetal en chinampas.

### 3. GENERALIDADES DE LOS SUELOS SALINO-SÓDICOS

#### 3.1 Origen de los Suelos Salino-Sódicos

La fuente principal de sales en los suelos son los minerales primarios procedentes del intemperismo de las rocas. En orden de importancia, le siguen los océanos, donde se generan las llamadas "sales ciclicas". Otras fuentes son los volcanes, los microorganismos capaces de fijar o liberar nitrógeno y dióxido de carbono y los desechos industriales.

La acumulación de sales se encuentra asociada con procesos naturales e inducidos.

##### A. Procesos Naturales

- Depresiones con drenaje impedido
- Planicies con inundaciones periódicas por aguas marinas o salinas.
- Deltas de ríos
- Clima

##### B. Procesos Inducidos.

- Infiltración en canales y uso excesivo de volúmenes de riego, que favorecen la elevación del manto freático salino o sódico.
- Intrusión de aguas salinas por abatimiento de niveles en los acuíferos, debido al exceso de bombeo.
- Empleo de aguas de mala calidad.
- Deficiente manejo del agua de riego.
- Dosis excesivas de fertilizantes.

Aunque la intemperización de los minerales primarios es la fuente indirecta de casi todas las sales solubles, hay pocos ejemplos en los que se haya acumulado suficiente cantidad de sal de este origen para formar un suelo salino.

Los suelos salinos generalmente se encuentran en áreas que reciben sales de otras localidades, siendo el agua el principal factor de acarreo. Aceves (1981) y USDA (1982).

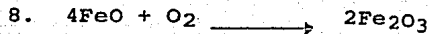
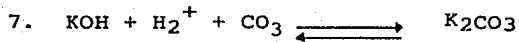
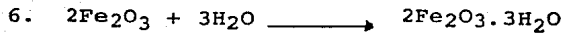
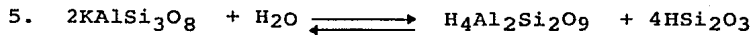
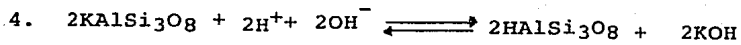
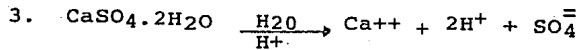
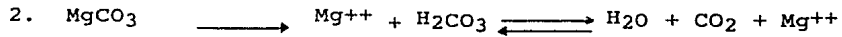
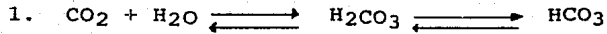
### 3.2 Fuentes de Sales Solubles.

Las sales solubles del suelo consisten principalmente en varias proporciones de los cationes sodio, calcio, y magnesio, y de los aniones cloruro y sulfato; el catión potasio y los aniones bicarbonato, carbonato y nitrato, se encuentran generalmente en cantidades menores. Richards (1985).

La fuente original y más directa de la cual provienen las sales antes mencionadas, son los minerales primarios que se encuentran en los suelos y en las rocas expuestas de la corteza terrestre. Clarke (1924) ha estimado que el contenido medio de cloro y azufre de la corteza terrestre es de 0.05 y 0.06%, respectivamente; mientras que el sodio, calcio y magnesio casi se encuentran a razón del 2-3%.

Durante el proceso de intemperización química que comprende hidrólisis, hidratación, solución, oxidación y carbonatación, estos constituyentes gradualmente son liberados adquiriendo mayor solubilidad. Los iones bicarbonato se forman como consecuencia de la solución del  $\text{CO}_2$  en agua. EL  $\text{CO}_2$  puede ser de origen atmosférico o biológico y el agua que contiene  $\text{CO}_2$  se convierte en un activo agente químico intemperizante que libera cantidades apreciables de aniones en forma de bicarbonatos.

Los iones carbonato y bicarbonato están relacionados entre sí, y la cantidad que hay de cada uno condiciona el pH de una solución.



### 3.3 Clasificación de Suelos Salinos y Sódicos

Hasta hace pocos años, por el desconocimiento de las reacciones de intercambio de cationes, los suelos se clasificaban en función únicamente del tipo de sales que presentaban, y de acuerdo con éstas, se denominaban:

**SUELOS CON ALCALI BLANCO.** Los afectados por cloruros y sulfatos principalmente de sodio, pero también de calcio, magnesio o potasio.

**SUELOS CON ALCALI NEGRO.** Los afectados por carbonato de sodio.

A la fecha, estos conceptos se han modificado en forma radical tomando en cuenta varias circunstancias.

El efecto de las sales, no es función únicamente de la proporción con que éstas se presentan en el suelo, ya que, al actuar en solución, su acción dependerá además de la cantidad de agua que cada suelo es capaz de retener y en la cual se disuelven.

Se pueden tener por ejemplo, dos suelos con el mismo porcentaje de sales, pero ser uno arcilloso y otro arenoso, el primero será capaz de retener diez veces, mayor cantidad de agua que el segundo, y por lo tanto, la concentración de la solución en este último será diez veces mayor; esto explica el porqué los suelos arenosos aún con cantidades relativamente bajas de sales, se vuelven improductivos.

En la actualidad, en lugar de determinar la cantidad total de sales, se hace el análisis de éstas en el extracto de saturación, que se obtiene saturando el suelo con agua y extrayéndola mediante succión.

La determinación del porcentaje de sales, se hace actualmente con un puente de conductividad, trabajando sobre el extracto de saturación.

Se acostumbra actualmente hacer por una parte la determinación de la capacidad de intercambio total de bases de los suelos, y por otra determinar la cantidad de sodio intercambiable.

Si el sodio es excedente del 15% de la capacidad de intercambio de bases, el suelo ya se considera sódico. Cuando este porcentaje es inferior al 15%, se considera no sódico.

Se aprecia claramente, en función de este concepto, que la cantidad absoluta de sodio intercambiable no tiene un gran significado en cuanto al comportamiento de estos suelos, ya que, por ejemplo se pueden tener 2 que contengan la misma cantidad de sodio, digamos 3 miliequivalentes por 100 gr de suelo, pero si en uno la capacidad de intercambio de bases es de 60 miliequivalentes por 100 gr y en el otro es de 12 miliequivalentes por cien gramos, el porcentaje de sodio en el primero con respecto a la capacidad total de intercambio de bases, será de 5 con lo que queda definido como un suelo no sódico, mientras que el otro será de 25%; quedando como suelo francamente sódico.

De acuerdo con los conceptos enunciados, los suelos afectados por álcali se dividen ahora en 3 clases que son:

- A. Suelos Salinos. Son aquellos cuyo extracto de saturación tiene una conductividad mayor de 4 dS/m a 25°C y en los que el porcentaje de sodio intercambiable es inferior a 15. Su pH es generalmente menor de 8.5
- B. Suelos Salino-Sódicos. En éstos la conductividad del extracto de saturación es superior a 4 dS/m a 25°C, y el porcentaje de sodio intercambiable es mayor de 15. Su pH es normalmente menor de 8.5.
- C. Suelos Sódicos. La conductividad en el extracto de saturación es menor de 4 dS/m a 25°C y el porcentaje de sodio intercambiable es mayor de 15%; su pH generalmente es superior a 8.5.

#### D. Clasificación de Suelos Salinos

Categoría	La conductividad se relaciona directamente con el comportamiento de las plantas en estos suelos.
No salinos y	De 0 a 2 dS/m a 25°C. La salinidad es prácticamente imperceptible.
Ligeramente Salinos	De 2 a 4 dS/m a 25°C. Los rendimientos de las plantas muy susceptibles, se pueden ver afectados.
Medianamente Salinos	De 4 a 8 dS/m a 25°C. Los rendimientos de varios cultivos se ven afectados.
Fuertemente Salinos	De 8 a 16 dS/m a 25°C. Únicamente los cultivos tolerantes progresan satisfactoriamente.
Muy fuertemente salinos.	Más de 16 dS/m a 25°C. Sólo algunos cultivos muy tolerantes rinden satisfactoriamente.

### 3.4 El pH y la Disponibilidad de los Minerales.

El pH del suelo es un factor muy importante en la nutrición y, en general, en el desarrollo de las plantas; los cultivos toleran mejor la alcalinidad y se considera que los suelos cultivables tienen un pH entre 5 y 9. Puede considerarse que el pH del suelo es importante en el desarrollo de las plantas por las siguientes razones:

- a) Por causar deficiencia de algunos elementos en la planta.
- b) Por inducir exceso nocivo de ciertos elementos en la planta.
- c) Por interaccionar con ciertos patógenos, y
- d) Por un efecto directo en el desarrollo del vegetal.

Así, con pH alcalino, el hierro queda en forma inasimilable para la planta, y el calcio y el sodio se concentran hasta en un 15% y al dar NaOH y  $\text{Ca(OH)}_2$  producen altas presiones osmóticas que impiden el crecimiento de las plantas, excepto en las halófitas.

El fósforo se encuentra en el suelo en pequeñas proporciones como fosfato orgánico y en su mayor parte como fosfato inorgánico o  $\text{PO}_4$  en solución. En los suelos alcalinos dominan los fosfatos de calcio; y en los suelos ácidos, los fosfatos de hierro y aluminio.

El azufre viene, por una parte, de los restos orgánicos y por otra, de material inorgánico como yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), pirita y sulfatos de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{Mg}^{++}$ . El azufre es mineralizado por bacterias o por procesos químicos.

El sodio en los suelos salinos se encuentra como cloruro y en los alcalinos como carbonatos; hay plantas que no lo toman, aunque haya en el suelo cantidades apreciables, como maíz, frijol y girasol; y otras que si lo absorben como remolacha, espinaca y alfalfa. El molibdeno, el zinc y el cobre son muy disponibles a pH alto. El boro y el Manganeseo, por el contrario, son poco disponibles en suelos alcalinos y el pH puede determinar toxicidad por manganeseo.



### 3.5 Las Plantas en Suelos Ensalitrados

Las altas concentraciones de sales en la solución de los suelos salinos, provocan el fenómeno de plasmólisis, debido a que al ponerse en solución las sales de éste, se origina una presión osmótica que dificulta a la planta, tanto el adquirir el agua necesaria para su metabolismo normal, como los elementos nutritivos de la solución del suelo, originando que las plantas se desarrollen en condiciones precarias y en ocasiones mueran.

Sin embargo, debido a las presiones del medio, las halófitas, han logrado desarrollar adaptaciones morfológicas y/o fisiológicas que les permiten absorber el agua de las soluciones, con elevada presión osmótica.

Estas adaptaciones son:

- Presencia de un plasma celular muy permeable a las sales, las cuales elevan la presión osmótica interior, que se aproxima a la de la solución del suelo, facilitando la absorción del agua.
- Acumulación de sustancias, como ácidos orgánicos (málico y oxálico) . El ácido orgánico cargado negativamente balancea la excesiva acumulación de cargas positivas como la de  $\text{Na}^+$  .
- Desarrollo en las hojas de glándulas de sal; que secretan altas concentraciones de sal a la superficie de la hoja.

#### 4. ASPECTOS GENERALES DE LAS CHINAMPAS DE XOCHIMILCO

Las chinampas son métodos autóctonos para expandir la tierra de cultivo sobre los pantanos, ciénegas y lagunas de poca profundidad, donde se construían islotes artificiales por acumulación de espesos mantos de plantas acuáticas y lodo extraído del fondo de la misma ciénega. Las chinampas se mantienen firmes en su lugar al ser fijadas al fondo con ramas del sauce Salix bonplandiana, conocido como ahuejote.

El nombre chinampa proviene de chinamitl, que en la lengua nahuatl ó mexicana significa "seto o cerco de cañas, cercado hecho de palos ó varas entretrejidas (West y Armillas, 1950). A las chinampas, se les ha nombrado también como "jardines flotantes".

En la actualidad las chinampas lo mismo que los canales, y la calidad de sus aguas han venido a menos. Cordero (1984), menciona que, mientras en 1700 había más de 40, 000 de éstos para el siglo siguiente disminuyeron a 38,760 y a principios de 1900, la cifra se redujo a 15,000 chinampas aproximadamente.

A la fecha existen aproximadamente 900 en producción, con uno o dos cultivos por año; a diferencia de hace 30 años, en que tenían hasta 5 cosechas de productos varios.

La mayor parte de las plantas cultivadas se siembran primero en almácigos, que se hacen generalmente en el extremo de una chinampa junto al canal. El lodo para ese fin, lo extraen el fondo del canal.

#### 4.1 Algunas Causas que Originaron la Contaminación de los Canales de Xochimilco

##### a) Contaminación humana

El hombre es el principal responsable de la contaminación de los canales de Xochimilco. Ya que ha utilizado a los canales como vertedero de todo tipo de desechos tales como; aguas negras (provenientes de poblados cercanos y la ciudad de México), detergentes, estiércol (proveniente del ganado de la zona), fertilizantes químicos (que caen a los canales en época de riego o lluvia).

Estos desechos, aunados al estancamiento de las aguas de los canales, han contribuido a la acumulación de sodio y sales; así como también al desarrollo bacteriano de estas aguas.

##### b y c) Contaminación Salina y Sódica

La Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación, de la Secretaría de Recursos Hidráulicos en el año de 1976, realizó un estudio sobre la calidad y contaminación de las aguas de los canales, en donde el análisis químico practicado en algunas muestras, presentó; bajo contenido de sodio y condiciones altas de salinidad. Mientras que en otras muestras encontraron, bajo contenido de sodio y salinidad media.

##### d) Contaminación Bacteriana

En el análisis biológico, se encontró la presencia de bacterias coliformes de origen fecal, lo cual indica el carácter polisapróbico de estas aguas con cuyas características, no son recomendables para el riego.

Resultados del análisis bacteriológico  
de las aguas de los canales de Xochimilco, D.F.

Relación y hora

Laguna del Toro	Coliformes totales	3,000,000
10:30	Coliformes fecales	2,400,000
Laguna de la	Coliformes totales	100,000
Asunción	Coliformes fecales	93,000
12:40		
Canal de Huehue-	Coliformes totales	110,000
pa 12:20	Coliformes fecales	93,000
Canal de Apa-	Coliformes totales	930
tlaco	Coliformes fecales	150
12:00		
Canal de Atizapa	Coliformes totales	4,300
11:30	Coliformes fecales	4,300
Canal Apampilco	Coliformes totales	7,500
11:10	Coliformes fecales	7,500

Balanzario, 1976.

#### 4.2 Algunos estudios de suelos realizados en Xochimilco

Diversos factores han alterado los procesos formativos del suelo. Así, el vulcanismo, el clima y el más importante, la actividad antrópica, han sido variables tanto en el tiempo como en el espacio, de tal manera que han influido para que los suelos presenten un rango muy amplio de variabilidad biofísicoquímica.

Algunos de los resultados efectuados en Xochimilco, se presentan a continuación.

Granados, (citado por Nuñez, 1952). Señala que Xochimilco presenta condiciones desfavorables para el desarrollo de las plantas como son: la acumulación de sales, que van en aumento a medida que pasa el tiempo y que vuelven improductivos los terrenos....

Mendoza, (1961). Menciona que debido a que el suelo es inclinado de sur a norte, resulta que los suelos correspondientes a la llanura, fueron formados por acarreos que las aguas han llevado desde las partes altas, constituyendo así una laguna lacustre en la que predominan en su depósito los migajones. Más adelante agrega: "En la zona de la llanura se encuentran suelos ricos en material orgánico, especialmente en los ejidos de la Ciénega".

Aceves, (1972). Menciona que los suelos de Xochimilco se formaron a consecuencia de la intemperización de la roca madre, compuesta principalmente por materiales de origen volcánico. Posteriormente dice: "Los suelos de las partes altas son migajones arenosos y arcillosos, debido a la tala inmoderada de sus bosques y a la erosión de los suelos."

Cervantes, (citado por Mendoza, 1976) opina que los suelos de Xochimilco, son suelos formados por 50% de cenizas volcánicas, la textura que varía entre arenosa, limo-arcillosa o más fina, lo que les permite retener gran cantidad de agua.

Alfaro y Orozco, (1980). En el trabajo más extenso que se tiene sobre el Ejido de Xochimilco citan 3 tipos de horizontes de diagnóstico; hístico, mólico y cámbico. También encontraron dos características diagnósticas; salinidad y sodicidad. La salinidad la dividen en; fuertemente salina (fs), moderadamente salina (ms) y ligeramente salina (ls) encontrándose sólo las dos primeras.

Y la sodicidad, como porcentaje de sodio intercambiable, cuyo valor es mayor de 15%, ya como limitante del suelo.

Finalmente, Trejo, (1984). Reportó suelos salino-sódico y sódicos en estudios hechos en el ejido de Xochimilco.

