

32
29.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



**ALGUNOS ESTUDIOS EDAFOLOGICOS DE
SAN GREGORIO ATLAPULCO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

MARIA ERNESTINA NOEMI CASTREJON REYES

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

Dedico este trabajo con cariño a:

mis padres

***Margarita Reyes de Castrejón
José Guadalupe Castrejón Ocampo †***

agradeciéndoles todo el apoyo que me brindaron así como la intensa lucha que realizaron por dar lo mejor de ellos a sus hijos y permitirnos crecer tanto en lo personal como en lo profesional.

a mis hermanos

***Clara
Irma
Sagrario
Marcos
Eduardo
Arturo***

a mis cuñados

***María
Margarita
Ramiro***

a mis sobrinos

***Lourdes
Mariana
Eduardo
Marisol***

a las familias

***Castrejón
y
Reyes***

Agradecimientos.

Deseo agradecer de manera muy especial a mi director de tesis M. en C. Nicolás Aguilera Herrera el apoyo dado para la realización de este trabajo, así como el interés demostrado en mi superación.

Agradezco a mis sinodales las sugerencias tan acertadas hechas a este trabajo, las cuales vinieron a enriquecerlo grandemente.

**M. en C. Nicolás Aguilera Herrera
M. en C. Alfredo Echegaray Alemán
M. en C. María Del Socorro Galicia Palacios
M. en C. Rosalía Ramos Bello
Blól. Rosa Ma. Guzmán Barrera**

Gracias a Patricia Ramos y César Berlanga por su gran amistad, así como por su ayuda en la corrección e impresión de este trabajo.

A mis amigos por los ratos tan agradables que he disfrutado a su lado: Antonio y Verónica, Gerardo, Juan, Marina, Rosario, -Ana, Isabel, Daniel Lechuga, Daniel Gasca, Lalo del Mazo, Elda Dueñas, Tere, Pepe, Oralla, Cecilia Flores, Rosa Isela Ayala, Antonio Ramos, Gabino Márquez, Santiago Padilla, Anita Mondragón, Concepción, Virginia Fragoso, Teresa y Silvestre Carmona, Octavio Gallardo, Griselda, Gutiérrez Mariela De Agustín, Consuelo Tapoya, Angélica Hernández, Pedro Luna, Jose Cabañas, Julio Marcel Paez, Paula Linares, Alberto De La Rosa y al Grupo de Danza Regional "CUICANI".

Deseo agradecer de manera muy especial a los señores Chinamperos de San Gregorio Atlapulco por permitir la realización de este estudio, así como a toda la clase trabajadora de México, por darnos la oportunidad a gran cantidad de estudiantes de tener acceso a Escuelas Técnicas, Preparatorias y Universidades, gratuitamente.

INDICE

I.- Introducción	1
II.- Objetivos	3
III.- Antecedentes	4
IV.- Descripción de la zona de estudio	15
V.- Material y método	34
VI.- Resultados	37
VII.- Discusiones	94
VIII.- Conclusiones	100
IX.- Recomendaciones	101
Literatura citada	103

I. INTRODUCCION.

Este trabajo pretende contribuir al estudio de los suelos de las chinampas de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D.F.

Su finalidad es la caracterización de los suelos de algunas chinampas por medio de los trabajos de campo y laboratorio (físicos y químicos) e indicar si existen problemas de salinidad o de sodicidad en estos.

Actualmente los problemas relacionados con la producción de alimentos en México, ha llamado mucho la atención de científicos de organizaciones nacionales e internacionales, ya que solo unos cuantos países son autosuficientes en sus alimentos básicos y el resto los tiene que comprar (Jiménez, 1986).

Desafortunadamente muchos de estos países se han alejado de la autosuficiencia alimentaria dedicando sus suelos agrícolas a la ganadería o a la producción de alimentos no básicos, esto produce una aguda degradación ecológica (contaminación, deforestación, erosión, sobrepastoreo, etc.).

Parte de la zona chinampera de Xochimilco se encuentran en un problema similar por lo que es necesario su rehabilitación debido a que es uno de los sistemas agrícolas más eficientes que se conoce de origen prehispánico y que afortunadamente aún persiste (Jiménez, *op cit.*)

La chinampa es un sistema integral de producción agropecuaria y sus suelos son ricos en materia orgánica y humus, gracias a esto es posible el uso intensivo de este,

dando como resultado una elevada producción de cultivos.

Sin embargo a través del tiempo este sistema de producción ha sufrido graves deterioros, originando baja productividad.

Los factores de mayor relevancia en la alteración de este agroecosistema son los siguientes:

Mala calidad del agua, la cual ha producido cambios que han repercutido en la contaminación edáfica, modificando la ecología de la zona.

Salinidad y sodicidad de suelos.

Invasión de la mancha urbana.

Abandono de las chinampas.

Todos estos factores, aumentan el riesgo de su decadencia perdiéndose parte del patrimonio cultural, pues no sólo es importante como agroecosistema sino también como legado cultural de nuestros antepasados (Novelo, 1988).

Recientemente las chinampas han sido designadas por la UNESCO como "Patrimonio Mundial".

Esto es, que el problema no sólo es de los chinamperos sino de todos y en especial de los que de alguna manera estamos involucrados en una disciplina que pueda apoyar y dar alternativas al problema.

Es necesario difundir a toda la sociedad, la idea de que el hombre es parte de la naturaleza, pues de esta forma dejará de pensar de manera antropocéntrica y podrá darse integralmente la relación hombre-naturaleza-sociedad, indispensable en nuestros tiempos.

II. OBJETIVOS.

1. Contribuir al estudio edafológico de algunas chinampas de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D.F.

2. Determinar la salinidad y sodicidad de algunas de las chinampas de San Gregorio Atlapulco, con base a sus propiedades físico-químicas.

III ANTECEDENTES.

Las chinampas han tenido atención permanente desde que los españoles las descubrieron en el siglo XVI. Las características del sistema agrícola chinampero así como sus variadas producciones, ha interesado a mucha gente de diversas disciplinas tales como la antropología, agronomía, ecología, botánica, historia, edafología, etc., que participan en su fomento y preservación.

Gracias a ello se cuenta con un gran contenido de información sobre sus características, técnicas de construcción y mantenimiento, cultivos, obras hidráulicas e historia (Rojas, 1983).

El hecho de que las chinampas hayan sobrevivido hasta nuestros días contrasta con el destino de sistemas precolombinos similares que existieron en México y América en pantanos y zonas mal drenadas, que desaparecieron mucho antes de la conquista o en el transcurso de los primeros tiempos coloniales, dejando poca o ninguna información escrita sobre sus características.

Este trabajo forma parte del Proyecto "Rehabilitación de Suelos de Chinampa en la Zona Lacustre de Xochimilco - Tláhuac y sus Relaciones con las Plantas Cultivadas".

3.1. El Pueblo de San Gregorio Atlapulco.

Al norte de San Gregorio está el Canal Nacional, al sur el Barrio de San Juan De Minas y la carretera a Oaxtepec, al Este

Santa Cruz Acapulxca y al Oeste el de San Luis Tlaxialtemalco.

Originalmente se llamaba Acapulco porque las primeras familias acolhuas que llegaron a estas regiones en 1518 se asentaron en el estuario que era el desparramadero donde se perdían las aguas de la Barranca de Texcalli rellenando el estuario con sus sedimentos formando el Calpulli de los acapulpanecas.

Atlapulco proviene de atl=agua y tlalli=tierra, polco=destruir, co=lugar "Tierra que se Perdió en el Agua (Chapa, 1957).

Actualmente Atlapulco no significa la destrucción de la tierra por las aguas para rellenar su estuario, sino por la conquista de sus habitantes sobre el medio físico geográfico al adaptarlo a su habitabilidad por medio de obras de canalización y de defensa contra las inundaciones, pero siempre situado en el lugar donde se perdían las aguas de la barranca.

3.2 Origen de los Primeros Pobladores.

Hay dos acontecimientos históricos trascendentales en la vida de los aztecas y de los acolhuas, de distintas épocas que dieron origen a los primeros pobladores de San Gregorio Atlapulco.

Debido a la hegemonía azteca en el Anáhuac, durante el reinado de su cuarto Tecuhtli Itzcoátl y como consecuencia de la conquista de Xochimilco motivó el establecimiento de los Tepetlapantlaca en TepenENCHI y Texcaleo que resultaron ser dos de los primeros grupos fundadores del pueblo.

El principio de la decadencia del pueblo azteca fué por los desaciertos de su Tecuhtli Moctezuma Xocoyotzin y la división del Reino de Acolhuacan, las peleas entre los herederos al trono de Netzahualpilli originó la migración de familias acolhuas que vinieron a formar la rama de los Allipantlacas.

La malinche es el genio adverso, espíritu entreguista y conquistador que acecha a el débil y al vencido para arrebatarle lo suyo y el macehual (guerrero), representa a el campesino atlapuiquense que saca fuerzas, valor de su debilidad y pobreza para reclamar y defender su patrimonio (Chapa, *op cit.*).

3.3. Los Cultivos.

Al menos 30 diferentes tipos de hortalizas son cultivadas en las chinampas y se establecen en policultivos, esta práctica ayuda a que exista una diversificación en la arquitectura y el arreglo espacial de los cultivos, logrando un mejor aprovechamiento de la luz solar y una mayor acumulación de biomasa (Gliessman, 1983 citado por Jiménez, *op cit.*).

Además de la variedad de producción, proporciona una dieta nutritiva a lo largo de un ciclo agrícola, debido a que la siembra de policultivos facilita las labores agrícolas y la venta de productos, hay tendencia a plantar en monocultivos.

Ha habido un cambio en las hortalizas de América por hortalizas europeas, existe también un gran número de flores que se cultivan en las chinampas de Xochimilco, San Gregorio y

San Luis, las cuales desde tiempo prehispánicos se dedican al cultivo de flores de ornato en las orillas de las chinampas originando un aumento en la diversidad del agrosistema.

González 1981, citado por Bautista, 1988 realizó un estudio palinológico de las chinampas y encontró que durante algún tiempo estuvieron dedicadas al cultivo de *Amaranthus sp.* El cultivo de maíz se realizó más tarde, la prioridad de la alegría sobre el maíz sólo tiene explicación como producto exigido por ritos religiosos.

De las numerosas plantas de Mesoamérica que se han cultivado en las chinampas, se encuentran las siguientes:

<i>Phaseolus vulgaris</i>	frijoles, ejotes
<i>Salvia hispanica</i>	chia
<i>Amaranthus leucocarpus</i>	Uauhtli (Alegría)
<i>Sechium edule</i>	chayote
<i>Cucurbita ficifolia</i>	chilacayote
<i>Capsicum annuum</i>	chile
<i>Physalis ixocarpa</i>	tomate

Hortalizas

<i>Petroselinum crispum</i>	pepino
<i>Brassica oleracea</i> var <i>botrytis</i>	coliflor
<i>Brassica oleracea</i> var <i>capitata</i>	col
<i>Brassica oleracea</i> var <i>gemnifera</i>	col de bruselas
<i>Brassica oleracea</i> var <i>cauliflora</i>	brócoli
<i>Brassica oleracea</i> var <i>napobrassica</i>	colinabo
<i>Cynara scolimus</i>	alcachofa
<i>Allium sativum</i>	ajo
<i>Allium cepa</i>	cebolla
<i>Allium porrum</i>	poro
<i>Spinacea oleracea</i>	espinaca
<i>Beta vulgaris cicla</i>	acelga
<i>Coriandrium sativum</i>	cilantro
<i>Petroselinum crispum</i>	perejil
<i>Beta vulgaris crassa</i>	betabel
<i>Apium graveolens</i>	apio
<i>Brassica napus</i>	nabo
<i>Rhaphanus sativus</i>	rabano

Daucus carota
Tragopogon porrifolius

zanahoria
salsifi

Cereales que alguna vez estuvieron presentes en las chinampas, pero que no prosperaron probablemente al exceso de humedad.

Triticum sativum
Hordeum vulgare

trigo
cebada

Flores

Mattiola incana
Centaurea cyanus
Centaurea imperialis
Fuchsia fulgens
Viola tricolor
Viola odorata
Zantedeschia sp
Dahlia coccinea
Chrysanthemum sp
Rosa sp
Petunia hybrida

ahelí
pincel
imperial
aretillo
pensamiento
violeta
alcatraz
dalia
crisantemo
rosa
petunia

La mayor parte de las plantas cultivadas en las chinampas se siembran primero en almácigos, los cuales se construyen con agua - lodo de los canales, son rectángulos de 2 m de ancho y que varían en longitud. Una vez que la capa de agua-lodo se empieza a secar, se corta en cuadros que varían de acuerdo a el cultivo, quedan cubos de lodo a los que se les llama "chapines" (Rojas, 1987).

La siembra en almácigos permite llevar a cabo una selección de las plantulas más vigorosas, así como programar los trasplantes y las cosechas, facilita los cuidados, el transporte y el manejo de las plántulas, ahorrar tiempos y

espacio, ya que mientras germinan las semillas y las plántulas están listas para el trasplante, el terreno puede estar ocupado por cultivos. El chapín es una reserva de nutrientes, aumenta las posibilidades de que la planta se adapte en las primeras fases de crecimiento y desarrollo en el sitio definitivo.

También posee buenas características físicas tales como: la textura, densidad aparente y real, condiciones que permiten a la semilla germinar sin daños a la raíz (Cervantes, 1981, citado por Ramos, 1990).

Cada cultivo requiere modificaciones específicas en cuanto a distancia que debe existir entre una planta y otra, tamaño del chapín, etc.

3.4. Suelos.

Mendoza (1981), menciona que debido a que el relieve se encuentra inclinado de Sur a Norte, los suelos de la llanura lacustre fueron formados por acarreo de las aguas que han llegado de las partes altas, predominando en sus depósitos, las texturas de migajón.

Además en la zona de la llanura se encuentran suelos ricos en materia orgánica, especialmente los ejidos de la ciénega.

Aceves (1981), por su parte, menciona que los suelos de Kochimilco se formaron a consecuencia del intemperismo de la roca madre, principalmente por materiales de origen volcánico, como por ejemplo andesitas y basaltos, material piroclástico

constituido principalmente de arena y ceniza. Los suelos de las partes altas son migajones arenosos y arcillosos.

Cervantes citado por Mendoza (1981) opina que los suelos de Xochimilco, se encuentran formados por cenizas volcánicas en un 50% y que la textura varía entre arenosa y limo-arcillosa o más fina, la cual permite la retención de gran cantidad de agua.

Estudios realizados por Escobedo (1987), Lugo (1984) y Reyes (1985) citado por Ramos (op cit.) en la zona chinampera indican que estos suelos se encuentran contaminados con sales y sodio, sin embargo Bautista (1988) reporta que aún existen zonas en que la contaminación no es tan extrema, la explicación a esto es la altura de las chinampas respecto a el nivel del agua del canal; La influencia de la roca madre (andesita) que influye favorablemente en las características propias del suelo, es decir, disminuye el pH, la densidad aparente, porosidad, textura.

El D. D. F. y la Delegación Xochimilco en su proyecto "Plan de Rescate Ecologico de Xochimilco, 1990" incluyen en sus objetivos:

Incrementar la superficie hidroagícola bajo el sistema de chinampas.

Organizar los usos del suelo, evitando la expansión del área urbana.

Este plan incorpora a las áreas productivas existentes 5.6 Km² de nuevas chinampas, caracterizadas por su alta

productividad.