## 5. CARACTERISTICAS AMBIENTALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

### A. Localización

Xochimilco es una de las 16 delegaciones del Distrito Federal, situada geográficamente en la parte sureste del Distrito Federal, a los 23 Km de la ciudad de México; entre los paralelos 19° 09' y 19° 19' de latitud Norte y los meridianos 98° 56' y 99° 09' de longitud oeste, a una altura promedio de 2,500 msnm.

La Delegación cuenta con un área de ejidos de 800 hectáreas y con cerca de 2, 237 parcelas para el mismo número de ejidatarios. Tiene además, 38,760 chinampas de diferentes áreas que van desde 200, 450, 600 y 950 m, en una zona de más de 200 Km de canales para el riego de las zonas de cultivo (Balanzario, 1982).

### B. Geología

Mooser (1961). Considera que las formaciones de la cuenca del Valle de México pertenecen a los períodos; Terciario Medio, Terciario Superior y Cuaternario.

Por lo tanto, las unidades litológicas que se presentan en la Delegación de Xochimilco son: rocas volcánicas terciarias de andesitas y basalto, que constituyen la Sierra de Xochitepec, situada al suroeste de la misma.

La Sierra de Santa Catarina localizada al Noreste de la Delegación, se forma esencialmente por potentes acumulaciones de material piroclástico constituidas principalmente por arena, ceniza y pequeñas interdigitaciones de derrames lávicos basálticos.

En toda la parte sur de la Delegación se presentan los depósitos cuaternarios de la Sierra del Chichinautzin, formados por potentes derrames de lavas basálticas, arenas y cenizas provenientes de conos volcánicos y bocas de explosión y emisión situados en el extremo sur del área.

La unidad más reciente y extensa está formada por depósitos aluviales y lacustres, los cuales cubren el resto de la superficie de la Delegación.

### C. Hidrografía

El lago de Xochimilco se encuentra situado al S.E. de México y mide, aproximadamente 3,200 m de Norte a Sur y 9,600 m de Este a Oeste. La profundidad de su vaso es muy variable y va de un metro hasta 10, aunque su profundidad promedio es de 5 metros. La zona del lago de Xochimilco de acuerdo con Aceves (1972), tiene una extensión de 24 Km.

Casi no cuenta con corrientes de agua, excepto algunas intermitentes que bajan por las principales serranías del Ajusco y del Cuautzin.

Las corrientes que llegan a la zona lacustre, son las siguientes:

Río San Buenaventura: nace en las laderas del Ajusco. Desagua en el Canal Nacional, alimentador del lago de Xochimilco.

Río San Lucas: Nació en las laderas del volcán Chichinautzin. Desagua en el lago de Xochimilco. Su escurrimiento superficial es escaso.

Canal de Cuemanco: Es el lugar donde se reciben las aguas negras y las descargas de aguas residuales del pueblo de Xochimilco. Por la parte Norte recibe las aguas tratadas de la ciudad de México. Su longitud es de 2,000 m y su ancho de 30 m (Informe de actividades, 1984).

Canal Nacional: Una longitud de 1,500 metros que van desde 10 a 30 metros de ancho y una profundidad de 2 metros. Los residuos que recibe, están representados por desechos orgánicos, entre los que se encuentran; las heces y la orina. En la orilla de este canal hay abundante estiercol, por la presencia de ganado vacuno en esta zona.

Canales de Caltongo y de San Cristobal: Canales de mucha contaminación, con una longitud de 750 a 800 metros respectivamente. Lugares en donde las casas envían sus desechos de todo tipo, siendo foco de infección para los seres vivos. (Balanzario, 1982)



Canal del Bordo o de la Ciénega Grande: Cuenta con una longitud de 3,500 metros y con una anchura de 14 metros (I.informe de actividades 1984). Aquí principia la llegada de las aguas residuales de la ciudad de México. El estiercol es lo que más contribuye a la contaminación de este canal.

Canal de Huehuepa: Recibe diversos tipos de contaminantes, sobre todo del drenaje de los poblados cercanos y, en algunas partes, sirve como basurero (Balanzario, 1982).

Canal de Apatlaco: Tiene una longitud de 2000 metros y una anchura de 7 metros; su profundidad es de 1.5 m. Este canal es de los menos contaminados, siendo la causa principal, la alejamiento que está de la entrada de las aguas de la ciudad de México. Es una zona exclusivamente dedicada a la agricultura, el problema que presenta es la gran cantidad de lirio acuático, que impide la navegación por ese lugar.

Canal de Chalco: Este canal recibe diversos tipos de contaminantes, siendo el principal, el drenaje de la población (I.Informe de actividades, 1984).

El bombeo del agua de los manantiales de Xochimilco hacia la ciudad de México, trajo como consecuencia la alteración del régimen hidrológico de la región, observandose un abatimiento de los niveles del lago, afectando de este modo a todos los medios naturales y el manejo de la chinampería. El nivel del agua del lago, sube visiblemente por las fuertes y frecuentes precipitaciones fluviales de temporal, pero en tiempo de secas, baja considerablemente su nivel, volviéndose a subir con el agua de las lluvias.

#### D. Clima

Por su ubicación (latitud y orientación) al sur del Distrito Federal y al pie de la Sierra del Chichinautzin las variaciones ambientales de la Delegación Xochimilco, en cuanto a precipitaciones, humedad y vientos, son muy poco acentuadas, de manera que la variación anual de la temperatura no es muy notable. Fig. No.1

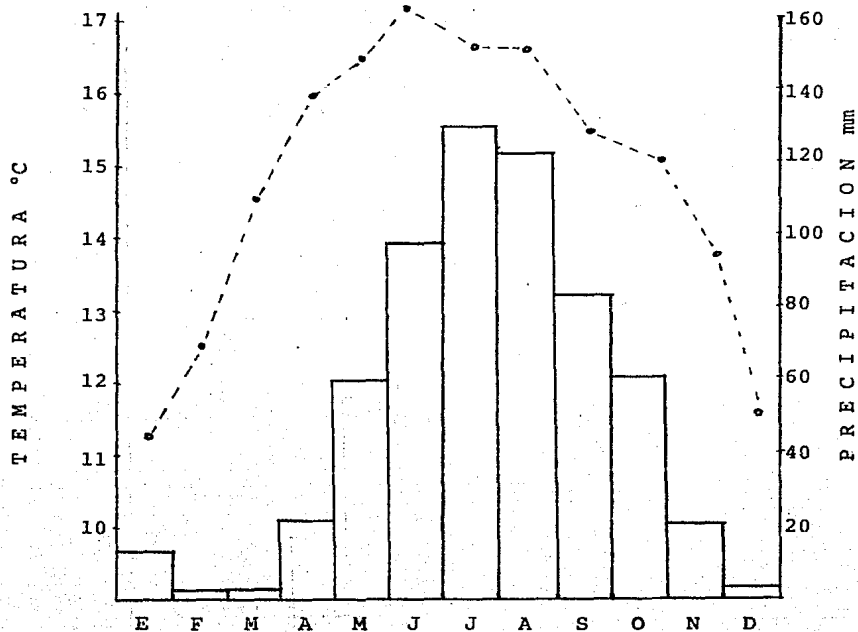
La principal fuente de humedad, son los vientos alisios, los cuales cruzan la Sierra Madre Oriental y se presentan en el Valle de México con una dirección de NE a SE.

En lo que corresponde a precipitación, puede establecerse que la orografía tiene marcada influencia en la distribución y cantidad de lluvias.

Según García (1973) la región presenta un clima C(wo) templado subhúmedo con lluvias en verano.

La situación altitudinal del área de estudio, contribuye a que capte una gran cantidad de humedad. Sin embargo esta condición física se está perdiendo por la intensa deforestación y falta de vegetación de las zonas altas cercanas. Lo anterior está provocando que el medio sea más seco y la oscilación térmica tiende a ser más extrema, fundamentalmente en los días invernales, cuando la frecuencia de las heladas va en aumento, así como la de las tolvaneras, lo que dará por resultado un medio cada vez más desfavorable para las actividades agrícolas propias del lugar.

PRECIPITACION Y TEMPERATURA DE LA ESTACION  
 METEOROLOGICA DE MOYUGUARDA EJIDO  
 DE XOCHIMILCO



LATITUD 19° 17'  
 LONGITUD 99° 06'  
 ALTITUD 2240  
 PRECIPITACION ANUAL 620.4 mm  
 TEMPERATURA ANUAL 14.9°C

Fig. No.1

## E. Vegetación

De acuerdo con las características geográficas de la región, la Delegación de Xochimilco, se caracteriza por tener una vegetación nativa representada por formaciones arbóreas en las partes montañosas; y, en las zonas cerriles de pequeña extensión, se encuentra un estrato formado por pastos y hierbas que constituyen la maleza.

En las zonas montañosas, se encuentran pequeños bosques de latifoliadas en los que el encino (Quercus sp), y el "aile" (Betula sp) son los más abundantes. Existen además, pequeños bosques de coníferas en los que el Pinus es el género más representativo y, en algunas zonas de mayor atracción turística, se han introducido bosques artificiales de Eucaliptus sp.

Con respecto a la parte baja, donde se localiza la zona de estudio, la agricultura de temporal es la dominante, presentándose pequeñas áreas que soportan dos asociaciones vegetales características de la zona; la halofita y la acuática.

En los márgenes de las chinampas se encuentran hileras de árboles comúnmente llamados "ahuejotes" (Salix bomplandiana) que fueron sembrados con el fin de fijar las chinampas al fondo de la laguna, y que además cumplen con la función de proteger a las plantas tiernas, de las inclemencias del tiempo (granizo, aguaceros, heladas).

En la superficie de los canales se encuentran; el lirio acuático (Eichornia crassipes), ombligo de Venus (Hydrocotyle renunculoides), lechuga de agua (Pistia stratiotes) y chichicastle (Wolfia gladiata).

En las orillas de los canales se encuentran plantas como; el alcatraz (Zantedeschia aethiopica) y asociaciones de (Ceratophyllum demersum).

Sobre la tierra se agrupan especies de la familia Grami-  
neae, como el zacate robusto (Echinochlos cruspavonia),  
zacate rastrero (Cynodom dactylon), zacate criollo(Hor-  
deum adscendens).

## F. Suelos

Mendoza (1961), menciona que debido a que el suelo es inclinado de Sur a Norte, resulta que los suelos que corresponden a la llanura, fueron formados por acarreo de las aguas que han llegado desde las partes altas, constituyendo así, una llanura lacustre en la que predominan en sus depósitos los migajones. Más adelante agrega: En la zona de la llanura se encuentran suelos ricos en materia orgánica, especialmente los Ejidos de la Cienega. Aceves (1972), por su parte, menciona que los suelos de Xochimilco se formaron a consecuencia de la intemperización de la roca madre, compuesta principalmente por materiales de origen volcánico. Posteriormente dice; los suelos de las partes altas son migajones arenosos y arcillosos, debido a la tala inmoderada de sus bosques y a la erosión de los suelos.

## 6. MATERIAL Y METODOS

### A. De Campo

Se muestrearon 8 calicatas\*, de las cuales la No.1 y No.2 corresponden al área de San Gregorio; la No.3,4,5,6,7 y 8, corresponden al área de Xochimilco.

El criterio que se siguió para el muestreo de las calicatas, fué el siguiente:

Se trazó en la zona, una línea que iba de Norte a Sur, y cruzaba la Cienega Grande, al Lago Texhuilo y el canal de Texhuilo hasta llegar al canal Pizocoxpan; y otra que iba de Este a Oeste cruzando el canal Atizapa y el canal Apampilco. Mapa No.1

La calicata No.3 se muestreó cerca del canal Apampilco

La calicata No.4 se muestreó cerca del canal Almoyola

La calicata No.5 se muestreó cerca del canal Atizapa y el canal Trancatitla.

La calicata No.6 cerca del canal Apatlaco.

La calicata No.7 cerca del canal Japón y c. Tlicuilli

La calicata No.8 cerca del canal Toscano.

Finalmente las 2 calicatas correspondientes al área de Sn. Gregorio, se hicieron cerca del canal Apatlaco; tomando como punto de referencia un sembradío de pasto para la No.1, y para la No.2 un sembradío de col.

La profundidad a la que se hicieron las calicatas estuvo condicionada por el nivel de la capa freática; siendo la mínima de 1 metro y la máxima de 1.60 metros.

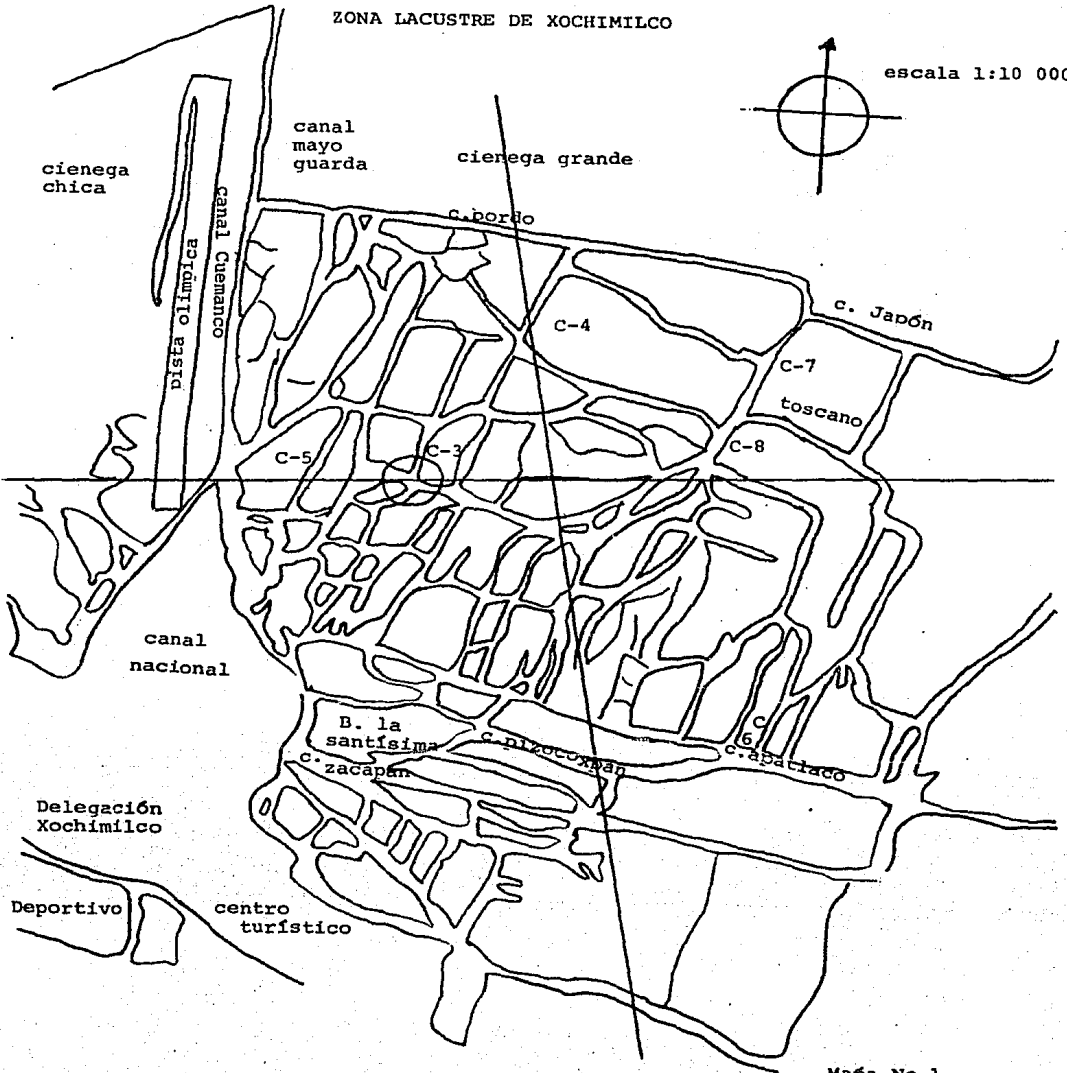
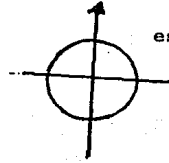
Se colectó un total de 103 muestras; muestreando de abajo hacia arriba con el fin de no contaminar las capas superficiales.

Se tomaron muestras de suelo cada 10 cm.

\*Se denota a las unidades de muestreo con el término calicata en lugar de perfil de suelo; ya que no existe un proceso de evolución genético normal, por el hecho de ser suelos antrópicos.

ZONA LACUSTRE DE XOCHIMILCO

escala 1:10 000



Mapa No.1



Una vez colectadas las muestras, se procedió a secarlas a temperatura ambiente sobre papel periódico, y se tamizaron a través de una malla del No.10, de 0.64 mm de diámetro y una abertura de 1.91 mm.

## B. De Laboratorio

### Determinaciones Físicas

- a. Color en seco y húmedo por comparación con las cartas de color Munsell (1975).
- b. Densidad Aparente por el método de la probete, empleando 10 cc de suelo (Baver, 1956)
- c. Densidad Real por el método del picnómetro, de 25 ml (Baver, 1956).
- d. Porcentaje de espacio poroso, por la relación del cociente de Densidad Aparente y Densidad Real.
- e. Textura, por el método de el hidrómetro de Bouyoucos (1963), en el cual las muestras son tratadas con peróxido de hidrógeno al 8%, calentando en baño María, usando como dispersante oxalato y metasilicato de sodio al 5%.

### Determinaciones Químicas

- a. pH, se determinó en un potenciómetro Corning modelo 7, usando una relación suelo-agua de 1:5 y 1:10 con agua destilada hervida pH 7; y con solución salina de KCl 1N pH 7, en la relación 1:5 y 1:10.
- b. Materia Orgánica, por el método de Walkley y Black, modificado por Walkley.
- c. Capacidad de Intercambio Catiónico Total, durante la centrifugación, se utilizó como saturante el  $\text{CaCl}_2$  pH 7 1 N. Se lavó con alcohol etílico al 96%, y se usó como solución eluyente el NaCl pH 7 1 N. Posteriormente, se tituló utilizando el método del Versenato (EDTA) 0.04 N, Jackson (1982).

- d. Calcio y Magnesio, se extrajeron con acetato de amonio 1N pH 7 durante la centrifugación, y se valoraron por el método del Versenato (EDTA), Jackson(1982).
- e. Sodio y Potasio, partiendo del centrifugado con acetato de amonio, se determinaron en un flamómetro marca Corning. Mod.400, Jackson 1982

METODOLOGIA DE LA PASTA DE SATURACION  
PARA LA OBTENCION DE LAS SALES SOLUBLES DEL SUELO.

Se saturan 250 grs. de suelo con agua destilada hasta que la pasta, brilla por la reflexión de la luz, fluye ligeramente si se inclina el recipiente y la pasta se desliza facilmente por la espátula.

El extracto se obtiene, al colocar la pasta en uno de los embudos Buchner con papel filtro del No.1 y aplicar vacio.

Determinaciones Físicas de las Sales Solubles.

- a. Conductividad Eléctrica, a partir del extracto de la pasta de saturación utilizando el puente de conductividad Philips PW 9505 (Personal de Lab. de Salinidad de los E.U.A. 1974).

Determinaciones Químicas de las Sales Solubles.

- a. pH, en un potenciómetro Corning modelo 7, a partir del extracto de la pasta de saturación.
- b. Carbonatos y Bicarbonatos, se determinaron por el método volumétrico, Jackson 1982, utilizando alícuotas de la pasta de saturación.
- d. Cloruros, por el método de Mohr, utilizando alícuotas de la pasta de saturación.
- d. Sulfatos, se determinaron por gravimetría, en forma de sulfato de bario, Jackson, 1982, utilizando alícuotas de la pasta de saturación.

- e. Sodio y Potasio, se determinaron por flamometría, a partir del extracto de la pasta de saturación, con la dilución de alícuotas de éste.
- f. Calcio y Magnesio, utilizando alícuotas del extracto de la pasta de saturación y posteriormente el método del Versenato (EDTA) Jackson, (1982).
- g. Relación de adsorción de sodio, (RAS) se determinó por medio del método 20b del manual de suelos salinos y sódicos (Richards, 1980).
- h. Relación de adsorción de potasio, (RAK) se determinó por medio del método 20b del manual de suelos salinos y sódicos (Richards, 1980).
- i. Porcentaje de sodio intercambiable (PSI), por medio del método 20b del manual de suelos salinos y sódicos, Richards, 1980.

CALICATA No. 1

SAN GREGORIO ATLAPULCO

Prof. cm	C O L O R		T E X T U R A			D.A.	D.R.	POR	H <sub>2</sub> O Destilada	PH		KCl 1 N		M.O.	EICT				
	seco	húmedo	ARE	LIM	ARC					1:5	1:10	1:5	1:10		Ca++	Mg++	Na+	K+	Heq/100gr
0-10	10YR4/1	10YR2/1	32.8	franco		0.5	2.1	76.1	8.6	8.4	7.8	8.2	14.4	61.6	27.2	58.4	67.4	0.56	
	gris o.	negro		38.0	29.2														
10-20	10YR5/1	10YR2/1	32.4	franco		0.5	2.0	74.1	8.9	9.2	8.1	8.5	13.8	64.0	25.2	43.0	11.3	0.10	
	gris	negro		36.4	31.2														
20-30	10YR5/1	10YR2/1	36.8	franco		0.5	1.9	72.8	9.2	8.7	8.2	8.4	13.1	58.8	21.0	52.5	14.3	0.10	
	gris	negro		35.6	27.6														
30-40	10YR5/1	10YR2/1	34.8	franco		0.5	1.6	68.2	9.2	8.8	8.2	8.5	13.1	63.2	21.0	54.6	16.1	0.07	
	gris	negro		38.0	27.2														
40-50	10YR5/1	10YR2/1	34.4	franco		0.5	1.6	68.0	9.1	9.3	8.1	8.3	13.1	66.0	15.7	53.5	15.2	0.05	
	gris	negro		36.4	29.2														
50-60	10YR5/1	10YR2/1	32.8	franco		0.5	1.7	70.0	9.2	9.2	8.1	8.5	11.5	51.2	12.6	67.2	16.1	0.05	
	gris	negro		35.6	31.6														
60-70	10YR5/1	10YR2/1	29.2	franco		0.4	1.7	72.3	9.2	8.7	8.2	8.4	11.1	49.6	10.5	52.5	16.1	0.05	
	gris	negro		39.6	31.2														
70-80	10YR5/1	10YR2/1	31.2	franco		0.4	1.9	75.3	9.2	9.2	8.1	8.4	11.1	51.2	15.7	46.2	15.2	0.05	
	gris	negro		35.6	33.2														
80-90	10YR6/1	10YR2/1	37.6	migajón arenoso		0.4	1.8	76.0	9.2	9.0	7.9	8.3	8.8	49.2	9.4	43.0	15.2	0.05	
	gris c.	negro		37.0	25.4														
90-100	10YR6/1	10YR2/1	43.6	migajón arenoso		0.4	1.7	75.1	8.9	8.7	7.9	8.1	23.0	66.4	16.8	54.6	17.8	0.10	
	gris c.	negro		33.2	23.2														

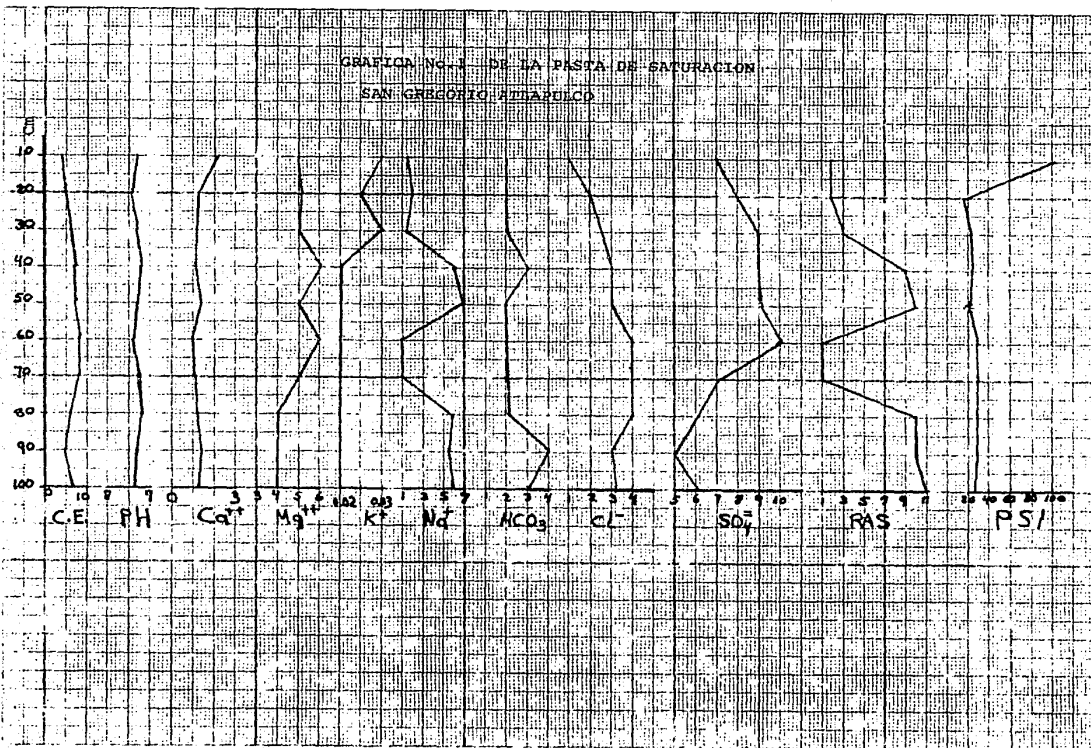
EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION

CALICATA No. 1

SAN GREGORIO ATLAPULCO

PROP. en cm.	CATIONES Y ANIONES EN mg/100ml								C.E. ds/m	pH	%SAT	SCLID. TOTALS	PSI	RAS	RAK
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>							
0-10	2.1	5.0	1.5	0.03	1.1	7.3	—	2.3	4.3	8.7	117.6	0.8	109.4	2.5	0.05
10-20	1.6	5.2	1.7	0.02	2.1	7.9	—	1.8	5.2	8.6	120.0	0.8	17.6	2.2	0.04
20-30	1.4	5.0	1.3	0.03	2.5	8.6	—	1.7	6.3	8.7	114.8	0.8	24.4	2.5	0.02
30-40	1.2	6.2	6.3	0.01	2.8	8.6	1.2	3.1	6.9	8.8	127.3	1.0	25.4	9.1	0.02
40-50	1.8	5.1	6.6	0.01	2.9	9.4	1.2	1.8	6.9	8.7	126.2	1.0	23.0	10.0	0.03
50-60	1.0	5.8	0.9	0.02	3.7	10.1	—	1.9	7.7	8.6	129.3	1.0	31.4	1.4	0.03
60-70	1.3	5.0	0.9	0.02	3.7	7.1	—	2.4	7.6	8.7	128.1	0.8	32.4	1.4	0.03
70-80	1.5	3.6	5.9	0.02	3.7	6.4	1.2	2.5	6.0	8.8	126.0	0.8	29.7	10.5	0.03
80-90	1.7	3.9	5.5	0.02	3.0	5.2	1.2	3.8	5.5	8.7	128.3	0.7	30.9	10.1	0.03
90-100	1.3	3.6	6.3	0.01	3.2	6.3	1.3	2.7	5.8	8.6	136.2	0.9	26.8	10.8	0.03

GRAFICÓN No. 1 DE LA PISTA DE SATURACION  
SAN GREGORIO, PUEBLO CO.



## CALICATA No. 2

## SAN GREGORIO ATLAPULCO

PROP. en cm.	COLOR		TEXTURA			D.A. gr/cc	D.R. gr/cc	POR. %	PH				M.O. %	Elem. Fec/litro				
	seco	húmedo	ARE. %	LIM. %	ARC. %				H <sub>2</sub> O Destilada	KCl 1 N pH 7	1:5	1:10		1:15	1:100	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Nd <sup>+</sup>
0-10	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	migajón 29.6	limoso 55.4	15.0	0.5	1.8	71.9	8.4	7.9	7.7	8.1	12.0	60.0	22.0	27.0	35.1	0.71
10-20	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	migajón 33.6	arenoso 49.2	17.2	0.5	1.7	70.6	8.4	7.9	7.5	8.0	12.1	64.4	23.0	26.0	28.2	0.63
20-30	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	franco 32.6	arenoso 41.4	26.0	0.4	1.6	70.4	9.0	8.5	7.9	8.3	11.1	56.0	18.0	30.0	23.4	0.60
30-40	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	migajón 36.6	arenoso 43.4	20.0	0.4	1.8	74.1	8.9	8.6	8.0	8.2	9.0	52.4	17.6	31.4	25.1	0.74
40-50	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	migajón 42.6	arenoso 25.4	22.0	0.4	1.9	75.8	9.1	8.6	7.9	8.3	10.3	52.4	30.0	27.0	21.3	0.12
50-60	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	migajón 40.0	arenoso 35.0	25.0	0.4	1.7	74.4	8.9	8.6	7.6	8.2	16.2	59.6	32.0	26.0	19.1	0.12
60-70	10YR4/1 g.osc.	10YR2/1 negro	franco 36.0	arenoso 42.8	21.2	0.4	1.7	73.8	8.8	8.4	7.7	8.3	26.6	98.6	25.3	28.5	95.7	0.58
70-80	10YR7/1 g.clar.	10YR1/1 E.osc.	franco 39.4	arenoso 27.7	32.4	0.3	1.6	80.3	8.8	8.5	7.4	8.0	11.1	62.8	23.6	25.4	95.7	0.63
80-90	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	franco 30.8	arenoso 41.2	28.0	0.4	1.9	76.5	8.8	8.3	7.6	8.1	12.9	78.2	16.0	25.0	15.9	0.58
90-100	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	franco 30.8	arenoso 43.2	26.0	0.4	1.6	71.1	8.7	8.4	7.6	8.1	14.2	79.0	30.0	33.0	16.5	0.77
100-110	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	migajón 43.8	arenoso 37.6	18.6	0.4	1.6	73.4	8.7	8.3	7.8	8.1	16.7	75.2	16.0	35.0	16.9	0.79
110-120	10YR4/1 g.osc.	10YR2/1 negro	migajón 53.0	arenoso 35.0	12.0	0.4	1.7	74.1	8.5	8.1	7.2	7.8	26.3	91.1	30.4	63.1	19.1	0.69
120-130	10YR4/1 g.osc.	10YR2/1 negro	migajón 52.6	arenoso 27.4	20.0	0.4	1.7	75.8	8.5	8.0	7.2	7.9	16.3	104.8	30.4	65.1	20.8	0.61

EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION

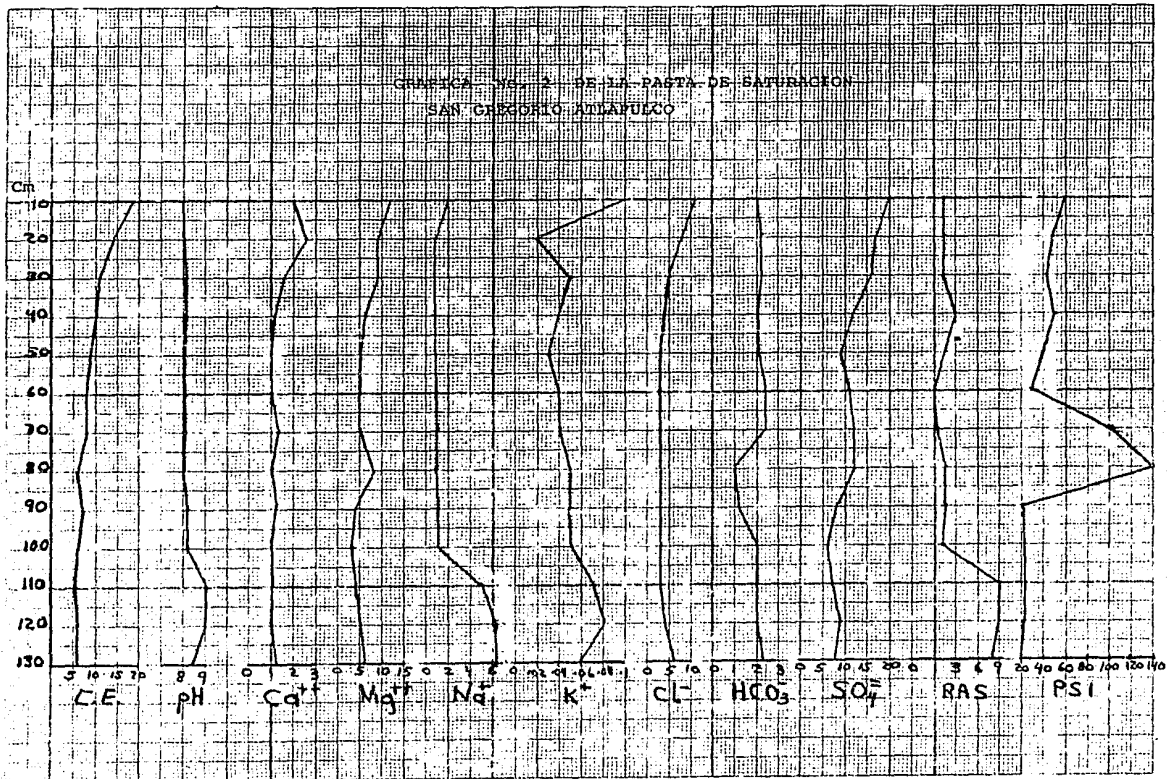
CALICATA No. 2

SAN GREGORIO ATLAPULCO

PROP. en cm.	ANIONES Y CATIONES EN Meq/100ml								C.E. ds/m	pH	%SAT	SOLID TOTAL	PSI	RAS	HAK
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Me <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>							
0-10	1.9	11.8	1.8	0.15	10.7	19.6	---	2.0	18.9	8.2	100.0	22.6	60.1	1.6	0.01
10-20	2.6	9.3	1.3	0.02	7.9	16.7	---	2.2	13.0	8.1	113.6	18.4	43.2	1.5	0.02
20-30	1.6	9.0	1.2	0.05	4.6	15.9	---	2.2	11.1	8.5	111.2	14.5	41.9	1.4	0.07
30-40	1.1	6.3	1.2	0.04	3.6	12.4	---	1.7	9.9	8.3	114.0	13.8	49.9	2.9	0.07
40-50	0.8	4.8	1.0	0.03	3.4	9.4	---	1.6	8.7	8.1	112.7	11.3	40.6	2.5	0.06
50-60	0.9	5.2	1.1	0.04	3.4	10.6	---	2.4	8.4	8.1	120.0	11.7	32.1	0.8	0.06
60-70	1.3	4.9	1.1	0.04	3.2	12.4	---	2.3	8.3	8.3	119.3	11.0	97.0	1.2	0.07
70-80	0.7	7.7	1.1	0.05	3.5	12.2	---	0.9	6.2	8.0	184.6	7.3	152.4	1.7	0.06
80-90	1.2	3.6	0.8	0.05	2.7	8.1	---	1.2	6.6	8.2	124.4	8.9	21.7	2.4	0.09
90-100	0.8	3.3	0.8	0.05	2.6	6.4	---	1.7	6.4	8.2	114.3	8.2	20.9	1.6	0.11
100-110	1.0	4.0	5.4	0.07	2.5	6.7	---	1.9	5.5	8.7	133.3	8.8	22.5	9.2	0.13
110-120	1.1	5.0	6.1	0.08	4.2	9.4	---	1.8	5.8	8.6	145.3	8.9	21.0	8.6	0.12
120-130	1.2	6.0	6.2	0.06	6.2	7.8	---	2.3	6.0	8.5	155.0	9.1	19.9	8.2	0.08