CUADRO 1 Distribución del uso del suelo planteado por el Plan de Rescate Ecológico de Xochimilco, D.F., 1990				
Uso del suelo	actual		propuesto	
	Ha	%	Ha	%
Urbano	2452	20.1	2752	22.6
urbano	2088	17.1	2638	21.5
areas verdes	88	0.7	88	0.7
inundables	118	1.0	0	0
presas y canotaje	36	0.3	36	0.3
sin usos	122	1.0	0	0
Zona lacustre	3916	32.1	3916	32.1
agrícola inundable	304	2.5	0	0
agrícola de riego	368	3.0	3298	27.0
pastizales	137	1.1	0	0
agrícola temporal	3107	25.5	0	0
lago recreativo	0	0	304	2.5
lagunas de regulación	0	0	170	1.4
parque de diversión	0	0	70	0.6
clubes y servicios	0	0	74	0.6
Zona Serrana	5864	47.8	5534	45.4
agricultura de temporal	14979	40.8	0	0
pastizal inducido	90	0.7	245	2.0
bosques y frutales	240	2.0	1796	14.7
agricultura de temporal y frutales	0	0	1816	14.9
forrajes	0	0	1152	9.4
vegetación secundaria				
matorral	525	4.3	525	4.3
TOTAL	12202	100	12202	100

3.4.1. Suelos Salinos y Sódicos

Los minerales primarios procedentes del intemperismo de las rocas, son la fuente principal de las sales en los suelos.

La acumulación de las sales se encuentra asociada con procesos naturales e inducidos, los primeros comprenden depresiones con deficiencia de drenaje y planicies con inundaciones periódicas, forman suelos con problemas de sales al no drenar al agua, los niveles freáticos son altos y al evaporarse el agua se acumulan estas sobre la superficie del suelo.

Las condiciones inducidas comprenden: infiltración en canales y uso excesivo de volúmenes de agua que favorecen la elevación del manto freático.

Existen tres parámetros para caracterizar los suelos con problemas de salinidad, (Pizarro, 1983).

Estos son la conductividad eléctrica (C.E.), el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y el pH. La conductividad eléctrica indica los efectos de la salinidad sobre las plantas, el PSI es un índice que indica los efectos sobre las propiedades físicas de los suelos y el pH es el grado de acidez o alcalinidad del suelo.

Los suelos se clasifican en tres categorías (Pizarro, *op. cit.*):

suelos salinos

suelos sódicos

suelos salino-sódicos

Los suelos salinos se caracterizan porque contienen en la zona radicular concentraciones de sales disueltas en la solución del suelo elevada (C.E.) suficientemente alta para

restringir el desarrollo de los cultivos.

El pH puede variar entre 7 y menos de 8.5, el PSI se mantiene por debajo de 7, la estructura del suelo no se ve afectada.

De acuerdo con el tipo de sales presentes que afectan a la recuperación de estos suelos se pueden clasificar en suelos salinos con Na^+ en forma NaCl y Na_2SO_4 ; suelos salinos con Ca^{++} y Mg^{++} , que contienen principalmente MgSO_4 , MgCl_2 , CaCl_2 y CaSO_4 (Pizarro, *op cit.*).

En la solución del suelo el Na^+ rara vez presenta más de la mitad de los cationes disueltos y por lo tanto, no es adsorbido de forma importante. Los aniones principales son Cl^- y SO_4^{--} ; pueden presentarse también pequeñas concentraciones de HCO_3^- y CO_3^{--} , en forma de CaCO_3 , Na_2CO_3 y MgCO_3 .

Estos suelos se reconocen por la presencia de costras blancas en su superficie, con drenaje adecuado se pueden eliminar las sales solubles por medio de lavados, con lo que el suelo pasa a ser normal, estos suelos casi siempre se encuentran floculados debido a la presencia de un exceso de sales en la solución y al reducido PSI, solo permiten vegetación halófila debido a que la concentración de sales actúa en la presión osmótica de las plantas (Aguilera, 1989).

Los suelos sódicos son aquellos que contienen altas concentraciones de sodio intercambiable, con propiedades físicas y químicas desfavorables, restringiendo el crecimiento normal de las plantas. la reacción de estos suelos varía según

el PSI y la presencia o ausencia de $\text{CO}_3^{=}$ ó HCO_3^- .

El pH va desde 8 hasta 9.5, el contenido de sales es menos de 2 mmhos/cm.

La solución del suelo contiene en su mayor parte Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$ y HCO_3^- en forma de NaHCO_3 , aunque puede haber pequeñas concentraciones de $\text{CO}_3^{=}$ como Na_2CO_3 .

IV. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

4.1. Localización de la Zona de Estudio.

La Delegación xochimilco se encuentra ubicada al Sureste del Distrito Federal, abarca varios pueblos: Nativitas, San Andrés Ahuayuca, San Francisco Tlalnepantla, San Gregorio Atlapulco, San Lorenzo Atemoaya, San Lucas, San Luis Tlaxialtemalco, San Mateo Xalpa, Santa Cecilia Tepetlapa, Santa Cruz Acalpixca, Santiago Tepelcatlapan, Tepepan, Santiago Tulyehualco y Santa Cecilia Xochitepec (D.D.F., 1970).

El presente estudio se realizó en el pueblo de San Gregorio Atlapulco que se localiza al Oeste de Xochimilco, entre las paralelas $99^{\circ}04'00''$ y $99^{\circ}02'30''$ longitud Oeste y los $19^{\circ}15'00''$ y $19^{\circ}17'00''$ de latitud norte a 2246 msnm, mapa No. 1.

4.2. Orografía.

El sistema orográfico se divide en tres zonas (Mendoza, 1981).

1) Al sur, la zona media boreal de la Sierra del Ajusco se encuentra entre el Teutli y el Tzompole, al Norte el Cautzin. Los principales cerros que se encuentran del Este al Oeste son Teutli (2712 msnm), Tlaxmacaxco (2660 msnm) Teoca (2650 msnm), Tochuca (2550 msnm), Tzonpole (2250 msnm) y Tlapa (msnm).

2) Al Oeste, entre Tlalpan y Xochimilco se encuentran los cerros de Tehuanpaltepec (2841 msnm), La Cantera (2850 msnm), Tetequillo (2800 msnm), Santiago y Xochitopepec (2495 msnm).

3) En esta zona se encuentra la llanura formada por depósitos aluviales y lacustres, en donde se levantan los pequeños cerros de Mayotepec (2263 msnm), en San Gregorio Atlapulco el Xilotepec (2300 msnm) y la Noria (2260 msnm) cerca del Pueblo de Tepepan. En esta zona el relieve está ligeramente inclinado de Sur a Norte.

San Gregorio Atlapulco participa de los beneficios de la parte meridional del vaso del ex-Lago de Xochimilco, la falda del Volcán Teuhtli y de 4/5 partes boreales de la Sierra Texcoli.

Tiene límites al Norte el cauce del ex-Canal de Chalco, al Sur el volcán Teuhtli, las tierras de Mexcalco y de Milpa Alta, al Este Xaltepec, Acapan, San Pedro Atocpan y Tulyehualco, al Oeste de Santa Cruz Acalpixca, en el flanco Occidental de la Sierrita de Texcoli y con las chinampas de Texhuilo, Apatlaco y San Jerónimo Xochimilco; la Cordillera del Ajusco tiene 3940 msnm, al sur del Valle de México forma esta cordillera una doble hilera de volcanes situados en dos líneas paralelas de Este a Oeste, la segunda zona media y boreal de la Sierra del Ajusco, o sea la Situada entre el Teuhtli y el Tzompole al Norte de Cuautzin (zona Cuautzin-Teuhtli'Xochimilco; Chapa, *op.cit.*).

4.3. Geología.

La Cuenca de México se localiza en el borde Sur de la Mesa Central, entre los meridianos 98°15' y 99°30' y los paralelos 19°00' y 20°15'. Mooser (1961) la describe de la siguiente

forma: es una cuenca endorréica a la que no llegan aportes de agua del exterior, su formación es el resultado de los movimientos de varias fallas y fracturas de la Faja Volcánica Transmexicana, responsable de la formación del Eje Neovolcánico.

Al analizar la actividad tectónica y volcánica en la Cuenca de México, se detectan dos grandes fracturamientos profundos que la cortan a través de su extensión; una menor al sur, forma parte de la línea de Humboldt que, atraviesa todo México desde las Playas del Golfo hasta la Costa del Pacífico y se extiende más de 1000 Km hacia el interior del espacio oceánico rompiendo en la corteza submarina.

El otro alineamiento llamado Chapala-Acambay, se caracteriza por numerosos conos volcánicos y por violentos y repetidos temblores superficiales, parece representar un ramal del gran fracturamiento del Mar de Cortés, que se introduce al continente en Nayarit y corta la corteza de México sigue un arco, pasa por Chapala, continua en la región del Cofre de Perote y Termina en el Litoral del Norte de Veracruz.

La estructura y actividad de estos grandes alineamientos contienen el factor decisivo en la formación de la Cuenca de México. En toda la parte sur de la Delegación se encuentran depósitos cuaternarios de la Sierra del Chichinautzin, formados por potentes derrames de lavas basálticas, arenas y cenizas provenientes de los conos cineríticos y bocas de explosión y emisión, situados en el extremo sur del área.

Es probable que el alineamiento de Humboldt ejecute movimientos laterales, en el sentido contrario de las manecillas del reloj, por estar intensamente fracturada la corteza dentro del área que ocupa. Se deduce esto debido a que fracturamientos secundarios se desprenden de la zona principal, dirigidos todos del suroeste al noroeste.

La Sierra de Santa Catarina sigue este lineamiento, los valles y las lomas al Oeste de la Ciudad de México obedecen este sistema.

La zona de fracturamiento que se extiende en la parte septentrional de la cuenca es mucho más ancha; los inicios de su actividad volcánica se sitúan en el Terciario Medio, hoy mide desde el Escarpamiento de Pachuca al Norte hasta la Sierra de Guadalupe, al Sur con 80 Km de ancho.

Sus movimientos siguen generando volcanes en la actualidad como lo atestigua el Cerro Chiconautla y la Multitud de Conos cineríticos juveniles en sus alrededores y en la región de Apam.

Al Sureste parten de ella fracturamientos tensionales secundarios a los que se deben las grandes efusiones terciarias que formaron La Sierra de las Cruces y la Sierra de Río Frio, al Este ambos limitan la Cuenca de México al Oeste y Este respectivamente.

De esta forma la Cuenca de México debe su origen a la integración de dos grandes zonas de fracturamiento; la que se formo primero, creo planicies y los volcanes antiguos y jóvenes

en el Norte de la cuenca. Después de la abundante emisión de lavas a través de la nueva zona de fracturamiento convirtió el antiguo espacio por donde corrían dos valles, en una doble presa con una cortina de basaltos, que asoló en el último millón de años, dejando algunos de los lagos someros remanentes de una época más fría.

4.4 Hidrografía.

La Cuenca de México tiene un régimen hidrológico determinado por corrientes superficiales, infiltraciones subterráneas y restos de un gran depósito lacustre (Herrera, 1983, citado por Novelo, 1988).

La región lacustre se originó como resultado de la obstrucción de salida de las aguas por la formación de la Sierra del Chichinautzin durante el Pleistoceno, formo un gran lago poco profundo.

Los depósitos subterráneos llenos a su capacidad, mantenían el flujo de numerosos manantiales y propiciaban un suelo relativamente estable. Sin embargo los lagos se hallaban en un proceso natural de senectud y desaparición que los hacía más extensos y de poca profundidad, proceso que con la intervención del hombre se ha acelerado notablemente.

La tala inmoderada de los bosques y el envío de grandes volúmenes de agua hacia afuera de la cuenca, de las cuales la mayor parte ha sido bombeada del subsuelo, son los principales factores que han modificado el funcionamiento hidrológico y acelerado el proceso de azolvamiento.

Actualmente sólo quedan reminiscencias de lo que fuera el Lago de Texcoco, ya que el Lago de Chalco dejó de existir a principios de este siglo (Mooser, 1962).

El ex-Lago de Xochimilco mide aproximadamente 3200 metros de Norte a Sur 9600 metros de Este a Oeste, presenta profundidades variables, hasta 10 m; El área que abarca es de 24 Km aproximadamente, su importancia hidrológica es considerable pues limita a las chinampas y sirve de comunicación entre ellas.

El ex-Lago de Xochimilco se encuentra reducido a una serie de canales con aguas libres que circundan a las chinampas, a terrenos de cultivos y una área urbana (Quiroz, 1977, citado por Novelo, *op cit.*).

Los manantiales de agua potable de mayor importancia son el de San Luis Tlaxiátemalco, Sta. Cruz Acalpíxca, Nativitas y la Noria que abastecen a la Ciudad de México.

El agua es de una gran importancia en esta región ya que el cultivo en chinampas depende en gran parte de la cantidad y calidad de esta. Su disponibilidad permite el desarrollo de una agricultura independiente del régimen de lluvias (Jiménez, *op cit.*).

Desafortunadamente se ha cambiado el régimen hidrológico, calidad y control del agua que ha repercutido ecológica y socioeconómicamente en este agroecosistema; hay una disminución y extinción en gran cantidad de géneros y especies cultivadas y fauna acuática.

Es notorio que el agua es uno de los pilares principales que sostiene el agrosistema chinampero al cual no se le ha dado importancia y se suministra aguas negras mal tratadas (Alatorre, 1978, citado por Jimenez, *op.cit.*).

El Instituto de Geofísica de la UNAM realizó un estudio sobre la calidad y contaminación de las aguas de los canales de Xochimilco, los resultados indican que estas aguas que se utilizan para riego poseen alto riesgo de salinidad, la cual las hace desfavorables para tal uso (Balanzario, 1976).

En este trabajo se reporta que la concentración de sales es alta, los valores de DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno), son bastante altos; la concentración del ión amonio varía de 1.1 hasta 3.2 mg/l y existe DO (déficit de oxígeno disuelto), ya que el valor máximo obtenido fué menor de 2 mg/O₂/l (tabla 1).

Esto afecta la calidad biológica y parece ser que nulifica total o parcialmente los procesos de autopurificación de corrientes.

También hay presencia de fosfatos en concentraciones muy altas de 28 mg/l, por lo cual deben de establecerse límites de descarga de estas sustancias. El crecimiento del lirio y plantas acuáticas, favorecen la cantidad de nutrientes y de materia orgánica, pero afectan considerablemente la demanda bioquímica de oxígeno.

Están presentes sulfonatos de alquil benceno, principio activo de los detergentes; se realizaron mediciones de

mercurio, con valores menores a los 0.005 mg/l, valor máximo permisible en aguas potables (Balazario, *op. cit.*).

La Dirección General de Usos Del Agua y Prevención de la Contaminación, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos realizó análisis bacteriológicos de las aguas de los canales de Xochimilco, D.F., obteniendo los resultados siguientes (la tabla 1 indica las principales fuentes de contaminación).

El Canal De Cuemanco (antiguo), es el lugar donde se reciben las aguas negras y las descargas de aguas del Pueblo de Xochimilco, condiciones que son más drásticas por la poca movilidad del agua en los canales; el Canal de Huehueva es el segundo en importancia de contaminación, debido a que se localiza cerca de la población, situado en el Barrio de la Santísima.

Le sigue en contaminación la Laguna de la Asunción, que se encuentra en el mismo barrio y el canal menos contaminado es el de Apatlaco que tiene una longitud de 1700 metros y 40 metros de ancho con 1.5 m de profundidad, está alejado de la entrada de las aguas negras, es zona de cultivo agrícola con poco turismo y alejado de la zona urbana.

El resto de los canales tiene una contaminación intermedia, estos resultados indican que las condiciones son desfavorables para el uso del agua de los canales para riego desde el punto de vista de "salud pública" (Balazario, *op. cit.*).