GRAFICA Nº. 11 DE LA PASTA DE BATHURACION  
SAN GREGORIO ATAPULCO



## CALICATA NO. 3

## XOCHIMILCO

Prof. en cm	C O L O R		T E X T U R A			D.A. gr/cc	D.R. gr/cc	P O R %	H <sub>2</sub> O PH				M.O. %	C I C T	Ca++ Meq/100gr	Mg++	Na+	K+
	seco	húmedo	ARE	LIM	ARC				Destilada 1:5	1:10	KCl 1 N pH 7 1:5	1:10						
0-10	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	miga 38.6	ón arenoso 39.4	22.0	0.4	1.4	72.2	8.4	8.5	8.1	8.0	13.7	61.5	12.6	44.1	20.0	2.8
10-20	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	miga 35.8	ón arenoso 36.2	28.0	0.4	1.7	76.7	8.8	8.6	8.1	8.1	14.4	77.3	16.7	31.5	21.7	2.6
20-30	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	miga 41.4	ón arenoso 39.0	21.6	0.4	1.7	76.4	9.0	8.8	8.3	8.4	12.8	76.1	16.5	41.6	18.7	2.8
30-40	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	miga 39.4	ón arenoso 37.0	23.6	0.4	1.7	76.4	9.4	8.9	8.5	8.4	12.1	64.4	17.4	43.0	16.5	0.8
40-50	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	miga 37.4	ón arenoso 35.0	27.6	0.4	1.8	77.3	9.5	9.5	8.5	8.4	10.0	72.8	13.5	14.7	13.4	0.7
50-60	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	miga 32.6	ón arenoso 33.4	34.0	0.4	1.8	78.3	9.5	10.0	8.3	8.3	12.5	62.8	15.4	17.6	13.5	0.7
60-70	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	miga 33.4	ón arenoso 34.6	32.0	0.3	1.7	77.3	9.4	9.3	8.2	8.4	10.1	99.1	14.4	17.8	12.2	0.7
70-80	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	28.0	franco 37.6	34.4	0.3	1.7	78.1	9.2	9.2	7.8	7.9	10.6	112.9	15.7	34.6	11.3	0.7
80-90	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	33.4	franco 38.6	28.0	0.3	1.7	78.1	7.9	9.2	7.1	7.2	11.6	82.3	15.5	34.4	11.3	0.7
90-100	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	miga 38.6	ón arenoso 43.4	18.0	0.3	1.6	76.8	7.8	8.7	7.0	7.2	12.0	105.0	17.3	36.7	10.0	0.4
100-110	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	miga 27.2	ón arenoso 38.8	19.0	0.3	1.8	79.7	8.2	8.5	7.1	7.3	12.7	93.6	17.3	35.7	9.5	0.4
110-120	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	miga 38.6	ón arenoso 41.4	26.0	0.3	1.7	79.1	8.1	8.2	7.1	7.2	13.4	109.2	14.5	37.2	5.6	0.4

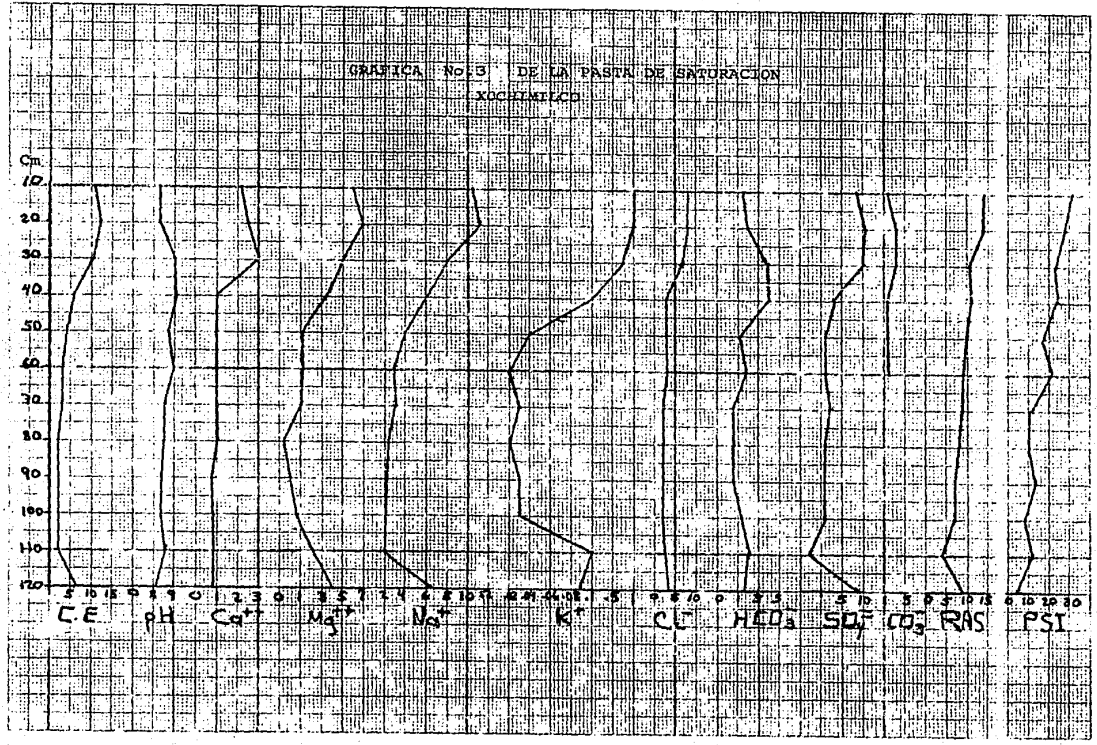
EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION

CALICATA No. 3 -

XOCHIMILCO

PROP. en cm	CATIONES Y ANIONES EN Meq/100gr								C.E. ds/m	PH	%SAT	SOLIDO TOTAL %	PSI	RAS	RAK
	Ca++	Mg++	Na+	K+	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>							
0-10	2.2	6.3	10.5	1.33	7.7	3.8	1.3	1.3	11.5	8.3	136.1	1.4	32.5	13.8	1.75
10-20	2.5	6.6	11.3	1.23	7.9	10.5	2.7	2.0	12.0	8.3	136.6	1.5	28.1	14.3	1.56
20-30	2.9	4.8	7.8	0.71	7.1	9.6	2.5	3.9	10.5	8.9	132.3	1.3	24.5	10.9	0.98
30-40	0.9	3.5	5.7	0.11	3.3	2.8	1.2	3.6	5.5	9.1	122.7	0.7	25.6	11.1	0.22
40-50	1.0	1.2	3.7	0.04	2.9	1.4	1.2	1.2	3.8	8.7	120.9	0.3	18.5	10.2	0.11
50-60	0.9	1.1	3.1	0.02	3.0	1.1	1.1	1.7	3.3	9.0	115.7	0.4	21.5	9.0	0.07
60-70	0.9	1.0	2.7	0.03	1.9	1.7	—	0.6	2.8	8.5	127.7	0.3	12.3	8.6	0.09
70-80	1.0	0.2	2.4	0.02	1.8	1.0	1.3	0.6	1.9	8.5	130.3	0.2	10.0	8.1	0.08
80-90	0.8	0.5	2.2	0.03	1.6	1.2	—	0.6	1.6	8.3	139.1	0.2	11.7	7.2	0.10
90-100	0.8	0.8	2.1	0.03	1.5	1.2	—	1.2	1.9	8.2	129.3	0.4	9.5	7.2	0.12
100-110	0.8	2.3	1.9	0.10	2.5	0.4	—	1.9	1.9	8.5	127.0	0.3	10.2	3.7	0.21
110-120	0.6	4.1	5.3	0.09	2.6	7.9	—	1.4	6.0	8.1	142.0	0.9	5.1	9.4	0.14

GRAFICA NO. 3 DE LA PASTA DE SATURACION  
XOCHITLICO



## CALICATA No. 4

## XOCHIMILCO

Prof. cm	COLOR		TEXTURA			D.A. gr/cc	D.R. gr/cc	POR %	H <sub>2</sub> O Destilada		pH KCl 1 N		M.O. %	CICL				
	seco	húmedo	ARE %	LIM %	ARC %				1:5	1:10	1:5	1:10		Ca++ Meq/100gr	Mg++	Na+	K+	
0-10	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	31.6	37.6	30.8	0.5	1.8	72.1	9.0	9.0	8.4	8.7	15.3	94.5	10.8	130.3	115.7	2.0
10-20	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	29.6	39.6	30.8	0.5	1.5	66.6	9.8	9.7	8.7	9.2	13.0	111.3	5.4	132.5	110.9	1.3
20-30	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	24.0	41.6	34.4	0.4	2.0	76.0	9.8	9.8	8.6	9.0	11.5	97.8	6.5	140.1	95.7	0.9
30-40	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	41.6	41.6	16.8	0.4	2.0	76.3	9.6	9.5	8.6	8.9	11.9	134.8	3.2	149.9	89.2	0.7
40-50	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	33.6	35.6	30.8	0.4	1.9	77.3	9.5	9.3	8.5	8.6	15.4	89.4	5.4	136.8	100.0	0.8
50-60	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	35.6	41.6	22.8	0.4	1.9	76.9	9.2	9.2	7.7	8.5	11.8	96.1	3.2	143.4	76.1	0.8
60-70	10YR6/1 gris	10YR2/1 negro	58.6	31.4	10.0	0.4	2.2	79.9	8.9	9.2	8.0	8.4	5.1	81.9	5.4	124.9	78.3	0.9
70-80	10YR6/1 gris	10YR2/1 negro	53.6	31.6	14.8	0.4	2.0	79.8	8.8	8.8	8.0	8.4	8.8	89.0	3.2	132.5	78.3	1.0
80-90	10YR4/1 g.osc.	10YR2/1 negro	50.6	33.4	16.0	0.4	1.8	77.9	8.5	8.7	7.8	8.4	15.5	115.5	4.3	148.8	93.5	0.9
90-100	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	35.6	33.6	30.8	0.3	1.5	75.1	8.5	8.5	7.6	7.5	29.7	114.4	4.3	140.1	100.0	0.9
100-110	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	34.6	49.4	16.0	0.4	1.8	77.9	8.5	8.8	7.8	7.4	14.2	91.9	3.2	154.0	97.9	0.9
110-120	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	32.0	51.6	16.4	0.4	1.6	75.1	8.6	7.9	7.8	7.8	16.0	89.8	5.4	128.2	105.5	0.9
120-130	10YR7/1	10YR3/2	31.4	48.6	20.0	0.4	1.7	76.9	8.6	8.7	8.1	8.5	21.9	85.2	7.6	101.0	104.4	0.7
120-130	10YR6/1	10YR2/1 negro	57.6	19.6	22.8	0.4	1.5	72.8	8.5	8.6	7.8	8.0	24.0	108.3	8.8	155.1	93.5	0.8
130-140	10YR4/1 g.osc.	10YR2/1 negro	33.6	45.6	20.8	0.3	1.6	75.9	8.3	8.3	7.7	8.1	26.3	132.3	4.3	145.5	91.3	1.0

EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION

CALICATA No. 4

XOCHIMILCO

PROP. m. cm.	ANIONES Y CATIONES EN Meq/100ml								D.E. ds/m	pH	SAT.	SOLID. TOTAL %	PCI	RAS	RAK
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>							
0-10	0.8	1.7	8.6	0.28	3.8	2.5	----	1.0	11.0	8.5	104.5	1.2	122.0	24.5	0.8
10-20	0.8	1.6	5.6	0.13	1.9	2.1	2.0	1.5	6.0	8.0	120.0	0.5	99.6	15.2	0.3
20-30	1.2	0.8	7.9	0.25	1.6	6.1	----	1.0	4.5	8.9	102.1	0.5	27.8	10.7	0.6
30-40	0.5	1.7	9.5	0.28	1.4	8.7	----	0.5	3.6	8.8	105.2	0.4	66.1	17.9	0.8
40-50	0.7	1.7	2.4	0.04	1.7	2.1	----	1.1	3.5	8.5	118.5	0.4	111.9	8.8	0.1
50-60	0.7	1.1	5.2	0.06	1.1	1.6	----	0.5	1.1	8.2	114.2	0.1	70.1	15.9	0.1
60-70	0.2	1.0	8.6	0.31	0.7	3.7	----	0.3	3.0	8.2	70.1	0.2	95.6	14.7	1.4
70-80	0.6	1.0	6.2	0.23	1.2	3.8	----	0.1	1.2	8.0	91.2	0.3	89.9	25.6	0.2
80-90	0.5	2.8	12.3	0.75	1.9	3.2	----	1.3	3.0	8.0	136.1	0.4	80.9	31.7	1.9
90-100	0.7	1.7	8.5	0.09	1.9	2.1	----	0.8	3.6	8.1	164.0	0.5	69.2	15.9	0.1
100-110	0.5	2.3	11.8	0.37	1.5	3.1	----	1.2	1.1	8.1	125.0	0.4	106.4	27.0	0.2
110-120	0.2	2.4	3.3	0.05	1.6	3.7	----	1.9	1.3	8.1	130.0	0.3	117.4	8.0	0.1
120-130	2.9	2.1	2.9	0.05	1.5	3.8	----	1.8	3.1	8.2	135.0	0.9	122.4	6.3	0.1
120-130	3.4	1.4	12.2	0.35	3.3	4.6	----	2.3	3.2	8.1	239.7	0.9	86.3	23.0	0.6
130-140	0.9	2.6	12.7	0.43	2.5	3.6	----	1.7	3.6	8.0	157.2	0.6	69.0	23.8	0.8



## CALICATA No. 5

## XOCHIMILCO

Prof. cm	COLOR		TEXTURA			D.A. gr/cc	D.R. gr/cc	POR. %	H <sub>2</sub> O <sup>PH</sup> Destilada				M.O. %	CICCT				
	seco	húmedo	ARE %	LIM %	ARC %				pH 7		pH 10			Ca++	Mg++	Na+	K+	
											Meq/100gr							
0-10	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	franco 31.8	franco 31.4	franco 36.8	0.4	1.7	75.2	8.9	9.2	8.7	8.5	12.9	119.7	11.5	47.0	21.5	1.8
10-20	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	franco 25.8	franco 41.0	franco 33.1	0.4	1.7	74.3	8.9	8.9	8.6	8.5	10.2	108.3	9.6	45.6	21.3	1.8
20-30	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	franco 30.0	franco 41.6	franco 28.4	0.4	1.9	78.6	9.1	9.2	8.6	8.5	9.6	92.4	7.6	36.9	19.5	1.7
30-40	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	franco 32.0	franco 41.6	franco 26.4	0.3	1.6	78.9	9.0	9.3	8.3	8.3	9.9	91.5	12.4	35.0	20.4	1.3
40-50	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	franco 23.8	franco 41.8	franco 34.4	0.3	1.6	78.4	9.0	9.1	8.2	8.3	12.6	82.3	10.5	34.5	20.6	1.1
50-60	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	franco 35.6	franco 32.4	franco 32.0	0.3	1.6	79.7	8.8	8.8	8.2	8.1	13.6	105.4	12.4	33.6	21.7	1.1
60-70	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	franco 27.8	franco 36.2	franco 36.0	0.3	1.5	78.9	8.8	8.8	8.3	8.0	15.5	100.8	11.5	34.5	23.0	1.1
70-80	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	migón 34.0	migón 43.6	arenoso 22.4	0.3	1.7	81.5	8.5	8.7	8.0	8.0	11.2	94.0	10.5	40.3	29.1	1.0
80-90	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	migón 39.6	migón 38.4	arenoso 22.0	0.3	1.5	78.0	8.6	8.6	7.9	7.9	28.6	115.5	18.2	25.9	29.8	1.0
90-100	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	migón 45.6	arenoso 34.4	arenoso 20.0	0.3	1.4	76.8	8.5	8.2	7.7	7.7	31.2	136.5	9.6	38.9	31.1	0.9
100-110	10YR6/1 gris c.	10YR2/1 negro	migón 47.8	arenoso 33.8	arenoso 18.4	0.3	1.6	80.8	8.2	8.4	7.8	7.8	35.1	136.9	8.6	39.4	34.8	1.0



EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION

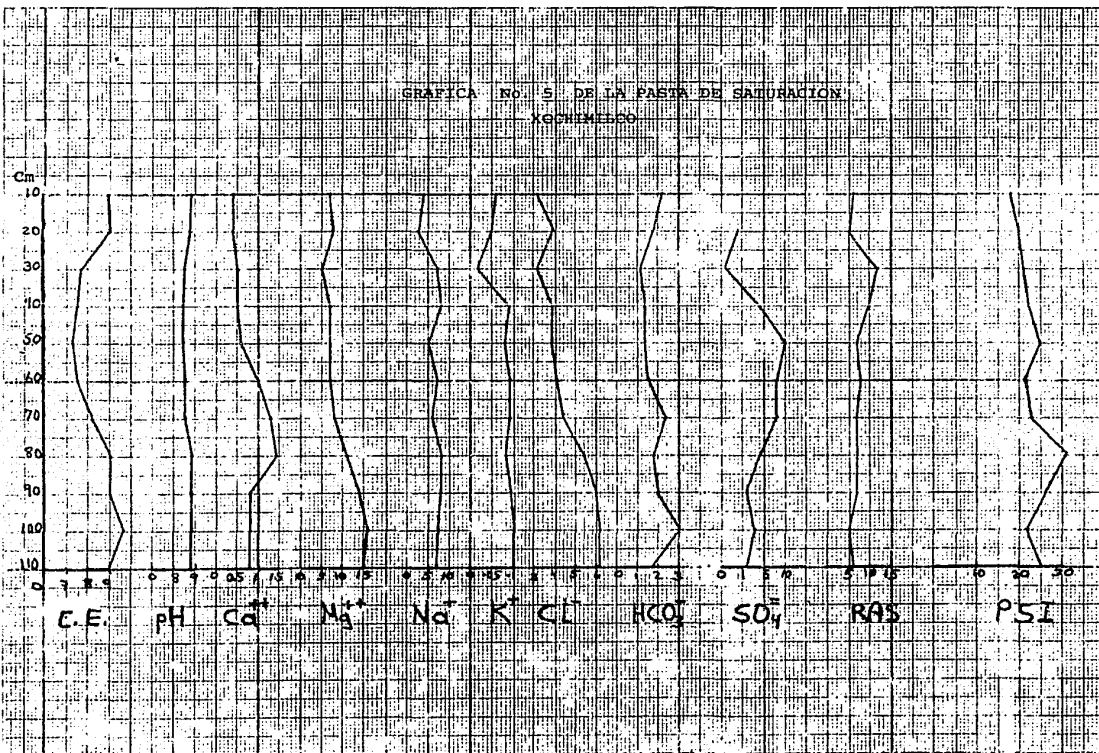
CALICATA No. 5

XOCHIMILCO

PROF. en cm.	UNIONES Y CATIONES EN Meg/100cc								C.E. ds/m	pH	MSAT	SOLID TOTAL %	PSI	RAS	PAK
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>							
0-10	0.4	5.8	3.9	0.06	3.3	-----	-----	2.3	8.7	8.8	116.7	1.1	17.9	6.0	0.09
10-20	0.4	7.7	3.4	0.05	3.9	0.7	-----	1.7	8.7	8.7	119.2	1.1	19.6	4.9	0.08
20-30	0.5	5.4	7.5	0.02	3.3	0.2	-----	1.2	7.7	8.5	128.6	1.1	21.3	12.2	0.23
30-40	0.5	7.3	7.8	0.09	3.7	3.6	-----	1.4	7.5	8.4	144.9	1.1	22.3	10.7	0.12
40-50	0.6	6.6	5.3	0.08	3.8	9.7	-----	1.4	7.3	8.4	149.3	1.1	25.1	7.2	0.11
50-60	1.0	7.4	6.6	0.09	4.1	8.4	-----	1.6	7.5	8.5	166.6	1.4	20.6	7.9	0.11
60-70	1.3	8.4	6.3	0.09	4.7	8.3	-----	2.4	8.2	8.5	166.6	1.5	22.8	6.9	0.10
70-80	1.4	11.5	7.8	0.08	5.5	3.6	-----	1.8	9.0	8.8	184.2	1.8	30.9	7.1	0.08
80-90	0.8	13.8	7.9	0.09	6.0	1.9	-----	2.0	9.0	8.9	207.8	2.0	25.0	7.3	0.73
90-100	0.8	16.2	6.6	0.10	6.2	3.1	-----	1.1	9.7	8.9	206.8	2.2	22.7	5.0	0.07
100-110	0.8	15.1	7.1	0.10	6.1	2.3	-----	1.8	9.0	8.8	205.3	2.2	25.4	6.5	0.09

GRAFICA NO. 5 DE LA PASTA DE SATURACION

XOCHIMILCO



CALICATA No. 6  
XOCHIMILCO

Prof. cm	C O L O R		T E X T U R A			D.A.	D.R.	P O R	pH				M.O.	C I C T	Ca++	Mg++	Na+	K+	
	seco	húmedo	ARE	LIM	ARC.				H <sub>2</sub> O	Destilada	KCl	1 N							PH 7
			%	%	%	gr/ccgr/cc	%	1:5	1:10	1:5	1:10	%			Mg/100 HF				
0-10	10YR5/1	10YR2/1	25.6	franco			0.4	1.5	68.9	8.3	8.2	8.1	8.2	14.4	86.5	55.6	99.9	45.2	0.44
	gris	negro		48.0	26.4														
10-20	10YR5/1	10YR2/1	23.6	franco			0.5	1.6	69.8	8.5	8.4	8.5	8.5	12.8	70.1	65.0	70.0	46.1	0.40
	gris	negro		43.6	32.8														
20-30	10YR5/1	10YR2/1	28.0	franco			0.5	1.8	73.2	8.2	8.0	8.2	8.2	10.8	90.7	30.0	60.0	39.5	0.40
	gris	negro		35.6	36.4														
30-40	10YR5/1	10YR2/1	25.6	franco			0.4	1.6	73.4	8.1	7.8	8.3	8.2	12.4	97.8	35.0	54.1	20.5	0.43
	gris	negro		40.0	34.4														
40-50	10YR5/1	10YR2/1	28.0	franco			0.4	1.8	74.8	8.0	7.9	8.0	8.1	12.8	128.1	31.5	49.9	13.0	0.05
	gris	negro		27.6	34.4														
50-60	10YR5/1	10YR2/1	25.6	franco			0.4	1.8	73.4	7.9	7.8	7.6	7.8	10.8	100.8	31.5	30.4	11.7	0.05
	gris	negro		40.0	34.4														
60-70	10YR5/1	10YR2/1	25.6	franco			0.4	1.7	72.1	7.9	7.8	7.9	8.0	13.1	74.7	35.1	35.3	15.7	0.05
	gris	negro		44.0	30.4														
70-80	10YR5/1	10YR2/1	27.6	franco			0.4	1.7	72.4	7.8	7.5	7.8	8.1	12.8	55.6	30.4	34.0	16.9	0.05
	gris	negro		36.0	36.4														
80-90	10YR5/1	10YR2/1	23.6	franco			0.4	1.7	72.2	7.8	7.6	7.2	7.8	11.8	59.2	33.6	30.4	10.0	0.05
	gris	negro		48.0	28.4														
90-100	10YR5/1	10YR2/1	24.0	franco			0.4	1.6	73.0	7.6	7.6	7.4	7.5	12.4	65.9	32.0	35.0	18.7	0.05
	gris	negro		41.6	34.4														
100-110	10YR4/1	10YR2/1	42.0	miga ón arenoso			0.4	1.7	73.2	7.6	7.6	7.4	7.6	34.8	94.5	32.6	31.9	10.0	0.05
	g. osc.	negro		43.6	14.4														
110-120	10YR4/1	10YR2/1	37.6	miga ón arenoso			0.4	1.6	72.7	7.5	7.6	7.4	7.5	37.2	106.6	40.4	39.4	9.5	0.05
	g. osc.	negro		42.0	20.4														
120-130	10YR4/1	10YR2/1	34.0	miga ón arenoso			0.4	1.6	75.6	7.4	7.5	7.2	7.4	35.2	91.5	43.0	37.8	7.3	0.10
	g. osc.	negro		43.6	22.4														
130-140	10YR6/1	10YR3/1	46.0	miga ón arenoso			0.3	1.8	83.3	7.1	7.2	6.9	6.9	19.0	61.3	9.4	31.5	6.9	0.15
	gris	negro		25.6	28.4														
140-150	10YR8/1	10YR4/2	28.4	miga ón arcilloso			0.2	1.8	88.3	7.2	7.2	7.0	7.0	6.5	36.1	9.4	23.1	4.7	0.28
	blanco	negro		19.6	52.0														
150-160	10YR8/1	10YR4/2	55.6	miga ón arcilloso			0.2	1.9	85.9	7.1	7.1	7.0	7.0	8.2	29.8	7.3	25.2	4.3	0.71
	blanco	negro		12.0	32.4														

## EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION

CALICATA No. 6

XOCHIMILCO

PROP. en cm.	ANIONES Y CATIONES EN Meq/100g							CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	C.E. ds/m.	pH	%SAT	SOLID. TOTALS %	PSI	P/S	RAK
	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>								
0-10	3.2	10.8	31.7	0.48	8.7	0.9	---	2.5	18.1	8.2	122.0	2.8	52.1	33.1	0.2
10-20	3.2	9.5	27.5	0.49	9.0	0.9	---	1.9	18.0	8.7	122.0	2.6	65.7	30.5	0.5
20-30	1.8	3.7	13.8	0.31	4.7	0.9	---	1.2	9.5	8.4	125.4	1.3	43.6	23.6	0.5
30-40	1.4	2.2	8.5	0.30	2.6	0.9	---	1.2	5.1	8.5	133.3	0.7	20.9	17.3	0.6
40-50	0.8	0.8	5.4	0.28	1.5	0.9	---	1.2	2.9	8.6	126.0	0.5	10.1	17.2	0.9
50-60	0.5	0.7	3.9	0.21	1.4	1.0	---	1.2	2.1	8.1	132.2	0.1	11.5	14.0	0.7
60-70	0.5	0.5	5.0	0.29	1.5	1.1	---	1.9	2.1	8.4	126.8	0.4	21.0	19.2	1.1
70-80	0.7	1.2	4.7	0.06	1.1	1.2	---	1.2	1.9	8.3	125.5	0.4	39.3	13.1	0.1
80-90	0.7	1.2	7.2	0.09	1.0	1.6	---	1.7	1.6	8.2	119.3	0.3	16.8	21.4	0.2
90-100	0.8	1.4	5.8	0.32	0.9	1.2	---	2.0	1.0	8.3	137.0	0.6	28.3	14.6	0.8
100-110	1.0	0.7	4.7	0.33	0.9	1.7	---	1.6	1.1	8.1	165.4	0.4	10.5	12.6	0.8
110-120	1.0	0.7	4.5	0.34	0.9	1.3	---	2.4	1.0	8.4	164.8	0.4	8.9	12.1	0.9
120-130	0.7	0.7	4.6	0.40	1.1	---	---	1.7	1.0	8.0	174.6	0.6	8.0	15.6	1.1
130-140	0.9	0.4	4.8	0.37	1.0	---	---	2.1	0.6	8.0	211.8	0.4	11.3	12.7	0.9
140-150	0.8	0.5	4.7	0.39	1.0	---	---	1.6	0.6	8.0	210.3	0.4	11.2	12.4	0.8
150-160	0.8	0.5	4.9	0.40	1.0	---	---	1.7	0.6	8.1	213.9	0.5	14.5	10.2	0.9



CALICATA No. 7

XOCHIMILCO

Prof. en cm	C O L O R		T E X T U R A			D.A. gr/cc	D.R. gr/cc	POR. %	pH				M.O. %	C I C T				
	seco	hmedo	ARE %	LIM %	ARC %				H <sub>2</sub> O Destilada l:5	l:10	KCl 1 N. pH 7 l:5	l:10		Ca++ Meq/100gr	Mg++	Na+	K+	
0-10	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	30.0	franco 39.6	30.4	0.6	2.0	71.0	8.5	8.4	8.6	8.9	13.6	65.1	46.0	70.0	58.7	1.1
	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	30.0	franco 41.6	28.4	0.5	2.0	71.3	8.5	8.4	8.6	8.9	14.2	89.0	35.0	70.3	43.5	1.6
10-20	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	30.0	franco 37.6	32.4	0.6	1.9	69.3	8.6	8.3	8.5	8.7	12.8	68.8	30.0	75.0	33.5	1.1
20-30	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	30.0	franco 41.6	28.4	0.5	2.1	72.1	8.4	8.2	8.5	8.7	11.6	69.7	35.0	77.2	28.1	1.2
30-40	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	36.0	franco 41.6	22.4	0.5	2.1	75.4	8.1	7.8	8.0	8.2	12.7	62.1	39.0	78.0	25.2	1.0
40-50	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	34.0	franco 39.6	26.4	0.4	1.8	76.2	7.6	7.5	7.5	7.6	12.0	100.3	40.0	79.0	25.2	0.7
50-60	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	23.6	franco 34.0	42.4	0.4	1.8	78.7	7.9	7.7	7.8	7.9	20.1	90.3	24.0	95.0	26.1	0.7
60-70	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	28.0	franco 43.6	28.4	0.4	2.0	78.0	8.0	7.9	8.3	8.3	10.6	52.9	26.0	62.0	20.4	0.1
70-80	10YR7/1 g.claro	10YR4/1 g.osc.	23.6	miga 23.6	6n arc-aren 52.8	0.2	1.9	85.6	8.4	7.9	8.6	8.7	8.4	40.7	12.0	69.0	25.2	0.4
80-90	10YR8/1 blanco	10YR4/1 g.osc.	46.0	miga 11.6	6n arc-aren 42.4	0.2	1.9	85.1	8.7	8.3	9.1	9.2	8.2	42.4	15.5	68.0	22.6	0.6
90-100	10YR8/1 blanco	10YR4/1 g.osc.	39.6	miga 17.6	6n arc-aren 42.8	0.2	1.8	84.8	8.5	8.0	8.8	8.8	12.3	50.4	14.0	55.0	19.5	0.3
100-110	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	41.6	miga 33.6	6n arenoso 28.4	0.3	1.8	78.4	8.0	7.8	8.0	8.1	19.1	57.1	10.0	51.0	20.0	1.0

## EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION

CALICATA No. 7

XOCHIMILCO

PROP. en cm.	CATIONES Y ANIONES EN Meq/100gr								C.E. ds/m	pH	K <sub>SAT</sub>	SOLID. TOTALS %	RET	RAS	RAK
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>							
0-10	0.4	1.2	6.3	0.15	1.6	2.8	-----	1.6	4.2	8.8	101.4	0.6	90.1	21.7	0.5
10-20	0.7	1.6	6.4	0.16	1.8	3.2	-----	1.6	4.2	8.9	111.0	0.6	48.9	17.9	0.4
20-30	0.6	0.6	3.7	0.08	0.8	1.9	-----	1.4	2.9	8.8	99.2	0.3	48.6	14.9	0.3
30-40	0.4	0.8	5.3	0.08	0.7	4.4	-----	1.4	2.9	8.8	97.8	0.5	40.3	21.6	0.1
40-50	0.4	0.6	3.8	0.05	0.6	0.7	-----	1.4	2.0	8.7	96.2	0.3	40.6	17.4	0.2
50-60	1.1	0.2	4.6	0.07	1.2	0.8	-----	1.3	1.9	8.0	135.6	0.4	25.1	15.0	0.2
60-70	0.7	0.7	6.1	0.09	1.4	0.3	-----	3.5	1.7	8.3	175.4	0.6	28.9	17.1	0.2
70-80	0.5	0.2	3.9	0.06	1.0	0.1	-----	1.9	1.4	9.0	129.0	0.4	38.6	17.2	0.2
80-90	0.3	1.1	5.1	0.07	1.3	0.2	-----	1.8	1.4	9.4	188.4	0.4	61.9	13.2	0.2
90-100	0.6	0.6	7.7	0.07	2.4	0.2	-----	3.1	1.4	9.9	311.0	0.7	53.4	17.3	0.1
100-110	0.4	1.4	2.2	0.09	1.8	0.2	-----	2.2	1.5	9.6	225.2	0.6	38.4	14.8	0.2
110-120	0.6	0.6	5.3	0.07	3.2	0.1	-----	2.3	1.6	8.7	157.8	0.5	17.0	16.4	0.2