Ante la necesidad de mejorar la calidad de agua y el deterioro ecológico de la zona chinampera, la Delegación Xochimilco y el D.D.F. establecen el "Plan de Rescate Ecológico de Xochimilco 1990", los objetivos principales incluyen:

Construir lagunas de regulación que eviten inundaciones en la Delegación Xochimilco, en la Ciénega Grande y en la Ciénega Chica.

Incrementar la recarga acuífera y preservar los mantos existentes.

Prevenir mayores hundimientos diferenciales.

Ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales del Cerro de la Estrella de $1 \text{ m}^3/\text{seg}$ a $3 \text{ m}^3/\text{seg}$ de agua tratada a nivel terciario.

Control de drenajes de la zona montañosa.

4.5. Clima.

La Delegación de Xochimilco cuenta con dos estaciones meteorológicas: Moyoguarda y Xochimilco, la primera tiene una fórmula climática tipo $C(W_0)(W)_s(I)'$ con una precipitación media anual de 820.4 mm y temperatura media anual de 14.9°C .

La Estación Xochimilco, esta un grado hacia el Sur de la anterior, presenta fórmula climática $C(W_2)(W)_s(I)'$ con precipitación media anual de 1200.3 mm y temperatura media anual de 15.9°C (García, 1981). ver figuras 3 y 4.

Al analizar los climogramas, hay un déficit hídrico de noviembre a abril, con déficit muy severo de enero a marzo, en

los meses de junio a septiembre se presenta un exceso de agua de lluvia.

4.6 Vegetación.

Al Sur de la Delegación Xochimilco, hay zonas de vegetación, bosque mixtos de *Pinus sp.*, ahuehuetes, *Quercus sp* y el "aile" *Betula sp.* Además han introducido bosques artificiales de *Eucaliptus sp.* excepto en los cerros de Xochitepec y Teuhtli.

En la zona chinampera como vegetación arbórea se encuentran *Buddleia cordata* (tepozán), *Schinus molle*, *Casuarina sp.*, *Eucalipto sp.*, *Salix bomplandiana* (ahuejote) encontrándose este en el margen de las chinampas, los cuales fueron sembrados con el fin de fijar las chinampas al fondo del lago y proteger de las inclemencias del tiempo a las plantas tiernas, es el elemento más característico que da el paisaje una fisonomía típica de la región chinampera.

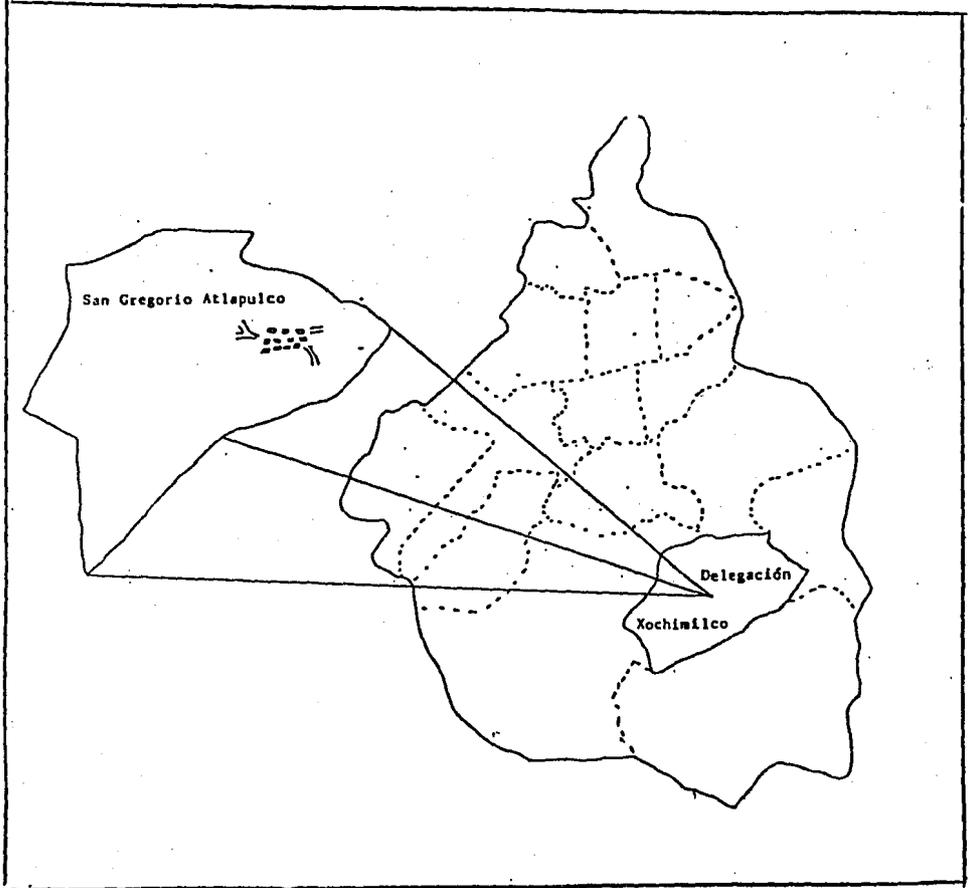
Sobre las chinampas que han sido abandonadas es frecuente encontrar especies de la Familia Graminae, como *Echinochloa crusgavonia*, zacate robusto, *Cynodom dactylon*, zacate rastrero, *Hordeum adscendens*, zacate criollo, *Gynertium sagittatum*, carrizo.

En los canales principales "acalotes" hay hidrofitas libremente flotadoras (Novelo, 1968), como *Eicchornia crassipes* huachinango *Hidrosmystria laevigata* amocillo, *Pistia stratiotes* lechuga de agua, *wolfia gladiata* chichicastle. En los canales que se encuentran entre las chinampas "apantle" línea que

divide el agua, atl = agua, pantle = línea divisoria, se encuentra *Berula erecta* berro de hoja, *Bidens atrea* acahual, *Hydrocotyle renunculoides* ombligo de venus, *Jaegeria billidiflora* margarita de agua, *Scirpus americanus* xacatule, *Thypha latifolia* tule ancho (es raro encontrarlo pero aún existe).

En las orillas de los canales se encuentran plantas como *Zantedeschia aethiopica* y asociaciones de *Ceratophyllum demersum*.

LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.



Mapa No. 1 (D.D.F., 1970)

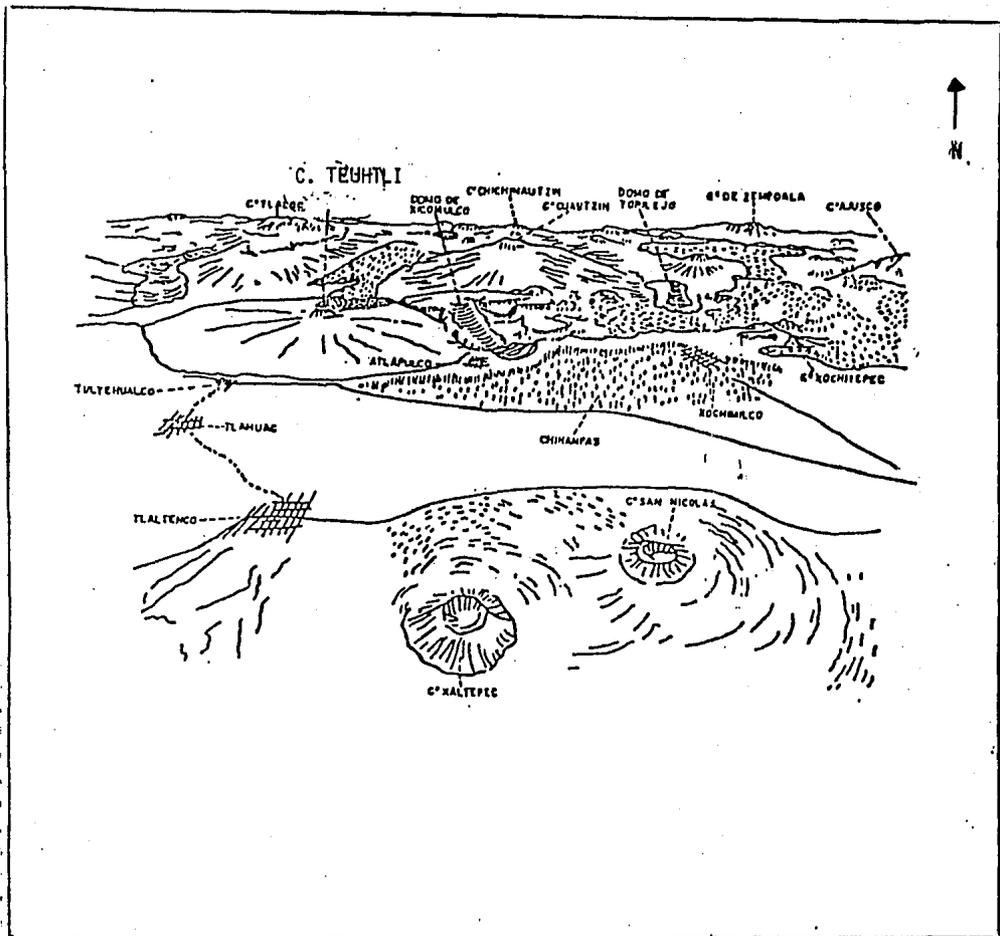


Fig. 1 Esquema orográfico del sur de la cuenca de México. (Mooser, 1962)

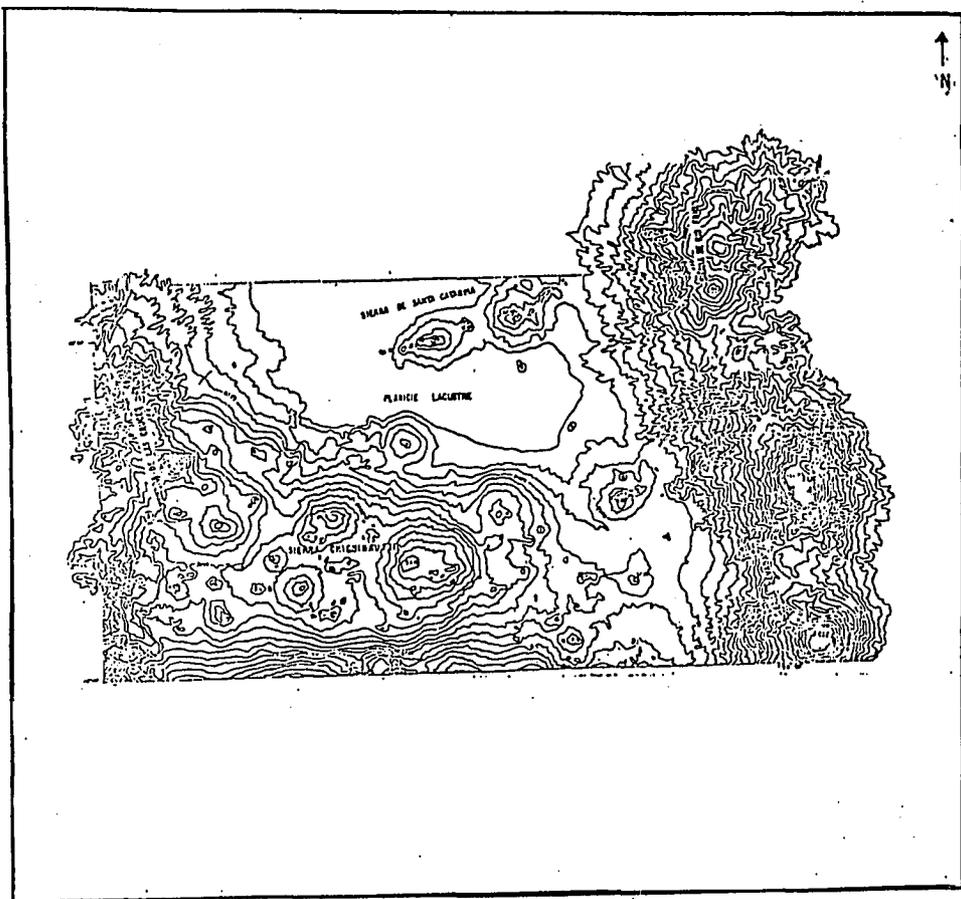


Fig. 2 Esquema orográfico de la porción sur de la cuenca de México.

Esc. 1:10,000

(Lugo, 1984)

Registro de Temperatura y Precipitación

Xochimilco, D.F.

	Est. No 18		Est. No 38	
	T C	P (mm)	T C	P (mm)
enero	11.2	10.6	12.0	7.4
febrero	12.5	5.3	13.2	9.0
marzo	14.7	3.0	16.1	14.9
abril	16.1	23.1	17.3	99.9
mayo	16.7	57.7	18.2	95.3
junio	17.5	94.3	18.7	173.5
julio	16.7	133.7	17.4	223.4
agosto	16.8	121.7	17.5	249.6
septiembre	16.0	87.8	17.5	257.1
octubre	15.0	63.1	16.4	103.1
noviembre	13.5	22.4	14.4	25.8
diciembre	11.6	4.7	12.6	12.0

Estación No. 18 Moyoguarda
 Estación No. 38 Xochimilco

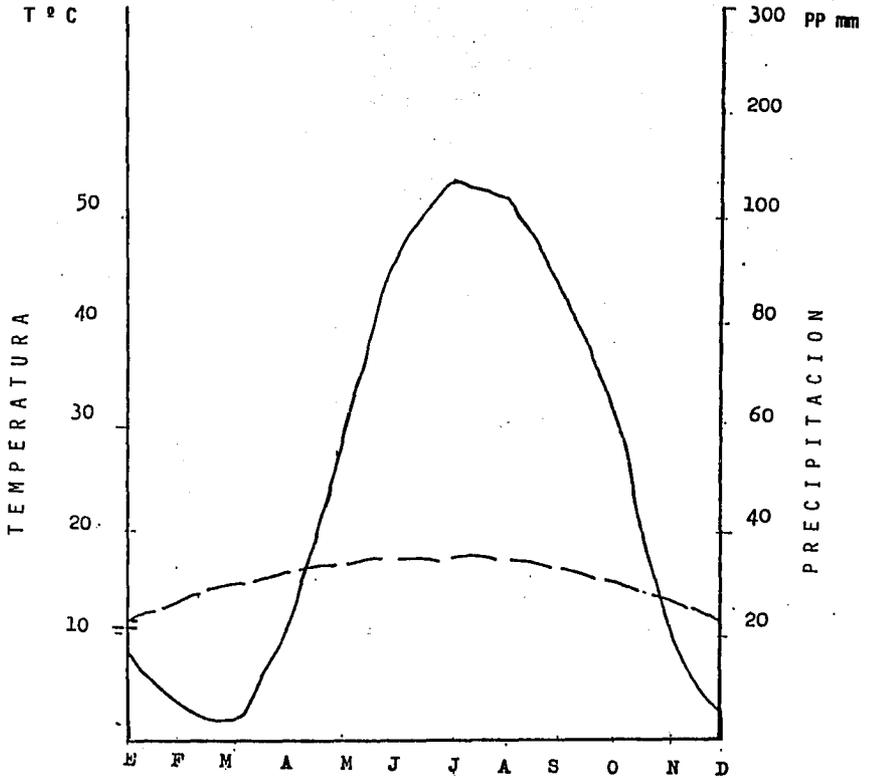


Fig. No. 3 CLIMOGRAMA DE LA ESTACION
 No. 018 "MOYOGUARDA"
 19°17' L.N. 99°06' L.W.