CALICATA No. 8

KOCHIMILCO

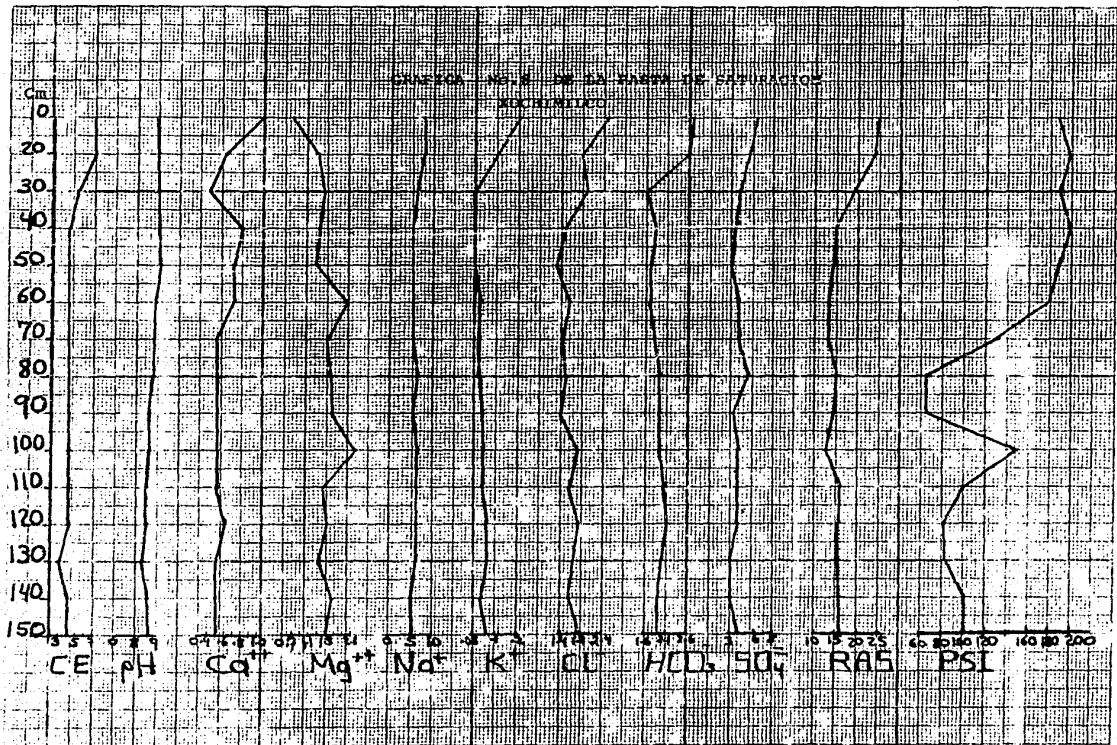
Prof. cm.	C O L O R		T E X T U R A			D.A. g/cc	D.R. g/cc	P O R %	pH				M.O. %	C I C T				
	seco	húmedo	ARE %	L I M %	A R C %				D e s t i l a d a		K C l I N			Ca++	Mg++	Na+	K+	
									1:5	1:10	1:5	1:10						Meq/100 gr
0-10	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	28.4	franco 35.6	36.0	0.5	2.0	72.6	9.7	10.1	8.5	9.2	12.8	42.8	20.9	129.8	82.6	1.7
10-20	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	30.4	franco 35.6	34.0	0.5	1.9	70.2	9.7	10.0	8.6	8.8	10.8	38.6	29.1	116.9	80.5	1.0
20-30	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	26.4	franco 35.6	38.0	0.5	2.0	74.1	9.6	10.1	8.7	8.8	10.9	39.9	25.0	85.0	76.1	0.6
30-40	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	30.4	franco 33.6	36.0	0.4	1.9	78.8	9.8	10.0	8.8	8.8	10.3	33.1	24.2	93.5	72.6	0.8
40-50	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	28.4	franco 33.6	38.0	0.4	1.9	76.7	9.6	9.9	8.7	8.8	11.1	33.1	27.0	100.0	62.6	0.8
50-60	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	26.4	franco 37.6	36.0	0.4	2.0	76.5	9.6	9.8	8.8	9.1	12.1	35.2	25.3	122.2	63.9	0.6
60-70	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	26.4	franco 37.6	36.0	0.4	2.0	78.6	9.4	8.1	8.5	9.0	12.8	42.0	21.1	64.8	57.9	0.9
70-80	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	26.4	franco 35.6	38.0	0.4	2.0	80.2	8.4	9.6	8.6	9.0	12.8	102.4	23.1	111.6	67.4	0.9
80-90	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	26.4	franco 35.6	38.0	0.4	2.0	78.4	9.2	7.9	8.4	8.7	13.0	102.0	24.0	76.0	65.2	0.8
90-100	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	28.4	franco 37.6	34.0	0.4	2.0	78.8	8.2	7.6	8.5	8.6	15.5	62.8	24.4	66.9	97.9	0.9
100-110	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	26.4	franco 37.6	36.0	0.4	2.0	80.3	8.0	7.6	8.2	8.3	14.2	72.6	26.5	92.4	70.0	0.8
110-120	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	28.4	franco 37.6	34.0	0.4	2.0	80.6	7.9	7.8	8.1	8.3	14.2	97.4	20.6	62.7	83.1	0.9
120-130	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	28.0	franco 43.6	38.4	0.4	2.0	79.5	7.9	7.8	8.2	8.2	17.5	92.4	28.2	38.2	79.6	0.9
130-140	10YR6/1 gris	10YR2/1 negro	42.4	migración 27.6	arenoso 30.0	0.3	1.9	83.2	8.7	9.0	8.1	8.2	19.4	81.0	23.1	71.2	84.4	0.8
140-150	10YR5/1 gris	10YR2/1 negro	44.4	migración 31.6	arenoso 24.0	0.3	1.9	80.9	8.6	8.9	8.0	8.5	21.1	73.5	26.3	76.5	79.6	0.9

## EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION

CALICATA No. 8

XOCHIMILCO

PROP. en cm	ANIONES Y CATIONES EN Mg/100g								C.E. ds/m	PH	ESAT	SOLID TOTAL %	PST	PAM	PAK
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>							
0-10	1.1	0.7	8.0	0.21	2.5	6.0	---	2.7	7.2	9.0	102.5	0.2	192	24.8	0.6
10-20	0.6	1.3	7.7	0.10	1.9	5.1	---	2.6	7.0	9.0	104.6	0.8	208	23.9	0.3
20-30	0.4	1.4	5.9	0.05	2.0	3.8	---	1.6	5.0	9.0	108.5	0.6	190	18.6	0.1
30-40	0.8	1.3	5.4	0.05	1.5	3.5	---	1.8	4.2	9.1	122.0	0.5	219	15.0	0.1
40-50	0.7	1.2	4.9	0.05	1.3	3.2	---	1.7	3.7	9.1	115.2	0.6	188	14.5	0.1
50-60	0.7	2.0	5.1	0.06	1.6	3.9	---	1.7	4.4	8.9	119.1	0.6	181	12.6	0.1
60-70	0.5	1.5	4.8	0.06	1.4	3.9	---	1.8	3.7	8.8	122.7	0.5	137	13.3	0.1
70-80	0.5	1.6	5.6	0.06	1.5	4.6	---	1.9	3.7	8.8	110.0	0.6	65	14.7	0.1
80-90	0.5	1.6	5.5	0.07	1.4	3.5	---	1.9	3.9	8.6	129.4	0.5	63	14.5	0.1
90-100	0.5	2.2	5.7	0.07	1.8	4.1	---	1.9	4.4	8.6	131.9	0.5	153	13.2	0.1
100-110	0.5	1.4	5.8	0.07	1.6	3.7	---	2.0	3.6	8.5	135.5	0.5	96	15.8	0.2
110-120	0.6	1.5	6.0	0.08	1.8	3.7	---	2.1	3.6	8.5	142.5	0.6	85	15.5	0.2
120-130	0.5	1.3	6.1	0.08	1.7	3.2	---	2.0	3.1	8.3	130.5	0.7	86	15.4	0.2
130-140	0.5	1.6	5.2	0.07	1.6	3.1	---	1.9	3.6	8.5	140.8	0.6	104	15.9	0.2
140-150	0.5	1.5	5.1	0.08	1.8	3.7	---	1.9	3.8	8.6	135.0	0.6	108	15.8	0.2



## DISCUSION

Las características edáficas que resultaron de los análisis físico-químicos de las calicatas muestreadas son debidas principalmente a factores antrópicos como los que ya se mencionaron anteriormente, y con los que se explica el porqué de la heterogeneidad de los resultados que a continuación se mencionan. En forma general puede decirse que el color es el único parámetro que se comporta de igual forma en las 8 calicatas analizadas; dando un color gris en seco y negro en húmedo; con excepción de las profundidades de 90 a 110 cm de la calicata No. 7, donde se obtuvieron colores en gris claro y blanco, en seco, y gris oscuro en húmedo; lo que puede explicarse, observando que en estas profundidades hay una disminución en el porcentaje de materia orgánica; ya que la presencia de ésta determina el color negro en este suelo. Cuadro No. 7

### Calicata No. 1

La textura que predomina es franca

La Densidad Aparente, es de 0.5 gr/cc hasta los 60 cm de profundidad y disminuye a 0.4 gr/cc de los 60 a los 100 cm de profundidad. La materia orgánica aparta de tener relación con el color del suelo, también la tiene con la D.A. ya que a valores bajos de ésta se aunan porcentajes altos de materia orgánica.

La Densidad Real, oscila entre los 1.9 gr/cc a lo largo de toda la calicata.

El porcentaje de espacio poroso oscila alrededor de 75.

El pH con agua en la relación 1:10 da valores de 9.2, mientras que con KCl en la relación 1:10 los valores son de 8.2.

El pH del extracto de la pasta de saturación oscila alrededor de 8.6.

Calcio Intercambiable, las concentraciones más altas de este catión van de 27 a 21 Meq/100gr, de la profundidad de 0-40 cm; y los valores más bajos de 15.7 a 9.4 Meq/100gr en las capas más profundas.

Calcio Soluble, los valores de este catión en las capas más superficiales son de 2.15 Meq/100gr, tendiendo a la disminución conforme aumenta la profundidad y llega a valores de 1.38 Meq/100gr

Potasio Intercambiable, los valores de este catión oscilan alrededor de 0.56 Meq/100gr en las capas más superficiales y alrededor de 0.05 Meq/100gr en las más profundas.

Potasio Soluble, varía de 0.03 Meq/100gr en las capas más superficiales a 0.01 Meq/100gr de los 30 a los 50 cm de profundidad, aumentando a 0.02 Meq/100gr en las capas más profundas.

Magnesio Intercambiable, las concentraciones de este catión van de 58.4 a 43 Meq/100gr, a lo largo de la calicata.

Magnesio Soluble, de los 0-60 cm de profundidad, hay concentraciones de 5 Meq/100gr, y de los 70 a los 100 cm la concentración disminuye hasta llegar a 3.6 Meq/100gr.

Sodio Intercambiable, las concentraciones de este ión están entre los 14 y 16 Meq/100gr.

Sodio Soluble, de los 0-30 cm de profundidad, los valores oscilan alrededor de 1.5 Meq/100gr; de los 30 a los 50 cm, los valores aumentan a 6.3 Meq/100gr; de los 50 a los 70 cm dis-

minuye a 0.9 Meq/100gr; en las capas más profundas, varían de 5.9 a 6.3 Meq/100gr.

Materia Orgánica, los porcentajes varían entre 11 y 14.

Capacidad de Intercambio Catiónico Total, las concentraciones van de 50 a 64 Meq/100gr.

Se observa en ésta como en las otras calicatas analizadas de la zona de estudio, que las concentraciones de sales solubles son más bajas que las concentraciones de sales intercambiables; esto se debe, a la presencia de altas capacidades de intercambio catiónico total dadas por los porcentajes de materia orgánica y arcilla, los cuales atrapan a los cationes en sus sitios de intercambio.

También puede generalizarse para las 8 calicatas analizadas, que las sales solubles muestran un comportamiento muy heterogéneo a lo largo de cada una de las calicatas analizadas; lo cual se debe al transporte que tienen las sales solubles por el agua, ya que en la zona de estudio el nivel freático está subiendo y bajando constantemente, trayendo consigo las sales solubles.

Recuérdese también que el grado de solubilidad de las sales es diferente para cada una, de ahí que no puedan ser transportadas todas al mismo ritmo, y por ello en algunas profundidades haya más concentración de una sal que de otra.

Cloruros, las concentraciones de éste ión están dentro de los intervalos de 1.1 y 3.2 Meq/100gr.

Sulfatos, las concentraciones de este anión están dentro de los intervalos de 6.3 Meq/100gr a 9.5 Meq/100gr.

Los aniones carbonato; sólo se encuentran de los 30 a los 50 cm de profundidad concentraciones de 1.2 Meq/100gr; y a la profun-

didad de 70 a 100 cm de 1.2 hasta 1.3 Meq/100gr.

Bicarbonatos, las concentraciones de estos aniones oscilan entre los 2.3 y 1.8 Meq/100gr.

Conductividad Eléctrica, se obtuvieron valores de 4.3 dS/m a la profundidad de 0-10 cm; y conforme va aumentando la profundidad, aumenta la conductividad, hasta llegar a valores de 7.6 dS/m a los 70 cm de profundidad.

De los 70 a los 100 cm desciende hasta 5.5 dS/m.

Se observa que los valores más pequeños se encuentran tanto en las capas superficiales como en las más profundas; la explicación de esto es el lavado que tienen estas capas al tener contacto con el nivel freático y con el agua de riego, lo que hace que se eliminen las sales y baja por lo tanto la conductividad.

Porcentaje de Saturación, el valor mínimo es de 117.6 y el máximo de 130. Estos altos porcentajes son favorables, ya que nos indican que el suelo tiene gran capacidad de retención de agua; característica dada por el porcentaje de arcilla y de materia orgánica. Estos porcentajes hacen que las sales que se encuentran en la solución del suelo no estén tan concentradas, debido al agua que se encuentra retenida.

Porcentaje de Sodio Intercambiable, las concentraciones están dentro del intervalo de 25 y 30.

Relación de Absorción de Sodio, a la profundidad de 0-30 cm. es de 2.5; de 9.1 a 10 de los 30 a los 50 cm; volviendo a disminuir a 1.4 de los 50 a los 70 cm y aumentando nuevamente a los 10.5 de los 70 a los 100 cm de profundidad.

Relación de Absorción de Potasio, se encuentra dentro del intervalo de 0.05 y 0.03.

## Calicata No.2

La textura que predomina es franca y migajón arenosa

La Densidad Aparente, es de 0.5gr/cc en las capas de 0 a 70 cm de profundidad y de 0.4 gr/cc en las capas más profundas.

La Densidad Real, está dentro del intervalo de 1.7 a 1.8gr/cc, a lo largo de toda la calicata.

El porcentaje de espacio poroso, se encuentra alrededor de 70 y 75.

El pH está entre 8.4 y 8.8 con agua en la relación 1:10 y de 8.1 a 8.3 en la relación 1:10 con KCl.

El pH del extracto está entre 8 y 8.5.

Calcio Intercambiable, este ión tiene concentraciones de 28Meq/100gr en las capas más superficiales, y en las capas más profundas las concentraciones están alrededor de 30 Meq/100gr.

Calcio Soluble, las concentraciones de este ión están alrededor de 1 y 2 Meq/100gr.

Magnesio Intercambiable, las concentraciones van de 27 a 65Meq/100gr.

Magnesio Soluble, la concentración más alta es de 11.8 Meq/100gr en la capa más superficial, y la mínima está alrededor de 4 Meq/100gr en las capas más profundas.

Sodio Intercambiable, este catión tiene un comportamiento heterogéneo, ya que en las capas superficiales, tienen valores que oscilan entre 30 Meq/100gr y las capas más profundas tienen valores alrededor de 20 Meq/100gr, habiendo también una franja intermedia a la profundidad de 60-80 cm que tiene valores hasta de 95 Meq/100gr.