----- Temperatura (°C)
 - - - - - Precipitación pluvial (mm)

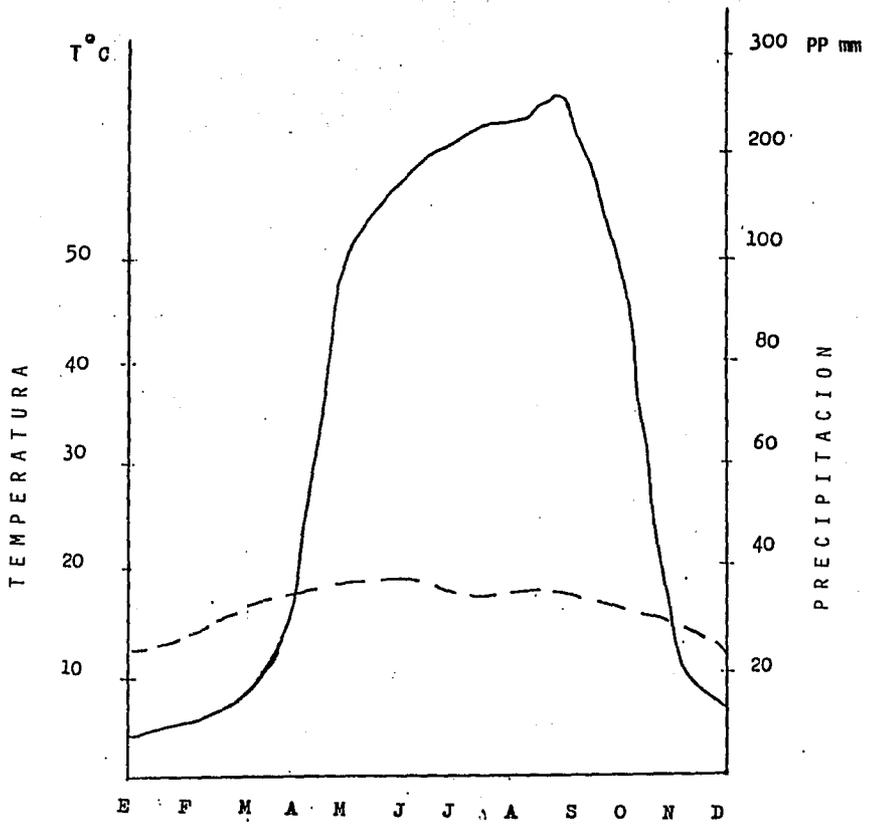
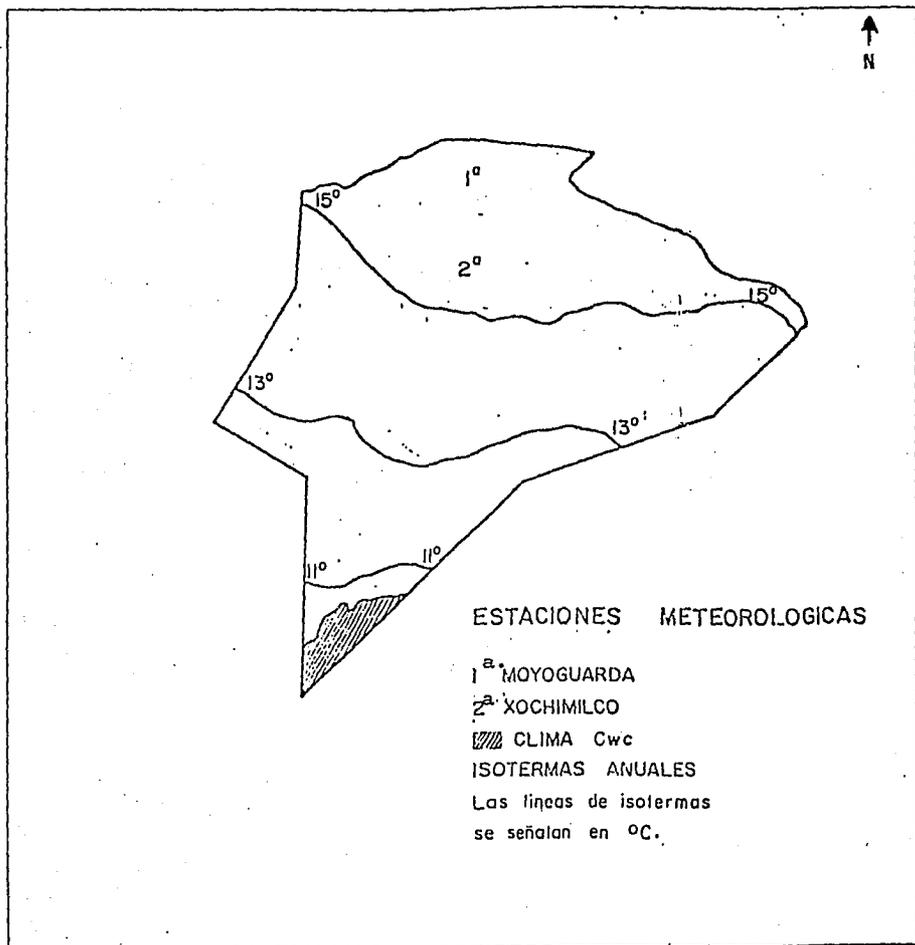


Fig. No. 4 CLIMOGRAMA DE LA ESTACION
 No. 038 "XOCHIMILCO"
 19°16' L.N. · 99°06' L.W.

----- Temperatura (°C)
 - - - - - Precipitación pluvial (mm)



Mapa 2

LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES MAS IMPORTANTES DE LA ZONA

(Mendoza, 1981)

Table No. 1 Resultados de los análisis químicos de las aguas de los canales de la Delegación Kochimilco, México, D.F.

Muestra	Lugar	R.A.S. mg/l	C.E. mmhos/cm	pH	T °C	DBO5	mg/l							
							Na+	Ca++	Mg++	NH ₄ ⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	PO ₄ ⁻
1	Canal San Luis Tlaxialtamalco	6.0	1.06	7.4	19.0		143.0	47.0	42.0	1.1	470.0	0.0	76.0	24.0
2	Canal San Luis Tlaxialtamalco	6.0	1.02	7.5	20.5	14.0	143.0	50.0	40.0	1.5	485.0	0.0	86.0	23.0
3	Canal San Luis Tlaxialtamalco	6.0	0.98	7.5	19.5		140.0	47.0	35.0	2.8	448.0	0.0	86.0	23.0
4	Canal Nacional (Culhuacán)		0.68	7.1	19.0	110.0	119.0	36.0	19.0	48.0	407.0	0.0	63.0	28.0
5	Canal Nacional (Ejido Coape)		0.75	7.1	19.0	98.0	127.0	38.0	21.0	49.0	363.0	41.0	68.0	25.0
6	Canal Nacional (Hoyoguarda)		0.75	7.2	19.0	85.0	109.0	36.0	37.0	48.0	393.0	21.0		30.0
7	Canal Nacional (Culhuacán)	6.6	1.05	7.4	12.0	86.0	161.0	47.0	42.0	3.2	506.0	22.0	94.0	28.0
8	Canal San Luis Tlaxialtamalco	6.5	1.02	7.6	12.0	69.0	155.0	46.0	50.0	2.6	449.0	37.0	96.0	27.0
9	Canal San Luis Tlaxialtamalco	7.5	1.00	7.4	14.0	64.0	163.0	45.0	43.0	2.8	365.0	80.0	96.0	24.0
10	Canal San Luis Tlaxialtamalco	6.8	1.10	7.4	12.0	64.0	163.0	38.0	49.0	3.2	447.0	44.0	99.0	26.0
11	Canal San Luis Tlaxialtamalco	5.8	1.10	7.5	13.0	74.0	165.0	47.0	44.0	3.0	449.0	37.0	96.0	28.0
12	Canal San Lorenzo		1.14	7.8	15.0	113.0	160.0	40.0	35.0	8.2	395.0	29.0	82.0	27.0
13	Canal Apatlaco		0.97	8.1	15.0	74.0	162.0	35.0	42.0	4.2	496.0	44.0	84.0	26.0
14	Canal Apatlaco		1.10	8.0	15.0	81.0	158.0	33.0	41.0	5.4	402.0	44.0	80.0	23.0
15	Canal San Lorenzo		1.10	8.0	15.0	81.0	162.0	39.0	34.0	8.0	387.0	51.0	77.0	27.0
16	Canal San Lorenzo		1.00	7.8	15.0	78.0	162.0	40.0	32.0	8.0	437.0	18.0	82.0	27.0
17	Planta de Tratamiento	4.5	0.79	7.4	19.0	75.0	96.0	33.0	19.0		250.0	0.0	56.0	33.0

Fuente: Balanzario, 1976.

23

V. MATERIAL Y METODO.

5.1. De Campo.

En diferentes chinampas de San Gregorio Atlapulco, se muestrearon 8 calicatas* cada 10 cm de profundidad.

La profundidad a las que se hicieron dichas calicatas estuvo condicionada por el nivel de la napa freática, las cuales se describen a continuación: calicata I (0-100 cm), calicata II (0-50 cm), calicata III (0-150 cm), calicata IV (0-200 cm) calicata V (0-70 cm), calicata VI (0-60 cm), calicata VII (0-200 cm) y calicata VIII (0-200 cm) mapa 3.

Para el muestreo de cada una de las calicatas, también se consideró: la pendiente del terreno, heterogeneidad del suelo, presencia de sales, así como el desarrollo de las plantas en esa zona y su ubicación respecto a los canales.

Una vez colectadas las muestras, se procedió a secarlas a temperatura ambiente, a continuación se tamizaron a través de una malla del número 10, de 0.64 mm de diámetro y abertura de 1.91 mm y posteriormente se procedió a realizar análisis físicos y químicos.

5.2. De Laboratorio.

5.2.1. Análisis Físicos.

Color en seco y húmedo, por comparación con la tabla de color de Munsell (Jackson, 1982).

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

Densidad aparente por el método de la probeta (Baver, 1956, citado por Jackson, *op cit.*).

Densidad real por el método del picnómetro (Baver, *op. cit.*)

Porcentaje de espacio poroso, por el cociente de la densidad aparente y densidad real, multiplicada por 100.

Textura por el método de Bouyoucos (1963).

5.2.2 Análisis Químicos.

pH en la relación 1:5 y 1:10 con agua destilada y solución de cloruro de potasio IN pH 7 empleando un potenciómetro Corning modelo 7.

Materia orgánica, por el método de Walkley y Black, modificado por Walkley (Jackson, *op.cit.*).

Capacidad de intercambio catiónico total por el método del Versenato (Jackson, *op cit.*).

Calcio y magnesio intercambiables y solubles por extracción de acetato de amonio IN pH 7 y valorado con EDTA 0.02 N (Cheng y Bray, 1951, citado por Jackson, *op cit.*).

Sodio y potasio intercambiables y solubles por flamometría (Jackson, *op. cit.*), para su determinación se emplea el Flamómetro Corning 400.

5.2.3. Análisis Físicos y Químicos de las Sales Solubles a Partir de la Pasta de Saturación.

Conductividad eléctrica, usando el conductímetro marca PHILIPS PW 9505, (Allison, 1949).

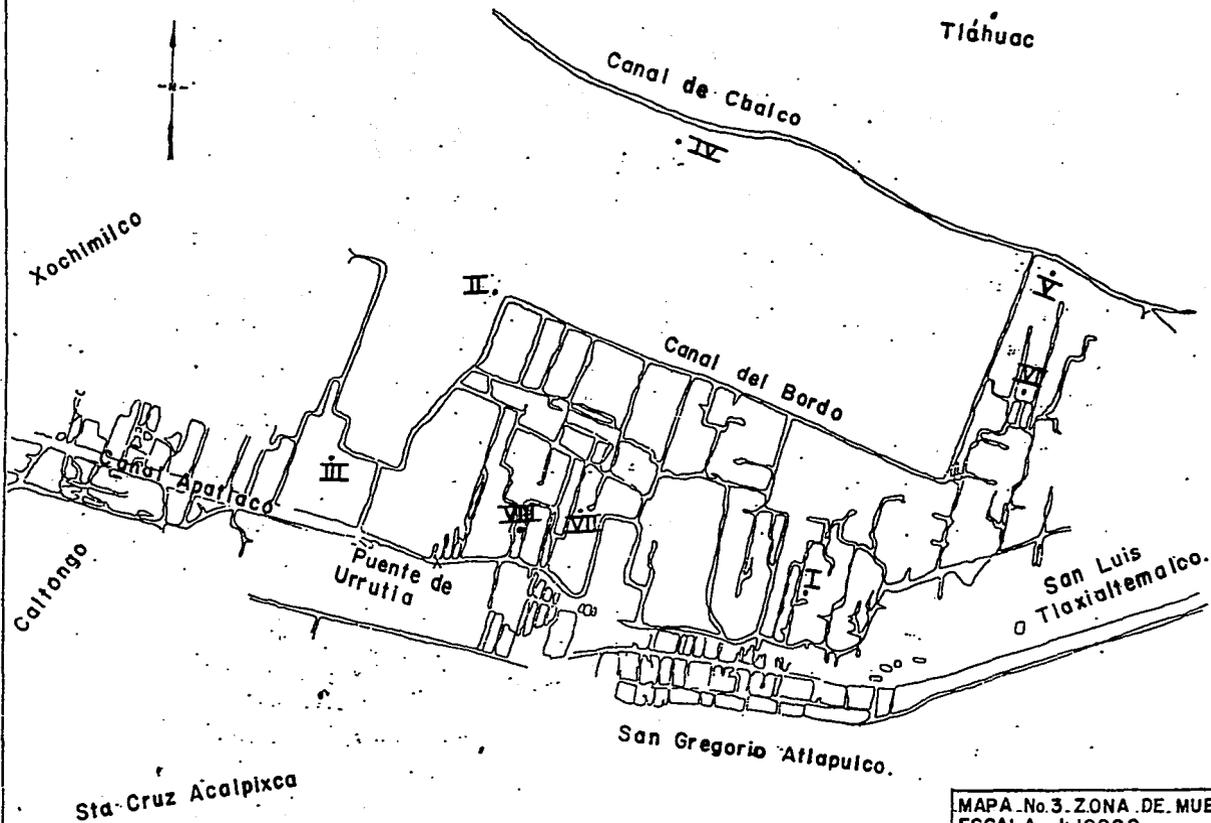
pH del extracto de la pasta de saturación con potenciómetro marca Corning modelo 7.

Carbonatos y bicarbonatos por el método volumétrico
(Reitemeir, 1943 , citado por Jackson, *op cit.*).

Cloruros, por el método de Mohr (1949).

Sulfatos por el método gravimétrico en forma de sulfato de
bario (Jackson, *op cit.*).

Porcentaje de sodio intercambiable (PSI; Allison, *op cit.*)



MAPA No. 3. ZONA DE MUESTREO
 ESCALA 1:10000
 LAB. DE EDAFOLOGIA
 FACULTAD DE CIENCIAS
 U.N.A.M.
 ABR. DE 1994.

VI. RESULTADOS.

Calicata I (0 - 100 cm).

En el cuadro 1 y gráfica 1 se observa que el color del suelo en seco es gris oscuro 10 YR 4/1 y en húmedo negro 10 YR 2/1.

La densidad aparente es de 0.8 g/cc, excepto en 60 a 70 y 90 a 100 cm que tiene 0.5 g/cc. La densidad real disminuye con la profundidad de 0 a 20 cm es de 1.9 g/cc; de 20 a 100 cm varía de 1.5 a 1.8 g/cc, los valores más altos de 1.7 g/cc están de 30 a 40 y 70 a 80 cm y de 1.8 g/cc de 60 a 70 cm.

Esta calicata presenta tres clases texturales, con predominio de migajón arcillo arenoso, se presenta en los niveles de 0 a 10 cm y de 20 a 80 cm, de 10 a 20 cm y de 80 a 90 cm es migajón arenoso y de 90 a 100 cm franco. El porcentaje de arena es alto, varía de 41.2 de 90 a 100 cm y de 71.2 de 80 a 90 cm; los porcentajes de arcillas van de 16.8 a 30.8 y los limos de 14 a 38, las gráficas indican discontinuidad a todo lo largo.

El pH con agua destilada en la relación 1:5 va de 8.1 a 9.1 moderadamente alcalino, el valor máximo se encuentra en la profundidad de 40 a 50 cm y el mínimo de 90 a 100 cm; en la relación 1:10 también es moderadamente alcalino excepto en las profundidades de 40 a 80 cm las cuales presentan pH fuertemente alcalino, el pH con KCl 1N pH 7 en relación 1:5 es moderadamente alcalino de 0 a 10 y de 40 a 70 cm, ligeramente alcalino de 10 a 40 y de 70 a 100 cm. En relación 1:10 es moderadamente alcalino de 0 a 60 y de 70 a 80 cm cambiando a

ligeramente alcalino de 80 a 70 y de 80 a 100 cm (según Ortiz, 1975).

El porcentaje de materia orgánica presenta valores de 0 a 10 cm de 12.0, de 10 a 40 cm de 8.0, de 40 a 80 cm de 8.6 a 8.0, de 80 a 70 cm 4.9, y de 70-100 cm de 8.0, 7.7, y 18 respectivamente.

La capacidad de intercambio catiónico total es muy alta, presenta un comportamiento semejante a la materia orgánica, de 0 a 10 cm 83.7 meq/100 g, con un valor máximo de 40 a 50 cm con 85.1 meq/g y disminuye de 80 a 100 cm con valor de 66.6 a 36.8 meq/100 g.

Los valores de Ca^{++} intercambiables más altos se encuentran de 30 a 40 cm con 94.7 meq/100 g. Los valores de Mg^{++} intercambiable van de 10.3 a 67.4 meq/100 g.

El porcentaje de Na^+ intercambiable varía de 26.1 a 63.4 meq/100 g el valor más alto esta en la profundidad 20 a 30 cm. El K^+ va de 0.9 a 3.2 meq/100 g.

Extracto de Pastas de Saturación.

Calicata I (0 - 100 cm).

Esta calicata presenta conductividades eléctricas que disminuyen con la profundidad, de 12.5 a 8.5 mmhos/cm de 0 a 50 cm y de 50 a 100 cm; de 7.4 a 3.0 mmhos/cm respectivamente.

El pH de 0 a 70 cm varía de 8.1 a 8.9 moderadamente alcalino; de 70 a 100 cm presenta valores de 7.8 y 7.9 siendo ligeramente alcalino (Ortiz, *op cit.*).

Las concentraciones de calcio soluble van de 21 a 23 meq/l de 0 a 30 cm, 16.8 a 14.7 meq/l de 30 a 80 cm, de 80 a 100 cm

con una mayor concentración 46.2 a 42 meq/l.

Las concentraciones de magnesio soluble presentan valores elevados de 0 a 50 cm con 86.9 a 30.0 meq/l y de 60 a 100 cm de 19.1 a 15.3 meq/l.

El sodio soluble presenta valores máximos hasta los 50 cm de profundidad de 106.4 a 63.0 meq/l y de 60 a 100 cm de 39.5 a 25.1 meq/l respectivamente.

Los valores de potasio son bajos y varían de 4.8 a 0.1 meq/l, los valores máximos se encuentran a los 30 cm y los mínimos de 70 a 100 cm.

Los carbonatos presentan concentraciones de 20 meq/l de 0 a 60 cm y de 60 a 100 cm no se encontraron.

Esta calicata presenta bicarbonatos en los niveles 0 a 20 cm y sus valores son 30 y 40 meq/l, sin embargo de 20 a 60 cm no se encontraron y de 70 a 100 cm los valores son de 10 meq/l.

Las concentraciones de cloruros más altas se presentan de 0 a 60 cm con 50 a 27 meq/l y de 70 a 100 cm con 14, 15 y 18 meq/l respectivamente.

Los sulfatos presentan concentraciones elevadas en los primeros 50 cm de 0 a 10 cm con 115.5 meq/l, de 10 a 60 cm de 77.9 a 27.5 meq/l, de 70 a 100 cm con valores de 12.5 a 17.9 meq/l.

Calicata II (0 - 50 cm).

El color del suelo es gris 10 YR 5/1 en seco y en húmedo gris oscuro 10 YR 3/1.

La densidad aparente es constante de 0.6 g/cc para todas

las profundidades. La densidad real presenta valores de 2.0 a 2.2 g/cc, el valor mínimo se encuentra de 10 a 20 cm y de 40 a 50 cm.

El porcentaje de arenas se encuentra alrededor de 40, las arcillas varían de 32 a 38 y los limos de 22 a 32 con una textura de migajón arcilloso.

La materia orgánica desciende conforme aumenta la profundidad, los valores más altos están de 0 a 20 cm con 17 y 18% respectivamente, de 20 a 50 cm los valores son de 4.9 a 3.8%.

El pH con agua destilada en la relación 1:5 de 0 a 10 cm es de 8.9 moderadamente alcalino y de 20 a 50 cm varía de 9.2 a 9.5, lo que significa que es fuertemente alcalino; en la relación 1:10 de 0 a 10 y de 20 a 40 cm son moderadamente alcalino con valores de 8.9 a 8.0, de 10 a 20 cm y de 40 a 50 cm el pH es fuertemente alcalino.

El pH con KCl varía de 8.0 a 8.9 siendo moderadamente alcalino.

Las capacidades de intercambio catiónico total son muy altas ya que van de 88.0 a 81.2 meq/100 g.

El calcio intercambiable de 0 a 20 cm se presenta de 36.8 a 34.7 meq/100 g, el valor máximo se encuentra de 20 a 30 cm con 47.4 meq/100 g.

El magnesio intercambiable de 0 a 30 cm presenta valores de 52.8 meq/100 g y disminuye de 30 a 50 cm con 49.5 y 41.0 meq/100 g respectivamente.

El valor más alto de sodio intercambiable está de 0 a 40

cm con 14.6 y 11.4 meq/100 g, disminuyendo al aumentar la profundidad, de 40 a 50 cm con 8 meq/100 g.

El potasio intercambiable de 0-30 cm se presenta de 2.6 a 2.2 meq/100 g y de 30-50 de 1.8 a 1.3 meq/100 g.

Extracto de Pastas de Saturación.

Calicata II (0 - 50 cm).

La conductividad eléctrica en esta calicata disminuye al aumentar la profundidad de 11.0 a 2.3 mmhos/cm.

El pH es moderadamente alcalino en todas las profundidades, sus valores varían de 8.1 a 8.9 y son mayores al aumentar la profundidad.

El valor máximo de Ca^{++} soluble se encuentra de 40 a 50 cm, con 69.3 meq/l, de 0 a 40 cm varía de 25.6 a 12.6 meq/l.

El Mg^{++} soluble va de 18.5 a 12.6 de 0 a 50 cm, el valor máximo es de 29.8 de 10 a 20 cm y el mínimo 5.4 de 20 a 30 cm.

El Na^+ soluble va de 85.2 a 16.5 meq/l y disminuye al aumentar la profundidad.

El K^+ soluble presenta concentraciones de 14.4 a 1.5 meq/l

No hay presencia de carbonatos por el método de (Reitemier, 1943), los bicarbonatos se presentan en concentraciones de 10 meq/l constantes para todas las profundidades.

Los cloruros de 52 a 11 meq/l, los valores más altos se encuentran de 0 a 30 cm con 52, 25 y 22 meq/l, el mínimo es de 11 meq/l de 30 a 50 cm.

Los valores más altos de sulfatos están de 0 a 20 cm con 84.8 meq/l, disminuyendo conforme aumenta la profundidad hasta

10.2 meq/l.

Calicata III (0 - 150 cm).

El color del suelo en seco es de 10 YR 5/1 gris de 0 a 30, 40 a 50 y de 70 a 90 cm, 10 YR 4/1 gris oscuro de 30 a 40, 50 a 70 y 130 a 150 cm, 10 YR 7/1 gris claro de 90 a 100 cm y 10 YR 6/1 gris de 110 a 120 cm; en húmedo 10 YR 3/1 gris muy oscuro de 0 a 90 y de 110 a 150 cm, 10 YR 5/1 gris de 90 a 100 cm.

Los valores de la densidad aparente varían de 0.5 a 0.6 g/cc. La densidad real varía de 1.5 a 1.9 g/cc, la cual se mantiene constante al aumentar la profundidad.

Las texturas que predominan son: migajón arcilloso de 0 a 10 cm, 20 a 50 cm y 70 a 90 cm; migajón arenoso de 50 a 60 cm, migajón arcillo arenoso de 60 a 70 y 110 a 130 cm, franco de 10 a 20 cm, 90 a 100 cm y 130 a 150 cm.

Los porcentajes de arenas varían de 38 a 59.2, las arcillas de 17.2 a 35.2 y los limos de 10 a 38.

El pH con agua destilada en la relación 1:5 de 0 a 20 cm es moderadamente alcalino de 8.8 a 8.3, de 30 a 60 cm ligeramente alcalino 7.9, de 70 a 90 cm 8.1 a 8.4; moderadamente alcalino de 100 a 120 cm moderadamente alcalino, de 90 a 100 cm fuertemente alcalino y de 9.1 en la profundidad de 130 a 150 cm.

El pH con KCl 1N pH 7 es moderada a ligeramente alcalino, los valores varían de 7.1 a 8.8 (Ortiz, 1975).

La materia orgánica varía de 2.0 a 23%; los valores más altos se presentan al aumentar la profundidad.

Las capacidades de intercambio catiónico total más altas se encuentran de 0 a 20 cm con 98.2 y 90.6 meq/100 g; de 20 a 30 cm con 88.7 meq/100 g, de 30 a 60 cm varía de 52.2 a 87.5, de 60 a 90 cm varía de 44.3 a 70.4; de 100 a 150 cm 48.4 a 95.3 meq/100 g.

El calcio intercambiable más alto está a los 20 cm con 42.1 meq/100 g y el mínimo a los 90 cm con 10.5 meq/100 g.

El magnesio intercambiable más alto está de 0 a 10 cm con 62.1 meq/100 g; de 10 a 100 cm sus valores varían de 48.4 a 10.5 meq/100 g; de 100 a 150 varían de 41.0 a 28.4 meq/100 g.

El sodio intercambiable afortunadamente es bajo, varía de 0.8 a 2.1 meq/100 g y para el potasio intercambiable de 0.5 a 1.8 meq/100 g.

Extracto de Pastas de Saturación.

Calicata III (0 - 150 cm).

La conductividad eléctrica de 0 a 40 cm varía de 17.5 a 11.5 mmhos/cm; de 40 a 90 cm varía de 9.8 a 5.5 mmhos/cm y de 100 a 150 cm de 6.0 a 5.2.

El pH de 0 a 50 cm es moderadamente alcalino con valores alrededor de 8.5; de 70 a 150 cm y 60-70 cm ligeramente alcalino con valores alrededor de 8.6 a 7.7.

El calcio soluble tiene concentraciones menores que el magnesio, los valores más altos en las superficies de 0 a 40 cm de 30.2 a 26.7 meq/l de 40 a 60 cm; desciende a 3.2 y 2.8 meq/l respectivamente y de 60 a 70 cm se encuentra entre 2.0 y 0.2 meq/l, de 90 a 150 va de 4.0 a 1.2 meq/l.

Las concentraciones de magnesio son muy heterogéneas, con

valores que van de 98.0 a 9.2 meq/l.

El sodio soluble está presente en mayor concentración en la superficie de 0 a 50 cm y varía de 123.0 a 60.4 meq/l y de 60 a 150 cm de 58.7 a 27.4 meq/l.

El potasio soluble es el elemento que está en concentraciones más bajas, sus valores varían de 14 a 0.1 meq/l.

Los cloruros se encuentran en mayor concentración de 0 a 40 cm con valores que van de 50 a 30 meq/l y de 40 a 150 cm varían de 47 a 11 meq/l.

Los valores de los sulfatos varían de 84.8 a 29.1 meq/l.

Calicata IV (0 - 200 cm).

Esta calicata tiene una profundidad de 200 cm, sin embargo, hasta los 170 cm el suelo era fácil de manejar, de 170 cm a 200 cm éste se encontraba muy compacto, había agregados grandes que hicieron difícil la toma de muestras, posteriormente se determinó el color que se indica en el cuadro 10.

De 0 a 60 cm el color en seco es 10 YR 4/1 y en húmedo 10 YR 3/1 gris muy oscuro. De 60-110 cm en seco es 10 YR 5/1 y en húmedo es 10 YR 2/1 negro. De 110-130 cm 10 YR 5/2 gris pardusco en seco y en húmedo 10 YR 2/1 negro. De 140-150 cm en seco 10 YR 5/3 pardo y en húmedo 10 YR 3/1 gris muy oscuro.

La densidad aparente de 0 a 70, 110 a 120 y 130 a 160 cm se mantiene en 0.6 g/cc, de 70 a 80 cm con 0.4 g/cc, de 80 a 110 y de 120 a 130 cm tiene 0.5 g/cc y de 160 a 170 cm 0.7

g/cc. Los valores de la densidad real se encuentran alrededor de 2.0 g/cc.

Las texturas son: franco, arcillo-arenoso y migajón arenoso; los porcentajes de arenas son altos, pues varían de 60.4 a 40.4, las arcillas de 31.6 a 5.6%, y los limos de 42.0 y 16.6%.

El pH con agua destilada es ligera y moderadamente alcalino, sus valores se encuentran entre 7.5 y 8.9; con KCl 1N pH:7 varían entre 7.3 y 8.7 los cuales pertenecen al grado de alcalinidad mencionado (Ortiz, *op cit.*).

El porcentaje de materia orgánica de 0 a 40 cm es de 6; de 40 a 70 cm de 3.4 a 1.8; de 70 a 110 cm se mantiene en 7.9 y de 120 a 170 cm varía de 4.6 a 3.8.

Las capacidades de intercambio catiónico total presentan valores muy elevados, que van de 83.5 a 9.7 meq/100 g. los valores más altos se encuentran en los primeros 30 cm.

Las concentraciones de calcio intercambiable son muy altas, pues van de 26.3 y 68.4 meq/100 g.

El magnesio también es alto de 41.3 a 3.1 meq/100 g y se caracteriza por tener valores heterogéneos a lo largo de la gráfica número 10.

El sodio intercambiable se encuentra en concentraciones que varían entre 8.2 y 5.9 meq/100 g; el potasio es muy bajo en relación a los otros, sus valores varían de 3.3 a 0.3 meq/100 g

Extracto de pasta de Saturación.

Calicata IV (0 - 200 cm).

La conductividad eléctrica en la profundidad 0 a 20 cm es

de 13.0 mmhos/cm; de 20 a 170 cm varía de 6.9 a 1.7 mmhos/cm.

El pH va de moderado a fuertemente alcalino, de 0 a 150 cm con valores de 8 a 8.8, de 150 a 170 cm varían de 9.0 a 9.7.

El contenido de calcio soluble de 0 a 100 cm varía de 3.0 a 0.8 meq/l; de 110 a 130 cm es más alto de 26 a 12 meq/l y de 130 a 170 cm varían de 9.2 a 4.0 meq/l.

El magnesio soluble presenta sus máximas concentraciones de 0 a 110 cm y de 120 a 170 cm con valores que van de 28.8 a 11 meq/l.

Las concentraciones del sodio soluble disminuyen con la profundidad y se encuentran dentro del rango 89.8 a 10.0 meq/l. De 0 a 20 cm el potasio es más alto, con 14 meq/l y de 30 a 170 cm de 0.1 y 0.3 meq/l.

Los bicarbonatos se presentan en concentraciones de 20 meq/l de 0 a 90 y de 100 a 120 cm, de 10 meq/l y de 120 a 170 cm no hay presencia de carbonatos.