Sodio Soluble, tiene concentraciones de 1.8 Meq/100gr y tienden a bajar a 0.8 Meq/100gr a la profundidad de 100cm; aumentando entre 5 y 6 Meq/100gr en los últimos 30 cm de profundidad de la calicata.

Potasio Intercambiable, las concentraciones de este ión están dentro del intervalo de 0.70- 0.61 Meq/100gr.

Potasio Soluble, parte de concentraciones de 0.1 hasta llegar a valores de 0.05 Meq/100gr.

Materia Orgánica, los porcentajes de materia orgánica, tienden a aumentar con la profundidad; siendo de 12 en las capas más superficiales, hasta llegar a 36 en las capas más profundas.

Capacidad de Intercambio Catiónico Total, también tiene un comportamiento creciente a lo largo de la calicata; las concentraciones van de 60 Meq/100gr hasta llegar a 104.8 Meq/100gr

Cloruros, en las capas más superficiales, los valores van de 10.7 Meq/100gr; disminuyendo hasta 2.5 Meq/100gr en las capas más profundas.

Sulfatos, las concentraciones de este ión, son de 19 Meq/100gr en las capas más superficiales; tendiendo a disminuir conforme a la profundidad, hasta los 6 Meq/100gr; y aumentando finalmente de 9 a 7 Meq/100gr en los últimos 20 cm de profundidad.

Carbonatos, no se detectaron en esta calicata.

Bicarbonatos, las concentraciones de este ión van de 2 a 0.9 Meq/100gr.

Conductividad Eléctrica, el valor más alto de conductividad se encuentra en la capa más superficial con un valor de 18.9 dS/m, que disminuye conforme a la profundidad, hasta llegar a valores de 5.5 dS/m en las capas más profundas.

Porcentaje de Saturación, el valor mínimo es de 100 en la parte más superficial y de 155 en la parte más profunda; encontrándose en la zona intermedia de la calicata, valores de 120.

Porcentaje de Sodio Intercambiable, los valores en la superficie de la calicata van de 60, disminuyendo conforme a la profundidad, hasta alcanzar valores de 19.9.

Relación de absorción de Sodio, tiene valores de 1.6 en los primeros 30 cm de profundidad y aumenta a 2.9 en los 20 cm siguientes; volviendo a disminuir a 1.2 a la profundidad de 50 a 70 cm y finalmente aumenta en los 50 cm más profundos de la calicata, desde 2 hasta 8.

Relación de Absorción de Potasio, los valores están dentro del intervalo de 0.016 a 0.12.

#### Calicata No.3

La textura que predomina es migajón arenoso

Densidad Aparente, sus valores están alrededor de 0.4 gr/cc.

Densidad Real, sus valores están dentro del rango de 1.4 a 1.7 gr/cc; siendo los valores más altos los de las capas más profundas.

Porcentaje de espacio poroso, el porcentaje mínimo en esta calicata es de 72.2 en la capa superficial y de 79.1 en las capas más profundas.

pH; en la relación 1:10 con agua se tienen valores de 8.5 a 10 y en la relación 1:10 con KCl 1N pH 7 de 7.2 a 8.3. Mientras que el pH del extracto está alrededor de 8.3.

Calcio Intercambiable, las concentraciones de este ión están entre 12 y 17 Meq/100gr.

Calcio Soluble, los valores más altos son de 2.9 Meq/100gr en las capas más superficiales; mientras que los valores más bajos son de 0.8 Meq/100gr, y se encuentran en las capas más profundas.

Magnesio Intercambiable, las concentraciones de este catión, van de 44 a 35 Meq/100gr; estando los valores más altos en las capas superficiales.

Magnesio Soluble, los valores más altos son de 6.3 Meq/100gr, y se encuentran en las capas más superficiales; los valores más bajos son de 0.2 Meq/100gr y se encuentran en las capas más profundas.

Sodio Intercambiable, sus concentraciones están dentro del intervalo de 20.0 a 9 Meq/100gr.

Sodio Soluble, la concentración más alta de este catión es de 10.5 Meq/100gr, y la más baja de 1.9 Meq/100gr, en las capas más profundas.

Potasio Intercambiable, sus concentraciones están dentro del intervalo de 2.8 a 0.4 Meq/100gr y los valores más bajos se encuentran en las capas más profundas.

Potasio Soluble, los valores van de 1.3 a 0.09 Meq/100gr en las capas más profundas.

Cloruros, las concentraciones de este ión van desde 7.7 Meq/100gr en las capas más superficiales, y disminuyen hasta valores de 1.6 Meq/100gr a un metro de profundidad; aumentando finalmente alrededor de 2.5 Meq/100gr en las capas más profundas.

Sulfatos, las concentraciones de este ión van de 10.5 a 1 Meq/100gr.

Carbonatos, se encontraron de los 0 a los 60 cm de profundidad, concentraciones alrededor de 1.3 y 2.6 Meq/100gr.

Bicarbonatos, las concentraciones más altas son de 3.9 Meq/100gr en las capas más superficiales y de 0.6 Meq/100gr en las capas más profundas; con excepción de los 30 cm más profundos en los cuales aumenta a 1.9 Meq/100gr.

Capacidad de Intercambio Catiónico Total, las concentraciones de este parámetro están dentro del intervalo de 61.5 Meq/100gr y 109 Meq/100gr; correspondiendo los valores más altos a las capas más profundas. Esto se debe a la presencia de altos porcentajes de coloides orgánicos e inorgánicos. Cuadro No.3  
Materia Orgánica, los porcentajes van de 10 a 13%, en sus diferentes capas.

Conductividad Eléctrica, este parámetro indica que en las capas superficiales, la concentración de sales en la solución del suelo, es mayor que en las capas profundas; siendo la máxima de 11.5 dS/m y la mínima de 1.6 dS/m.

Porcentaje de Saturación, los porcentajes de saturación en esta calicata, están alrededor de 120 y 139.

Porcentaje de Sodio Intercambiable, estos porcentajes van de 32.5 en las capas superficiales; y disminuyen conforme aumenta la profundidad, con valores de 5.1

Relación de Absorción de Sodio, el valor máximo es de 14.3 de los 10-20 cm de profundidad y el mínimo es de 7.2 en las capas más profundas, como la de 90-100 cm.

Relación de Absorción de Potasio, los valores máximos son alrededor de 1.7; tendiendo a disminuir hasta los 0.08 a los 70 cm de profundidad.

#### Calicata No.4

La textura que predomina es migajón arenoso

La Densidad Aparente, es de 0.5 gr/cc en las capas más superficiales y de 0.4 gr/cc, en las más profundas.

Densidad Real, los valores máximos están alrededor de 2 gr/cc y los menores alrededor de 1.6 gr/cc, en las capas más profundas.

Porcentaje de Espacio Poroso, los valores oscilan alrededor de 75%.

El pH en la relación 1:10 con agua, da valores de 9.5 en las capas más superficiales; de 8.8 en las capas más profundas, y en la relación 1:10 con KCl los valores son de 8.6 en la superficie, y de 8 en las capas más profundas. El pH del extracto de la pasta de saturación es de 8.1 en casi todo lo largo del perfil; y únicamente en los primeros 50 cm de profundidad, los valores son alrededor de 9.

Calcio Intercambiable, la concentración mayor es de 10.8 Meq/100gr a la profundidad de 0-10 cm; la menor es de 3.21 Meq/100gr, a los 100-110 cm de profundidad.

Calcio Soluble, por lo general las máximas concentraciones, se encuentran tanto en las capas superficiales como en las más profundas, siendo estas de 1.2 Meq/100gr y 0.99 Meq/100gr.

Magnesio Intercambiable, sus concentraciones están alrededor de 145 Meq/100gr.

Magnesio Soluble, al igual que el magnesio intercambiable, las concentraciones más altas, se encuentran tanto en las capas superficiales como en las más profundas;siendo estas de 1.7 y 2.4 Meq/100gr.

Sodio Intercambiable, las concentraciones de este ión, son muy altas, pues oscilan entre 76 y 115 Meq/100gr; estando las concentraciones más altas en las capas más superficiales y en las capas más profundas.

Sodio Soluble, aquí las concentraciones son de 8 Meq/100gr aproximadamente, tendiendo a aumentar en las capas más profundas;lo cual se debe al arrastre que ha tenido este ión por el agua, hacia esas capas.

Potasio Intercambiable, las concentraciones de este ión, están alrededor de 0.9 Meq/100gr a lo largo de la calicata.

Potasio Soluble, las concentraciones están dentro del rango de 0.43 Meq/100gr a 0.05 Meq/100gr, a lo largo de la calicata.

Cloruros, la concentración máxima a lo largo de la calicata es de 3.8 Meq/100gr y la mínima de 0.7 Meq/100gr, predominando concentraciones que oscilan alrededor de 1.5 Meq/100gr.

Sulfatos, las concentraciones de este ión a lo largo de la calicata, son alrededor de 3.7 Meq/100gr.

Carbonatos, unicamente se encontraron 2 Meq/100gr a la profundidad de 10-20 cm.

Bicarbonatos, hay concentraciones desde 0.3 Meq/100gr,hasta 2.3 Meq/100gr;las concentraciones mayores se encuentran tanto en las capas superficiales como en las más profundas.

Materia Orgánica, los porcentajes van de 15 a 26;los valores más altos corresponden a las capas más profundas(110-140cm).

Capacidad de Intercambio Catiónico Total, los datos fluctuan entre los 81.9 y 134 Meq/100gr;las concentraciones a lo largo de la calicata no siguen una secuencia.

Conductividad Eléctrica, la máxima concentración es de 11 dS/m de los 0-10 cm de profundidad y la mínima está alrededor de 3.1 dS/m en las capas más profundas;predominando valores que se encuentran alrededor de 3 Meq/100gr.

Porcentaje de Saturación, sus valores están dentro del rango de 100 a 235.

Porcentaje de Sodio Intercambiable, en ésta al igual que en la calicata anterior, los porcentajes son muy elevados; principalmente en las capas más superficiales, cuyos valores son alrededor de 122; en la parte media de la calicata los valores son alrededor de 80; y en la capa más profunda tenemos porcentajes hasta de 69. Relación de Adsorción de Sodio, sus concentraciones están alrededor de 25.

Relación de Adsorción de Potasio, la mayoría de sus valores oscilan alrededor de 1.

#### Calicata No.5

La Textura predominante es franca

La Densidad Aparente es de 0.4 y 0.3 gr/cc en las capas superficiales y profundas respectivamente. La disminución de la densidad en las capas más profundas, se debe a los aumentos de porcentaje de materia orgánica en estas capas.

Densidad Real, va de 1.4 a 1.9 gr/cc.

El Porcentaje de Espacio Poroso, varía de 74.3 a 81.5.

pH; en la relación 1:10 con agua tiene valores de 8.2 hasta 9.3; en la relación 1:10 con KCl disminuye de 0.3-1 unidad; siendo las capas superficiales las de los valores más altos.

Mientras que el pH en el extracto de la pasta de saturación, está dentro del rango de 8.4 a 8.9.

Calcio Intercambiable, sus concentraciones están dentro del rango de 7.6 a 18.2 Meq/100gr; predominando valores dentro del rango de 10 a 12 Meq/100gr a lo largo de la calicata.

Calcio Soluble, la concentración mínima es de 0.4 Meq/100gr y la máxima de 1.4 Meq/100gr de los 70-80 cm; de los 50 a los 110 cm de profundidad aumentan las concentraciones.

Magnesio Intercambiable, sus concentraciones están dentro del intervalo de 25.9 a 47 Meq/100gr; no siguen una secuencia las concentraciones.

Magnesio Soluble, sus concentraciones están alrededor de 7 Meq/100gr de los 0-60 cm de profundidad, y de los 60 a los 110 cm, las concentraciones van de 8.4 a 16.2 Meq/100gr.

Sodio Intercambiable, sus concentraciones están alrededor de 20 Meq/100gr.

de los 0-60 cm de profundidad; a los 70 cm comienza a aumentar a 29.1 Meq/100gr, hasta alcanzar valores de 34.8 Meq/100gr a los 110 cm de profundidad.

Sodio Soluble, las concentraciones de este ión están dentro del intervalo de 3.4 a 7.9 Meq/100gr; las concentraciones más altas se encuentran de los 20 a los 110 cm de profundidad.

Potasio Intercambiable, sus concentraciones oscilan entre 2 Meq/100gr en las capas superficiales y entre 1 Meq/100gr en las capas profundas.

Potasio Soluble, sus concentraciones predominantes oscilan alrededor de 0.09 Meq/100gr.

Cloruros, las concentraciones más pequeñas están alrededor de 3 Meq/100gr de los 0 a los 30 cm de profundidad, y dentro del rango de 4 a 6 de los 40 a los 110 cm de profundidad

Sulfatos, de los 0-10 cm de profundidad no se detectaron.

En las capas que si se encontraron, la concentración varió entre 0.7 y 9.7 Meq/100gr; encontrándose las máximas concentraciones de los 30 a los 110 cm de profundidad.

Carbonatos, no se detectaron.

Bicarbonatos, la concentración de este ión está dentro del rango de 1.2 y 3.1 Meq/100gr; predominando concentraciones alrededor de 1.5 Meq/100gr a lo largo de la calicata.

Materia Orgánica, los porcentajes oscilan entre 9.6 y 15.5 de los 0 a los 70 cm de profundidad; habiendo porcentajes dentro del rango de 28.6 y 35.1 de los 80 a los 110 cm de profundidad.

Capacidad de Intercambio Catiónico Total, su concentración mínima es de 82.3 Meq/100gr, y la máxima de 136.9 Meq/100gr.

Porcentaje de Saturación, el mínimo valor fué de 116.7 de los 0-10 cm; y el máximo de 207.8 de los 80-90 cm de profundidad.

Porcentaje de Sodio Intercambiable, está dentro del intervalo de 17.9 a 30.9.

Relación de Adsorción de Sodio, sus valores están comprendidos dentro del intervalo de 4.9 a 12.2.

Relación de Adsorción de Potasio, está comprendido dentro del intervalo de 0.09 a 0.1.



## Calicata No.6

La Textura que predomina es franca

Densidad Aparente, se presentan valores dentro del rango de 0.2 a 0.5 gr/cc;predominando valores alrededor de los 0.4 gr/cc, y se establecen en los últimos 30 cm de profundidad valores menores de 0.4 gr/cc.

Densidad Real,el rango de valores oscila de 1.5 a 1.9 gr/cc, predominando valores mayores de 1.7 gr/cc, situándose el mínimo valor en los primeros 10 cm y el valor más alto en los últimos 10 cm.

Porcentaje de Espacio Poroso, se presentan valores dentro del intervalo de 68.9 a 88.3, predominando valores alrededor de 70.

pH; la reacción del suelo en la relación 1:10 con agua tiene valores que oscilan de 7.1 a 8.4;predominando los valores que están alrededor de 7.5 en casi toda la calicata;los valores máximos se localizan en los primeros 30 cm de profundidad.La reacción del suelo en la relación 1:10 con KCl, aumenta de 0.1 a 0.6 unidades.

El pH del extracto oscila dentro del intervalo de 8 a 8.7. Calcio Intercambiable, se presentan valores que oscilan de 7.3 a 65.0 Meq/100gr, predominando valores alrededor de 30 Meq/100gr;los valores máximos se presentan en los primeros 20 cm de profundidad, y el valor mínimo en los últimos 10cm. Calcio Soluble,los valores oscilan de 0.5 a 3.2 Meq/100gr presentándose los máximos valores en los primeros 20.

Magnesio Intercambiable, los valores fluctúan de 23.1 a 99.9 Meq/100gr, presentándose este último valor en los primeros 10 cm;y situándose el valor mínimo en los últimos 20 cm.

Magnesio Soluble, los valores se sitúan en el rango de 0.4 a 10.8 Meq/100gr;situándose los valores máximos en los primeros 20 cm de profundidad y los valores mínimos en los últimos 30 cm. (Cuadro No.6).

Sodio Intercambiable,los valores oscilan de 4.3 a 46.1 Meq/100gr, presentándose los valores máximos en los primeros 30 cm, y situándose el valor mínimo en los últimos 10 cm.

Sodio Soluble, los valores oscilan de 3.9 a 31.7 Meq/100gr encontrándose los valores máximos para los 30 primeros cm de profundidad, y predominando los valores que están entre 4 y 5 Meq/100gr.

Potasio Intercambiable, los valores se sitúan en el rango de 0.05 a 0.71 Meq/100gr, predominando valores menores de 0.3 Meq/100gr, y situándose el valor máximo en los últimos 10 cm de profundidad.

Potasio Soluble, sus valores oscilan dentro del rango de 0.2 a 0.4 Meq/100gr.