Por el método de Reitamer (1949), los cloruros son más altos de 0 a 10 cm con 43 meq/l; el mínimo es de 11 meq/l a los 160 cm.

Los sulfatos más altos se encuentran en la superficie de 0 a 20 cm con 108.8 y 107.1 meq/l, de 30 a 170 cm varían entre 62.5 y 10.3 meq/l, disminuyendo conforme aumenta la profundidad.

Calicata V (0 - 70 cm).

El suelo de esta calicata presenta un color 10 YR 4/1 gris oscuro en seco y en húmedo 10 YR 2/1 negro.

La densidad aparente de 0 a 10 cm es 0.8 g/cc, de 10 a 20

cm es de 0.4 g/cc, de 30 a 50 y 60 a 70 cm es de 0.5 g/cc y de 50 a 60 cm 0.4 g/cc. La densidad real presenta valores entre 1.5 y 2.1 g/cc (estos no son constantes).

Las texturas son franca, migajón arcillo arenoso y migajón arenoso, los porcentajes de arena varían de 63.8 a 45.6, las arcillas de 36.4 a 10.0 y limos de 32.4 a 14.0.

El pH con agua destilada en la relación 1:5 varía de 7.6 a 8.1 (ligera y moderadamente alcalinos); en la relación 1:10 varía de 7.5 a 8.5 y es moderadamente alcalino, excepto de 50 a 60 cm que es ligeramente alcalino.

El pH con KCl 1N a pH7 en la relación 1:5 es ligeramente alcalino y en la relación 1:10 moderadamente alcalino hasta los 50 cm y ligeramente alcalino de 50 a 60 cm.

El porcentaje de materia orgánica de 0 a 30 cm presenta valores de 9.1, 7.7 y 9.6; de 30 a 40 cm de 7.9; de 40 a 50 hay un incremento a 16%, de 50 a 60 cm 7.8%, de 60 a 70 cm con 8.2.

Las capacidades de intercambio catiónico total presentan valores muy heterogéneos que varían entre 48.0 y 18.6 meq/100 g

Los valores de calcio intercambiable son muy elevadas y varían de 45.2 a 78.9 meq/100 g, hay discontinuidad de estos valores a lo largo de esta calicata.

El magnesio intercambiable con concentraciones bajas de 3.2 a 2.1 meq/100 g, excepto de 10 a 20 cm el cual presenta 26 meq/100 g.

El sodio intercambiable está en altas concentraciones de 0 a 30 cm con 14.0, 6.8 y 7.8 meq/100 g y disminuye a 3.7 de 40 a 50 cm, y de 50 a 70 cm con 3.5 y 3.0 meq/100 g.

El potasio intercambiable presenta concentraciones bajas que varían de 0.4 a 2.0 meq/100 g.

Calicata VI (0 - 60 cm).

En esta calicata el color del suelo en seco es de 10 YR 5/1 gris, 10 YR 4/1 gris oscuro, 10 YR 6/1 gris y en húmedo es de 10 YR 2/1 negro y 10 YR 3/1 gris muy oscuro.

La densidad aparente tiene valores que varían de 0.4 a 0.6 g/cc, el valor máximo se encuentra de 10 a 20 cm y el mínimo de 30 a 40 cm; de 0 a 10, 20 a 30 y 40 a 60 cm se mantiene en 0.5 g/cc. La densidad real con valores que van de 1.5 a 2.0g/cc.

Las texturas son de migajón arenoso, franca y migajón arcillo arenoso; el porcentaje de arenas varía entre 61.6 a 39.6, el de arcillas entre los 28.0 y 14.0 y el de los limos entre 24.4 y 20.4.

El pH con agua destilada es moderadamente alcalino de 0 a 20 cm y fuertemente alcalino de 30 a 60 cm. Con KCl 1N pH:7 es moderadamente alcalino excepto en las profundidades 20 a 30 y 40 a 50 cm que es fuertemente alcalino con un valor de 9.1.

La materia orgánica es más alta en las primeras profundidades y disminuye al aumentar la profundidad, estos valores varían de 4.6 a 10.9%.

La capacidad de intercambio catiónico total presenta concentraciones que van de 83.4 a 45.2 meq/100 g, el valor más alto se encuentra de 0 a 10, 10 a 30 con 82 y de 64.5 meq/100g; de 30 a 60 cm se encuentran alrededor de 45 meq/100 g.

El calcio intercambiable varía de 59.9 a 36.8 meq/100 g;

el magnesio va de 33.7 a 1.5 meq/100 g.

Los valores del sodio intercambiable son bajos y aumentan con la profundidad, sus valores se encuentran entre 8.5 y 4.2 meq/100 g.

El potasio intercambiable presenta valores bajos, los cuales se encuentran entre 3.8 y 1.0 meq/100 g.

El porcentaje de sodio intercambiable varía de 19.7 a 11.2.

Extracto de Pasta de Saturación.

Calicata VI (0 - 60 cm).

En esta calicata la conductividad eléctrica varía de 8.4 a 3.8 mmhos/cm, disminuyendo conforme aumenta la profundidad.

El pH es fuertemente alcalino de los 0 a 20 cm y moderadamente alcalino de 30 a 60 cm.

Los valores de calcio soluble disminuyen con la profundidad los cuales varían de 24.0 a 3.0 meq/l. El magnesio soluble es menor que el calcio y se comporta de manera similar a este, en la superficie alcanza valores de 48.0 a 28.0 meq/l y desciende de 30 a 60 cm con valores de 4.8 a 2.8 meq/l.

El sodio soluble presenta concentraciones mayores en la superficie, de 0 a 30 cm con 88.2 a 80.8 meq/l; de 30 a 50 cm de 52.2 a 50.1 meq/l y de 50 a 60 cm 68.3 meq/l. El potasio soluble es muy bajo de 0.5 a 0.1 meq/l.

No hay presencia de carbonatos (método de Reiteimer, 1943), los bicarbonatos de 0 a 20 cm con 20.0 meq/l y de 20 a 60 cm con 10 meq/l.

Los cloruros presentan valores heterogéneos, dentro del

rango de 33 a 12 meq/l.

Los sulfatos son mayores en la superficie y disminuyen con la profundidad, los cuales varían de 92.8 a 67.7 meq/l.

Calicata VII (0 - 200 cm).

En el cuadro 17 se observa que el color del suelo en seco es 10 YR 4/1 gris oscuro de 0 a 30, 100 a 120 y 130 a 140 cm; 10 YR 3/1 gris muy oscuro de 40 a 100 y 120 a 130 cm; 10 YR 5/1 gris de 110 a 120 y 150 a 160 cm; 10 YR 6/1 gris de 140 a 150 cm, 10 YR 5/2 pardo en 160 a 170 cm; 10 YR 4/3 pardo oscuro de 170 a 180 y 190 a 200 cm; 10 YR 4/3 pardo de 180 a 190 cm y en húmedo 10 YR 3/1 gris muy oscuro de 0 a 30, 100 a 120 y 140 a 160 cm; 10 YR 2/1 negro de 30 a 100, 120 a 140 y 160 a 200 cm.

La densidad aparente se encuentra entre 0.6 a 0.3 g/cc, este se presenta de 120 a 140 cm. La densidad real tiene valores que varían de 2.1 a 0.9 g/cc, el más alto se localiza en la superficie.

En esta calicata hay 5 clases de textura, predominando el franco de 0 a 50, 80 a 110, 120 a 170 y 180 a 190 cm, migajón arcillo arenoso de 50 a 70 cm, migajón arenoso de 70 a 80 cm, migajón limoso de 110 a 120 y 170 a 180 cm y arenoso de 190 a 200 cm.

El pH en la relación 1:5 con agua destilada varía de ligeramente alcalino a moderadamente ácido, el valor máximo es de 8.3 en los primeros 30 cm y el mínimo de 5.5 de 90 a 100 cm, el pH en la relación 1:10 con agua es 8.4 de 10 a 20 cm y el mínimo 5.7 a los 90 cm también varía de ligera a moderadamente

ácido (Ortiz, *op cit.*).

Con KCl 1N pH 7 relación 1:5 es ligeramente alcalino, ligera y moderadamente ácido, los valores varían de 5.8. a 8.3.

Los porcentajes de materia orgánica presentan valores heterogéneos que varían de 40.7 a 1.5.

La capacidad de intercambio catiónico total presenta valores que varían de 89.5 a 20 meq/100 g, el máximo se encuentra a los 120 cm y el mínimo a los 170 cm.

El contenido de calcio intercambiable de 0 a 90 cm varía de 46.3 a 30.9 meq/100 g; los valores altos están de 100 a 110 cm con 59.7 meq/100 g, de 120 a 200 cm hay disminución de estos contenidos y fluctúan de 36.1 a 9.3 meq/100 g de suelo.

El magnesio intercambiable presenta valores menores que el calcio, estos varían de 41.2 meq/100 g en los 70 a 80 cm y de 12.0 meq/100 g de 190 a 200 cm.

Las concentraciones de sodio intercambiable de 0 a 160 cm varían de 44.1 a 21.7 meq/100 g; de los 160 a 200 cm desciende a 0.1 meq/100 g, el valor máximo es de 44.1 meq/100 g de 0 a 10 cm.

El potasio intercambiable está en bajas concentraciones de 1.8 a 0.1 meq/100 g, el valor más alto se presenta de 0 a 10 cm.

Extracto de Pastas de Saturación.

Calicata VII (0 - 200 cm).

Esta calicata presenta una profundidad de 200 cm, solo se

obtuvo el extracto de pastas de saturación de 0 a 60 cm debido a que su pH va de ligera a moderadamente alcalino con 8.3 a 7.2, el resto tiende a la acidez con un pH de 6.8 a 5.5.

Presenta una conductividad eléctrica de 28.5 a 8.8 mmhos/cm.

El pH es moderadamente alcalino de 0 a 40 cm y fuertemente alcalino de 40 a 60 cm.

Los valores de calcio soluble son irregulares, de 0 a 10 cm con 21.0 meq/l, de 10 a 40 cm varía de 3.4 a 1.4 meq/l y de 40 a 60 cm con 2.4 meq/l.

Las concentraciones del magnesio soluble van de 1.8 a 14.6 meq/l este se localiza de 20 a 30 cm.

El contenido de sodio se encuentra dentro del rango 5.5 a 30.6, de 0 a 10 cm con 5.5 meq/l; de 10 a 30 cm 14.7 a 28.5 meq/l y de 30 a 60 cm con 30.6, 20.3 y 20.0 meq/l.

El potasio se mantiene constante a lo largo de la calicata con valores de 0.1 meq/l. De igual forma se comportan los carbonatos y bicarbonatos cuyos valores son de 20 meq/l y 10 meq/l respectivamente.

Los cloruros son bastante altos y varían de 45 a 11 meq/l. Los sulfatos presentan concentraciones altas de 0 a 10 cm, 174.7 y de 20 a 60 cm fluctúan de 56.5 a 47.0 meq/l.

Calicata VIII (0 - 200 cm).

Los colores en seco son 10 YR 4/1 gris oscuro y 10 YR 5/1 gris, en húmedo 10 YR 2/1 negro, 10 YR 3/1 gris muy oscuro y 10 YR 4/1 gris oscuro.

La densidad aparente presenta valores que varían de 0.8 a 0.4 g/cc. El valor más alto de la densidad real es de 2.0 g/cc y se presenta de 0 a 10 cm y el mínimo es de 1.2 g/cc de 10 a 20 cm.

Presenta texturas de migajón arcillo arenoso, migajón arenoso, arena migajonosa, arcilla arenosa, franco y migajón arcilloso, el porcentaje de arenas es de 70.8 a 26.8; arcillas de 35.2 a 7.2 y limos de 44.0 a 10.0.

El pH con agua destilada en la relación 1:5 varía de 7.5 a 6.2 y en la relación 1:10 varía de 7.6 a 6.1 siendo estos suelos ligeramente alcalinos y ligeramente ácidos. El pH con KCl 1N pH 7 en la relación 1:5 varía de 7.0 a 5.5 ligeramente alcalino y ligeramente ácido; y en la relación 1:10 7.2 a 5.5 moderadamente alcalino y ligera a moderadamente ácido.

Los porcentajes de materia orgánica son muy altos de 120 a 130 cm es de 38% y de 110 a 120 cm de 40%, el resto se encuentra entre el rango 11.1 a 40%.

La capacidad de intercambio catiónico total presenta valores de 79.4 a 60.0 meq/100 g.

El calcio intercambiable presenta concentraciones que varían de 49.0 a 15.0 meq/100 g, el máximo se encuentra de 150 a 160 cm y el mínimo a los 10 cm.

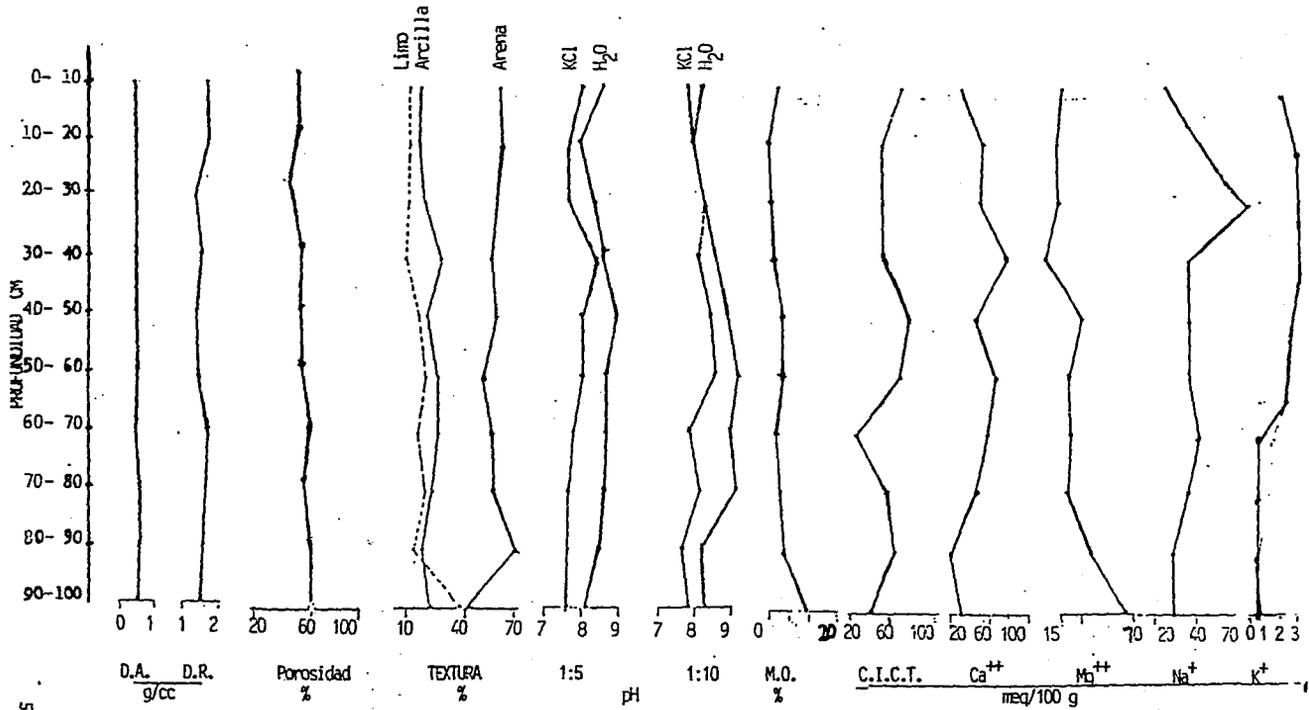
El magnesio intercambiable presenta altas concentraciones en forma heterogénea, variando de 70.0 a 8.0 meq/100 g.

Las concentraciones del sodio y potasio intercambiables son muy parecidas, el sodio va de 1.1 a 0.2 meq/100 g y el potasio de 0.9 a 0.1 meq/100 g.

Cuadro 1. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata I

Prof. cm	color		D.R. D.R. Poros.		Textura			pH agua 1:5	pH KCl 1:10	H.O	C	C.I.C.T.	Ca++	Mg++	Na+	K+			
	seco	humedo	g/cc	Z	arena Z	arcilla Z	limo Z										mg/100g		
0-10	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.6	1.9	67.0	65.2	20.8	14.0	8.9	8.5	8.3	8.1	12.0	6.9	83.7	54.7	29.5	27.2	2.6
10-20	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.6	1.9	67.0	67.2	19.8	14.0	8.2	8.2	7.9	8.2	6.0	3.5	60.2	76.8	23.2	55.7	3.2
20-30	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.6	1.5	59.0	61.2	20.8	19.0	8.6	8.5	7.9	8.5	6.0	3.5	60.9	68.4	26.3	63.4	3.0
30-40	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.6	1.7	66.5	59.2	30.8	10.0	8.8	8.8	7.9	8.3	6.0	3.5	60.1	94.7	10.5	37.7	3.0
40-50	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.6	1.5	62.4	61.2	20.8	19.0	9.1	9.0	8.7	8.6	8.6	4.9	85.1	61.0	38.9	37.5	2.2
50-60	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.6	1.5	61.6	53.2	26.8	20.0	8.8	9.3	8.1	8.2	8.0	4.6	70.5	78.9	21.0	37.5	2.2
60-70	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.5	1.8	71.1	59.2	26.8	14.0	8.8	9.0	8.2	7.9	4.9	2.8	24.4	68.4	26.3	41.3	0.9
70-80	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.6	1.7	62.2	59.2	22.8	18.0	8.7	9.2	7.9	8.2	6.0	3.5	59.8	54.7	18.9	34.0	0.9
80-90	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.6	1.6	66.4	71.2	16.8	12.0	8.5	8.2	7.7	7.7	7.7	4.5	66.6	26.3	43.7	26.1	0.9
90-100	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.5	1.5	66.4	41.2	20.8	38.0	8.1	8.3	7.6	7.8	18.0	10.4	36.8	23.9	67.4	27.2	0.9

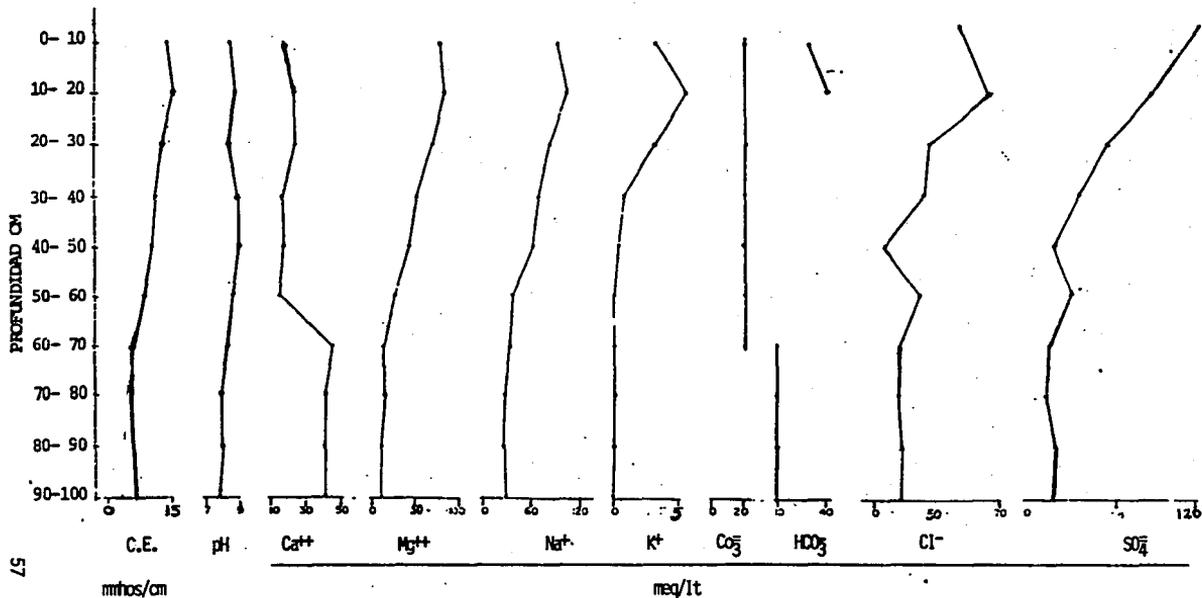
GRAFICA 1. Resultados de algunos análisis físico-químicos de la Calicata I. San Gregorio Atlapulco.



Cuadro 2
Extracto de la Pasta de Saturación
Calicata I

Prof. cm	C.E. mmhos/cm	pH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃	Cl ⁻	SO ₄ ⁼
meq/l										
0-10	12.5	8.3	21.0	86.9	89.4	2.3	20.0	30.0	50.0	115.6
10-20	14.0	8.6	23.0	97.4	106.4	4.5	20.0	40.0	68.0	77.9
20-30	11.0	8.1	23.0	78.9	80.3	2.0	20.0	00.0	32.0	49.7
30-40	9.0	8.9	16.8	60.9	66.3	0.7	20.0	00.0	30.0	31.7
40-50	8.5	8.9	16.8	57.1	63.0	0.4	20.0	00.0	26.0	15.4
50-60	7.4	8.0	14.7	30.0	39.5	0.1	20.0	00.0	27.0	27.5
60-70	4.0	8.1	46.2	19.1	31.5	0.2	0.0	10.0	15.0	12.5
70-80	3.4	7.8	42.0	18.5	25.5	0.1	0.0	10.0	14.0	11.8
80-90	3.2	7.9	42.0	15.3	25.1	0.1	0.0	10.0	16.0	12.5
90-100	3.0	7.8	42.0	15.3	25.1	0.1	0.0	10.0	16.0	17.9

GRAFICA 2. Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata I. San Gregorio Atlapulco



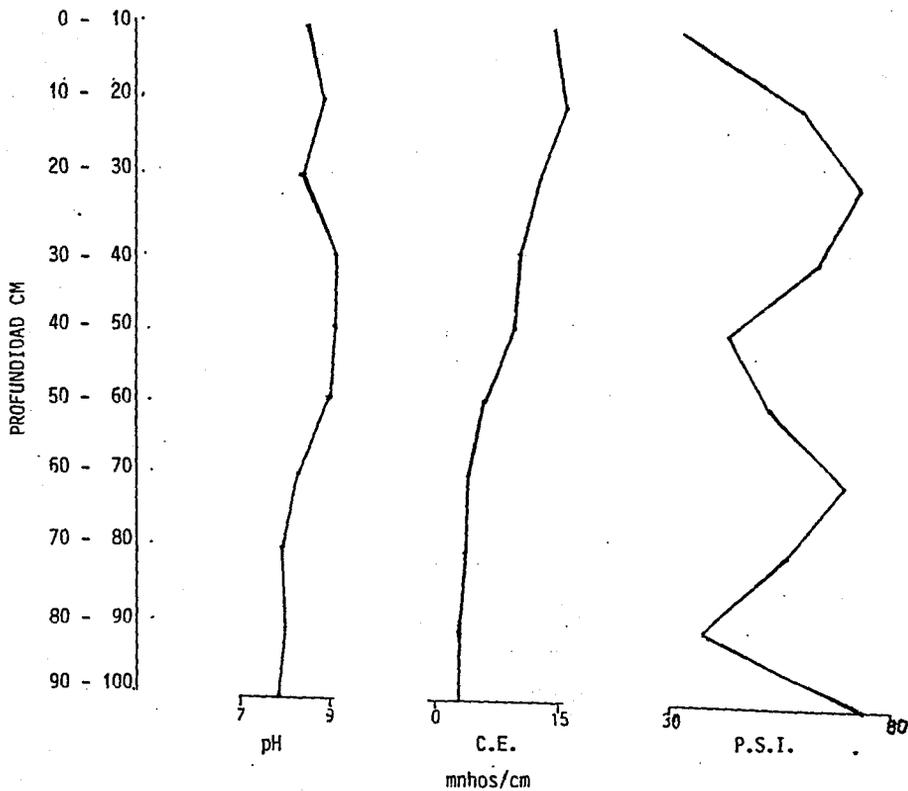
Cuadro 3

Clasificación Salino - Sódica Calicata I

Prof. cm	pH	C.E. mmhos/cm	P.S.I.	Clasificación
0-10	8.3	12.5	32.4	salino-sódico
10-20	8.6	14.0	59.3	salino-sódico
20-30	8.1	11.0	71.2	salino-sódico
30-40	8.9	9.0	62.7	salino-sódico
40-50	8.9	8.5	44.0	salino-sódico
50-60	8.8	5.4	53.4	salino-sódico
60-70	8.1	4.0	69.2	salino-sódico
70-80	7.8	3.4	56.8	salino-sódico
80-90	7.9	3.2	39.2	salino-sódico
90-100	7.8	3.0	73.2	salino-sódico

Clasificación según Allison (1982).

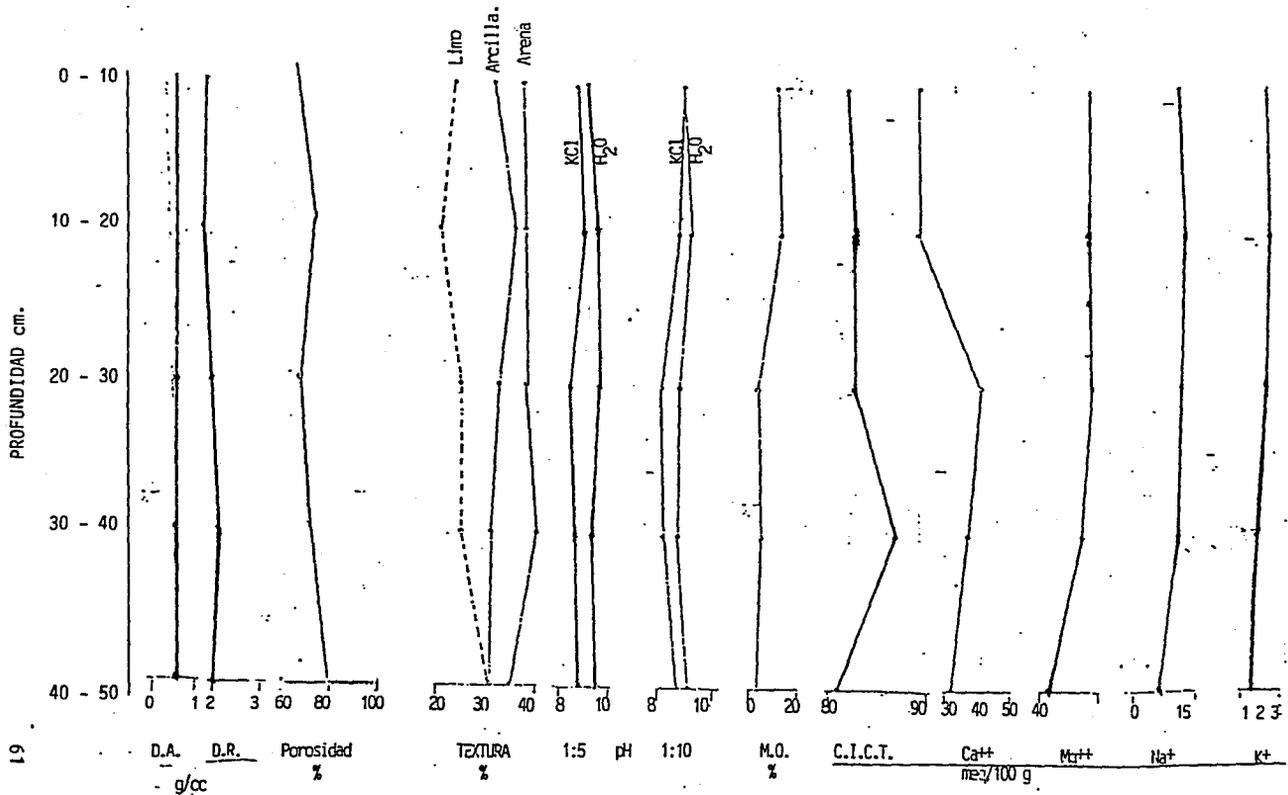
GRAFICA 3. Clasificación Salino-Sódica de la Calicata I. San Gregorio Atlapulco



Cuadro 4. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata II

Prof. cm	color		D.A. D.R. Poros.			Textura			pH agua		pH KCl		M.O		C.I.C.T.	Ca++	Mg++	Na+	K+
	seco	húmedo	g/cc	%	arena %	arcilla %	limo %	1:5	1:10	1:5	1:10	%	%	neg/100g					
0-10	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.6	2.1	71.4	40.0	34.0	26.0	8.9	8.9	8.5	8.9	17.0	9.7	88.0	36.8	52.6	14.6	2.6
10-20	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.6	2.0	79.3	40.0	38.0	22.0	9.5	9.3	8.8	8.8	16.2	9.4	88.0	34.7	52.6	14.7	2.7
20-30	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.6	2.1	71.4	40.0	34.0	26.0	9.5	8.8	8.3	8.0	4.9	2.8	87.0	47.4	52.6	12.8	2.2
30-40	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.6	2.2	72.7	42.0	32.0	26.0	9.2	8.8	8.5	8.2	4.5	2.6	95.0	40.0	49.5	11.4	1.8
40-50	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.6	2.0	79.3	36.0	32.0	32.0	9.4	9.3	8.8	8.8	3.8	2.2	81.2	30.6	41.0	6.0	1.3

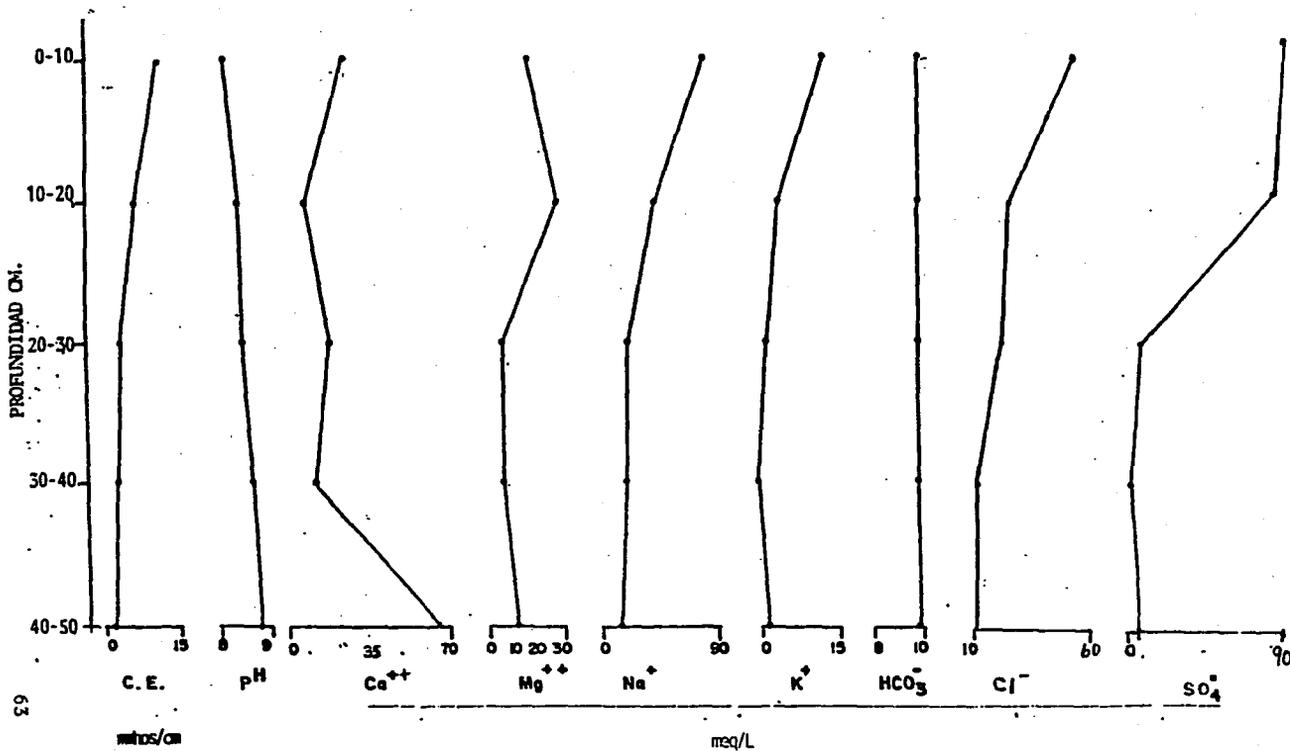
GRAFICA 4. Resultados de algunos análisis físico-químicos de la Calicata II.
San Gregorio, Atlapulco