Cloruros, sus concentraciones oscilan dentro del rango de 0.9 y 9 Meq/100gr; estando los máximos valores en las capas superficiales.

Sulfatos, sus concentraciones están alrededor de 0.9 Meq/100gr en las capas de 0 a 50 cm de profundidad, y de 1 a 1.7 Meq/100gr en las capas de 50 a 120 cm; no se detectó este ión de los 120 a los 160 cm de profundidad.

Carbonatos, no se detectaron

Bicarbonatos, sus concentraciones están dentro del intervalo de 1.7 a 2.5 Meq/100gr.

Materia Orgánica, se presentan valores dentro del rango de 6.5 a 37.2 %, predominando valores mayores de 10 %; localizándose los valores mínimos en los últimos 20 cm de profundidad.

Capacidad de Intercambio Catiónico Total, los valores oscilan entre 29.8 y 128.1 Meq/100gr, predominando valores mayores de 50 Meq/100gr; los valores mínimos se obtuvieron en los últimos 20 cm de profundidad.

Conductividad Eléctrica, los valores están dentro del intervalo de 18.3 dS/m a 0.6 dS/m; predominando valores que oscilan entre 1 y 2 dS/m.

Porcentaje de Saturación, se encuentra dentro del intervalo de 128 y 213; predominando valores que oscilan entre 125.

Porcentaje de Sodio Intercambiable, el rango de valores oscila entre 8 y 65.7, situándose los máximos valores en los primeros 30 cm de profundidad.

Relación de Adsorción de Sodio, los valores oscilan de 10.2 a 33.3. encontrándose los máximos valores en los primeros 30 cm y el mínimo en los últimos 10 cm de profundidad.

Relación de Adsorción de Potasio, los valores oscilan de 0.1 a 1.1, predominando valores mayores de 0.5.

Calicata No. 7

La textura que predomina es franca

La Densidad Aparente, presenta valores en el rango de 0.2 a 0.6 gr/cc, encontrándose los máximos valores en los primeros 50 cm de profundidad.

Densidad Real, los valores oscilan de 1.8 a 2 gr/cc, se presenta el máximo y el mínimo valor en los primeros y últimos 10 cm respectivamente.

Porcentaje de Espacio Poroso, los valores se ubican en un intervalo de 69 a 85%, predominando valores mayores de 75%. El pH en la relación 1:10 con agua, tiene valores comprendidos en un rango de 7.5 a 8.4; los máximos valores se obtuvieron en los primeros 30 cm.

El pH en la relación 1:10 con KCl, oscila de 7.6 a 9.2, predominando valores mayores de 8.0

El rango de valores del pH del extracto oscila de 8.0 a 9.9, situándose los máximos valores en los últimos 50 cm.

Calcio Intercambiable, el rango de valores oscila de 10 a 46 Meq/100gr, situándose estos valores en los últimos y primeros 10 cm respectivamente.

Calcio Soluble, el rango de valores va de 0.3 a 1.1 Meq/100gr, predominando valores menores de 1 Meq/100gr a lo largo de la calicata.

Magnesio Intercambiable, el rango de valores oscila de 51 a 95 Meq/100gr, situándose el valor mínimo en los últimos 10 cm de profundidad.

Magnesio Soluble, el rango de valores oscila de 0.2 a 1.6 Meq/100gr, situándose los máximos valores en los primeros 20 cm de profundidad.

Sodio Intercambiable, el rango de valores oscila de los 19.5 a los 58.7 Meq/100gr, situándose el máximo valor en los primeros 10 cm.

Sodio Soluble, el rango de valores oscila de los 2.2 a 7.7 Meq/100gr, predominando valores mayores de 5 Meq/100gr.

Potasio Intercambiable, el rango de valores oscila entre los 0.1 y los 1.6 Meq/100gr; situándose el máximo valor en los primeros 20 cm.

Potasio Soluble, el rango de valores oscila de 0.05 a 0.16 Meq/100gr, situándose los máximos valores en los primeros 20 cm.

Cloruros, el rango de valores oscila de 0.6 a 2 Meq/100gr, predominando valores mayores que 1 Meq/100gr.

Sulfatos, el rango de valores oscila de 0.1 a 4.4 Meq/100gr, situándose los máximos valores en los primeros 40 cm.

Carbonatos, no se detectaron.

Bicarbonatos, los valores oscilan de 1.3 a 3.5 Meq/100gr, situándose los valores mínimos en las capas superficiales.

Materia Orgánica, los porcentajes están en un intervalo de 8.2 a 20.1%; predominando valores mayores de 12%.

Capacidad de Intercambio Catiónico Total, el rango de valores oscila de 40.7 a 100.3 Meq/100gr; predominando valores mayores de 60 Meq/100gr.

Conductividad Eléctrica, el rango de valores oscila de 1.4 a 4.9 dS/m, encontrándose el valor máximo en los primeros 20 cm de profundidad.

Porcentaje de Saturación, el rango de valores oscila de 96.2 a 311.0; situándose el valor máximo en los últimos 40 cm.

Porcentaje de Sodio Intercambiable, el rango de valores que se presenta es de 17.0 a 90.1, predominando valores mayores de 40; el máximo y el mínimo valor se sitúan en los primeros y últimos 10 cm de profundidad respectivamente.

Relación de Adsorción de Sodio, los valores oscilan de 4.8 a 21.7, encontrándose este último valor en los primeros 10 cm de profundidad.

Relación de Adsorción de Potasio, el rango de valores es de 0.15 a 0.5, correspondiendo este último valor a la superficie de la calicata.

#### Calicata No.8

La textura que predomina es franca.

Densidad Aparente, los valores obtenidos oscilan entre 0.3 y 0.5 gr/cc, situándose los máximos valores en los primeros 30 cm. Cuadro No. 8

Densidad Real, los valores obtenidos oscilan alrededor de 2 gr/cc.

Porcentaje de Espacio Poroso, el rango de valores oscila de 70.2 a 83.2 %, situándose los valores mínimos y máximos en los primeros y últimos 20 cm respectivamente.

pH; en la relación 1:10 con agua, indica en los primeros 40 cm de profundidad valores más altos (10), que disminuyen en profundidad, aproximadamente 7.6 (de 100-110 cm)

pH; en la relación 1:10 con KCl, el rango de valores oscila de 8.2 a 9.2, situándose el valor máximo en los primeros 10 cm de profundidad.

El pH en el extracto de la pasta de saturación, se observa que el rango de valores oscila de 8.3 a 9.1, situándose los máximos valores en los primeros 50 cm de profundidad.

Calcio Intercambiable, el rango de valores oscila de 20.9 a 29.1 Meq/100gr.

Calcio Soluble, el rango de valores oscila de 0.5 a 1.1 Meq/100gr, situándose este último valor en los primeros 10 cm de profundidad.

Magnesio Intercambiable, el rango de valores oscila de 38.2 a 129.8 Meq/100gr, este último valor se obtiene en los primeros 10 cm de profundidad.

Magnesio Soluble, el rango de valores oscila de 0.7 a 2.2 Meq/100gr, predominando valores mayores de 1 Meq/100gr; situándose el valor mínimo en los primeros 10 cm de profundi-

dad.

Sodio Intercambiable, el rango de valores oscila de 57.9 a 97.9 Meq/100gr, predominando valores mayores de 70.0 Meq/100gr.

Sodio Soluble, el rango de valores oscila de 4.8 a 8 Meq/100gr, situándose el máximo valor en los primeros 10 cm de profundidad.

Potasio Intercambiable, el rango de valores oscila de 0.63 a 1.71 Meq/100gr, situándose este último valor en los primeros 10 cm de profundidad.

Potasio Soluble, el rango de valores oscila de 0.05 a 0.21 Meq/100gr, predominando valores menores de 0.1 Meq/100gr; situándose los máximos valores en los primeros 20 cm de profundidad.

Cloruros, el rango de valores oscila de 1.3 a 2.5 Meq/100gr, predominando valores menores de 2 Meq/100gr; situándose el máximo valor en los primeros 10 cm de profundidad.

Sulfatos, los valores oscilan de 3.1 a 6.0 Meq/100gr, situándose los máximos valores en los primeros 20 cm de profundidad.

Carbonatos, no se detectaron.

Bicarbonatos, los valores varían de 1.6 a 2.7 Meq/100gr, situándose el máximo valor en los primeros 10 cm de profundidad.

Materia Orgánica, el rango de valores oscila de 10.3 a 21.1%, situándose los máximos valores en los últimos 20 cm.

Capacidad de Intercambio Catiónico Total, los valores varían de 33.1 a 102.4 Meq/100gr; situándose los máximos valores a los 70 y 90 cm de profundidad.

Conductividad Eléctrica, el rango de valores oscila de 3.1 a 4.2 dS/m; predominando valores menores de 4 dS/m; y situándose los máximos valores en los primeros 30 cm de profundidad.

Porcentaje de Saturación, los valores oscilan de 104.0 a 142.5, presentándose el valor máximo en los últimos 40 cm de profundidad.

Porcentaje de Sodio Intercambiable, los valores oscilan de 63.0 a 219.0; situándose los máximos valores en los primeros 70 cm de profundidad; a lo largo de la calicata predominan los valores mayores de 100.

Relación de Adsorción de Sodio, el rango de valores oscila de 12.6 a 24.8; situándose los máximos valores en los primeros 20 cm de profundidad.

Relación de Adsorción de Potasio, el rango de valores oscila de 0.15 a 0.65; encontrándose el valor máximo en los primeros 10 cm de profundidad.

Finalmente cabe hacer mención de que, el análisis de los cationes intercambiables en los suelos salinos y sódicos, lleva consigo serias dificultades; ya que estos suelos casi siempre contienen carbonatos de metales alcalino-térreos y una concentración relativamente alta de sales solubles, pudiendo tener baja permeabilidad al alcohol y a soluciones acuosas.

La solución normal de acetato de amonio es la solución salina que más se recomienda para la extracción de los cationes intercambiables y para la saturación del complejo de intercambio en la determinación de intercambio catiónico, y aunque esta solución tiene muchas ventajas, ciertos suelos salinos y alcalinos fijan cantidades apreciables de iones amoniaco y de potasio bajo condiciones de humedad.

Es evidente, por tanto, la conveniencia de usar para esta determinación, un catión que no esté sujeto a la fijación señalada. Dicha propiedad la tiene el ión sodio, el cual favorece su uso en esta determinación por predominar en suelos salinos y sódicos. Por lo que, el método que se siguió fué el de elución con  $\text{CaCl}_2$  y saturación con  $\text{NaCl}$ .

Se compararon los resultados obtenidos con la metodología de acetatos, específica para suelos básicos, y la de cloruros (elución con  $\text{CaCl}_2$  y saturación con  $\text{NaCl}$ ), específica para suelos ácidos y neutros; y se vió que la metodología que da mejores resultados en estos suelos antrópicos es la de cloruros ( $\text{CaCl}_2$ - $\text{NaCl}$ ), por ser la más precisa y rápida. El método de cloruros ( $\text{CaCl}_2$ - $\text{NaCl}$ ) se modificó mediante la adición de algunos pasos a la metodología común con el fin de hacer más precisa la determinación de la capacidad de intercambio catiónico de estos suelos; ya que se presentaron algunas interferencias.

Las modificaciones que se hicieron a esta metodología fueron las siguientes:

-Después de terminar de centrifugar las muestras, como lo indica la metodología común, se filtraron con papel filtro



del No. 1 y con carbón Darco, para eliminar el color amarillo paja que tenían (este color amarillento es debido a la presencia de altos porcentajes de materia orgánica en estos suelos).

-Y para eliminar los iones calcio que pudieran quedar retenidos en el carbón y/o papel filtro, se hicieron 3 lavados (de 10 ml cada uno) con la solución extractora de NaCl.

Finalmente se siguió con la metodología común, titulando con EDTA.

## CONCLUSIONES

Los suelos chinamperos están siendo contaminados de forma diferente; condición que se debe al grado de contaminación del agua de los diferentes canales, su mala circulación y la falta de drenaje en el suelo.

Para eliminar la contaminación del suelo se debe partir de los factores que la propician; algunas de las medidas para su recuperación y manejo son:

- Dar un mejor tratamiento a las aguas de los canales
  - Efectuar análisis físico-químicos de suelos como de aguas en diferentes épocas del año, con el fin de conocer la dinámica de las sales y/o sodio en cada una de las épocas.
  - Estructurar el buen funcionamiento del sistema hidráulico, evitando con ésto, el estancamiento de las aguas en algunos canales.
  - La introducción de un buen drenaje permitirá mantener durante todo el año los niveles adecuados del agua de los canales que circundan al ejido, los cuales beneficiarían a los cultivos. Al introducir el sistema de drenaje, facilitaría el lavado de los suelos, trayendo como consecuencia una reducción significativa en el contenido de sales.
  - Debido a que en estos suelos también existe sodio, éste deberá ser sustituido por otro catión, siendo recomendable el  $\text{Ca}^{++}$ , ya que además de desplazar al  $\text{Na}^+$  pasa a formar parte de los nutrientes del suelo. Lo anterior se logra agregando mejoradores químicos; como puede ser el yeso agrícola, y el cloruro de  $\text{Ca}^{++}$ , entre otros.
- Además de la aplicación de mejoradores químicos, la adición de mejoradores mecánicos, tales como barbecho profundo y subsoleo y/o biológicos como la incorporación de abonos verdes y materia orgánica que agilizan la recuperación del suelo.
- Deberá hacerse la planeación para una selección de las especies de cultivo con más posibilidades de explotación y que al mismo tiempo sean las que produzcan los más altos rendimientos.

## BIBLIOGRAFIA

- Aceves, N.L. 1981. Los terrenos ensalitrados y los métodos para su recuperación. UACH. Chapingo, México. 224 pp.
- Alfaro, S.G. y Orozco, CH., F. 1980. Estudio edafológico del ejido de Xochimilco. Ciénega Grande. Tesis Fac. de Ciencias. UNAM, Mex.
- Aguilar, M.G.A. 1976. El impacto urbano en Xochimilco. Tesis Fac. Filosofía y Letras. UNAM. México, D.F., 1-45 pp.
- Aguilera, H.N. y Fuentes C.E. 1951. Estudio Fisicoquímico y Electromicroscópico de la fracción arcilla de dos microscopios de algunos suelos de Xochimilco. Rev. de la Soc. Mex. de Historia Nacional. Tomo XII No. 1-4 1951.
- Balanzario, Z.J.R. 1976. Contaminación de las aguas en los canales de Xochimilco. Tesis, Fac. de Filosofía y Letras UNAM.
- Baez A.P. y Belmont R. 1972. Algunos aspectos del deterioro del agua en los canales de Xochimilco, en Decenio Hidrológico Internacional, Memoria 1970-1971. Instituto de Geofísica UNAM. 5-14 pp.
- Bouyoucos, G.V. 1963. Directions for making mechanical analysis of soil by hydrometer method Soil Sci. 42:25-30.
- Cordero, D. 1984. Los canales de Xochimilco. Boletín de archivo histórico de Xochimilco. Huetzalin(1). México. 3-5 pp.
- Espinoza C.S. 1971. Xochimilco-Ed-mimeográfica.
- Farias G.J. Xochimilco. Colección. Delegación Políticas (4). Mex. 41 pp.
- Jackson M.L. 1974. Análisis químico de suelos 2ed. Omega. Madrid, España. 272-278, 653 pp
- Lugo, de la F.J.A. 1984. Suelos Sódico-Salinos del Ejido Xochimilco. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. Méx. 85 pp.
- Mendoza, R.M. 1961. Estudio geográfico de la Delegación de Xochimilco. Tesis de Maestría. Fac. Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. UNAM. Méx. 33-42 pp.

- Mooser, F. 1961. Informe sobre la geología de la cuenca del Valle de México y zonas colindantes. SARH. Com. Hidráulica de la Cuenca del Valle de México. 99 pp.
- Munsell Soil Color Charts. 1954. Ed. Munsell color Company. Inc. Baltimore 18, Mary land, USA.
- Reyes Jaramillo I. 1985. Efecto de Mejoradores en suelos salino-sódicos del Ejido Ciéneqa Grande. Xochimilco. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM. Méx. 140 pp.
- Richards, L. 1982. Diagnósis y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. 6a. ed. 4a. reimp. Ed. Limusa. Méx. D.F., 171 pp.
- Rojas G.M. 1979. Fisiología vegetal aplicada 2a. ed. Ed. Mc. Graw Hill. México. pág. 108-109.
- Sánchez, S.O. 1980. La flora del Valle de México. 6a. ed. Ed. Herrero. México, D.F. 519 pp.
- Trejo, C.A. 1984. Estudio Edafológico del Ejido Grande de Xochimilco. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. México, D.F. 110 pp.
- Venegas C.F.R. 1978. Las chinampas de Mixquic. Tesis de Biólogo. Fac. Ciencias. UNAM. 42 pp.