Cuadro 5
 Extracto de la Pasta de Saturación
 Calicata II

Prof. cm	C.E. mmhos/cm	pH	meq/l							
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼
0-10	11.0	8.1	25.6	18.5	85.2	14.4	0.0	10.0	52.0	84.8
10-20	6.7	8.4	17.6	29.8	47.3	4.8	0.0	10.0	25.0	83.1
20-30	3.2	8.5	19.9	5.4	22.6	1.0	0.0	10.0	22.0	12.8
30-40	2.7	8.7	12.6	7.5	21.9	1.5	0.0	10.0	11.0	11.5
40-50	2.3	8.9	69.3	12.6	16.5	1.5	0.0	10.0	11.0	10.2

GRAFICA 5. Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata II. San Gregorio, Atlapulco



Cuadro 6

Clasificación Salino - Sódica

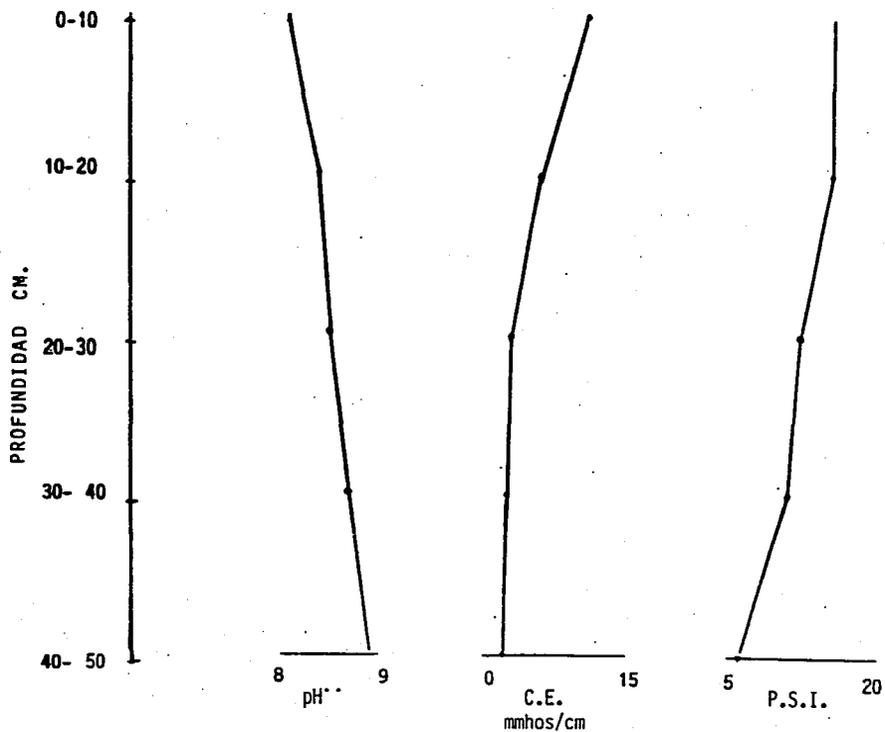
Calicata II

Prof. cm	pH	C.E. mmhos/cm	P.S.I.	Clasificación
0-10	8.1	11.0	16.5	*salino-sódico
10-20	8.4	6.7	16.7	*salino-sódico
20-30	8.5	3.2	14.7	**ligeramente salino
30-40	8.7	2.7	12.0	**ligeramente salino
40-50	8.9	2.3	7.4	**ligeramente salino

* Clasificación según Allison (1982).

** Clasificación según Pizarro (1983).

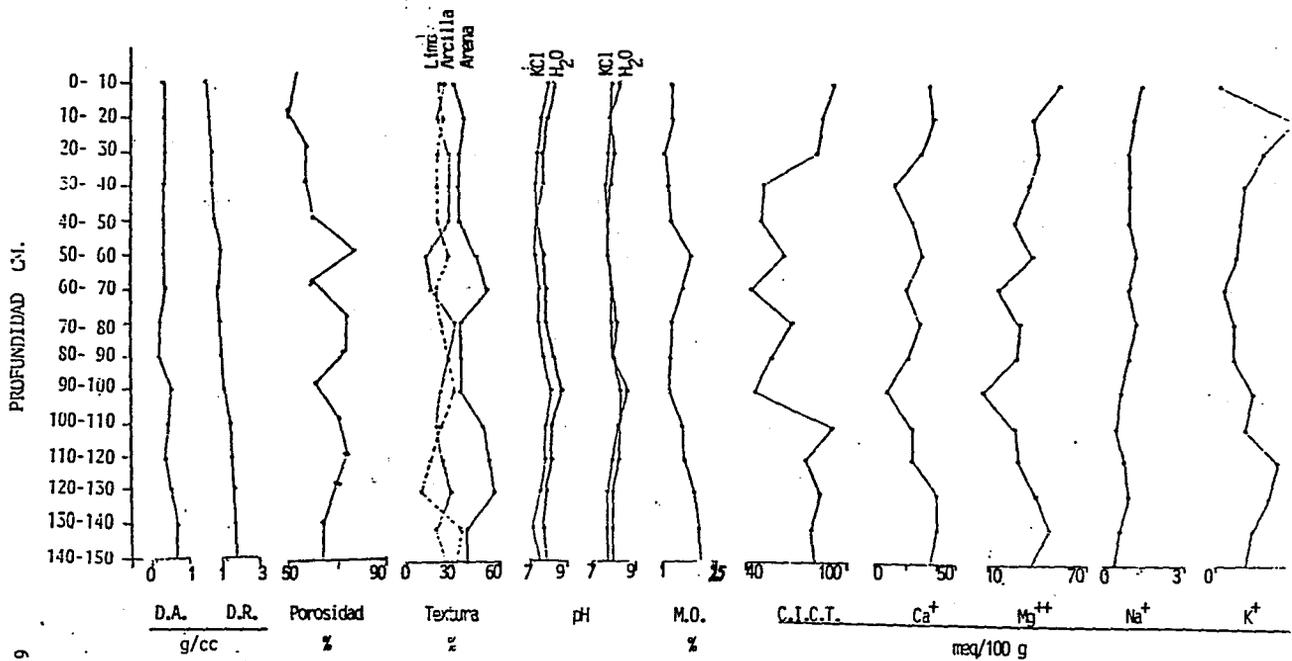
GRAFICA 6. Clasificación Salino-Sódica de la Calicata II. San Gregorio, Atlapulco.



Cuadro 7. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicete III

Prof. cm	color		D.A. D.R. Poros.		Textura			pH agua		pH KCl		N.O		C.I.C.T.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	
	seco	húmedo	g/cc	%	arena	arcilla	limo	1:5	1:10	1:5	1:10	%	%						
0-10	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.6	1.5	60.7	32.0	32.0	30.0	8.3	8.6	8.2	8.1	8.2	4.8	93.2	41.1	52.1	2.1	0.0
10-20	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.6	1.5	58.7	14.0	14.0	30.0	8.3	8.1	7.8	8.0	8.0	4.6	90.6	42.1	45.3	1.8	3.0
20-30	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.6	1.6	65.0	40.0	34.0	26.0	7.9	8.3	7.5	8.0	2.0	1.2	88.7	34.7	48.4	1.6	2.0
30-40	10VR4/1 gris osc	10VR3/1 gris muy osc	0.6	1.6	64.0	40.0	34.0	26.0	7.9	8.0	7.4	7.8	5.0	2.9	54.6	17.9	42.1	1.6	1.3
40-50	10VR3/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.5	1.5	66.0	40.0	34.0	26.0	7.5	7.9	7.4	7.8	6.3	3.6	52.2	27.4	32.6	1.6	1.1
50-60	10VR4/1 gris osc	10VR3/1 gris muy osc	0.5	3.0	83.4	50.8	17.2	32.0	7.9	7.8	7.3	7.9	18.3	10.6	67.5	34.7	44.2	1.8	0.9
60-70	10VR4/1 gris osc	10VR3/1 gris muy osc	0.5	1.5	66.0	56.8	21.2	22.0	7.9	8.1	7.6	8.0	13.6	7.8	44.3	22.1	20.0	1.5	0.5
70-80	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.3	1.6	79.4	38.8	35.2	26.0	8.1	8.3	7.5	8.1	6.0	3.5	70.4	33.6	34.7	1.7	0.8
80-90	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.3	1.5	77.0	38.8	31.2	30.0	8.4	8.3	7.9	8.3	4.8	2.8	59.3	25.3	32.6	1.5	0.0
90-100	10VR7/1	10VR6/1	0.6	1.6	65.0	38.8	25.2	36.0	9.1	8.9	8.3	8.8	5.3	3.1	48.4	10.5	10.5	1.2	1.3
100-110	10VR6/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.5	1.9	72.7	52.8	23.2	24.0	8.3	8.4	8.0	8.4	12.6	7.3	95.3	26.3	28.4	1.0	1.1
110-120	10VR6/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.4	1.8	76.0	56.8	25.2	18.0	8.3	8.4	7.9	8.1	13.0	7.5	79.8	26.3	29.4	1.2	2.1
120-130	10VR4/1 gris osc	10VR3/1 gris muy osc	0.5	1.8	72.3	59.2	30.8	10.0	7.8	7.9	7.7	7.8	19.1	11.1	85.3	40.0	41.0	1.3	1.8
130-140	10VR4/1 gris osc	10VR3/1 gris muy osc	0.6	1.7	67.0	41.2	20.8	39.0	7.8	7.9	7.1	7.8	22.5	13.1	80.0	40.0	48.4	1.0	1.3
140-150	10VR4/1 gris osc	10VR3/1 gris muy osc	0.6	1.6	65.0	40.0	25.0	35.0	7.8	7.9	7.3	7.7	23.0	13.3	82.0	38.9	36.8	0.8	0.9

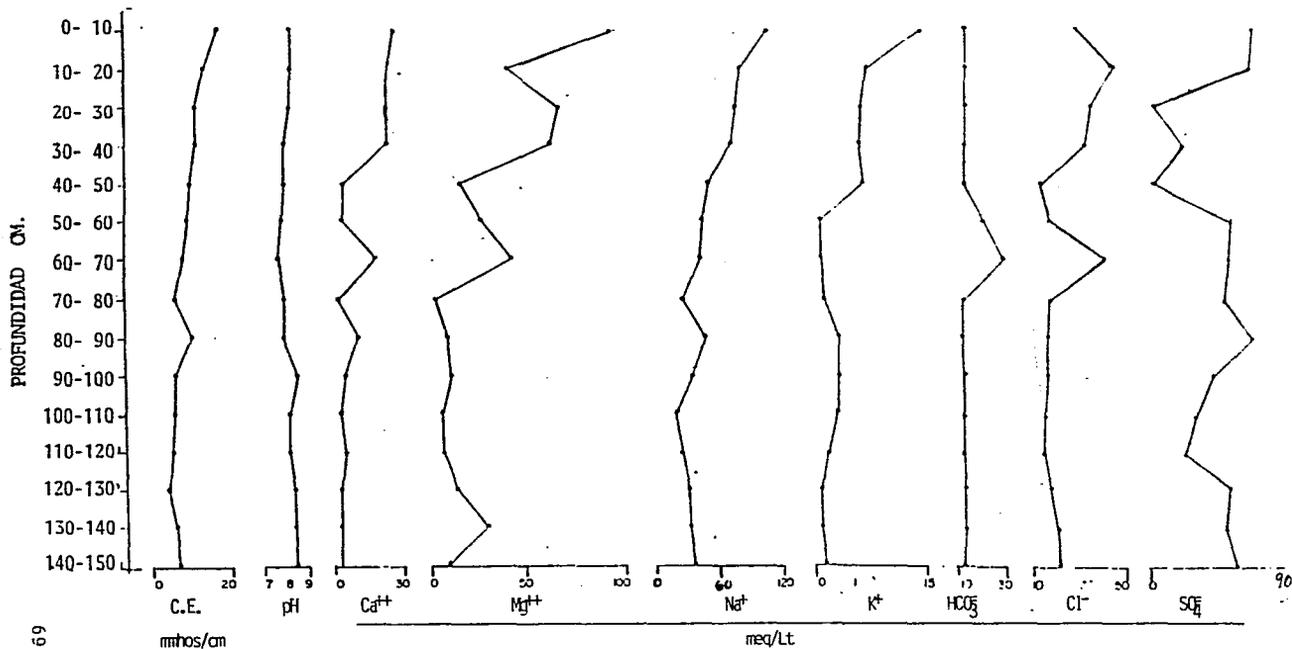
GRAFICA 7. Resultados de algunos análisis físico-químicos de la Calicata III
San Gregorio, Atlapulco



Cuadro 8
Extracto de la Pásta de Saturación
Calicata III

Prof. cm	C.E. mmhos/cm	pH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻
meq/l										
0-10	17.5	8.5	30.2	98.0	123.0	14.0	0.0	10.0	30.0	84.8
10-20	13.5	8.4	26.7	42.0	99.9	4.7	0.0	10.0	50.0	83.1
20-30	11.5	8.3	26.0	70.2	87.6	3.3	0.0	10.0	37.0	85.6
30-40	11.5	8.1	27.6	66.4	85.2	2.6	0.0	10.0	35.0	69.3
40-50	9.8	8.1	3.2	16.4	60.4	3.3	0.0	10.0	11.0	58.6
50-60	9.0	7.9	2.8	28.8	54.5	0.1	0.0	20.0	15.0	63.0
60-70	8.4	7.7	2.0	45.6	53.3	0.1	0.0	30.0	47.0	57.0
70-80	5.7	8.1	0.2	23.8	36.9	0.2	0.0	10.0	16.0	56.6
80-90	5.5	8.0	3.4	10.6	58.7	0.6	0.0	10.0	15.0	83.0
90-100	5.2	8.8	3.4	11.6	46.6	0.6	0.0	10.0	15.0	51.4
100-110	5.9	8.3	1.2	6.6	27.4	0.6	0.0	10.0	13.0	35.1
110-120	5.3	8.3	4.0	5.6	29.1	0.3	0.0	10.0	13.0	29.1
120-130	4.8	8.5	1.6	13.4	41.2	0.1	0.0	10.0	16.0	65.1
130-140	5.6	8.6	1.8	30.2	42.7	0.1	0.0	10.0	19.0	63.4
140-150	6.0	8.6	1.8	9.2	47.8	0.2	0.0	10.0	21.0	77.1

GRAFICA 8. Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata III. San Gregorio, Atlapulco



Cuadro 9

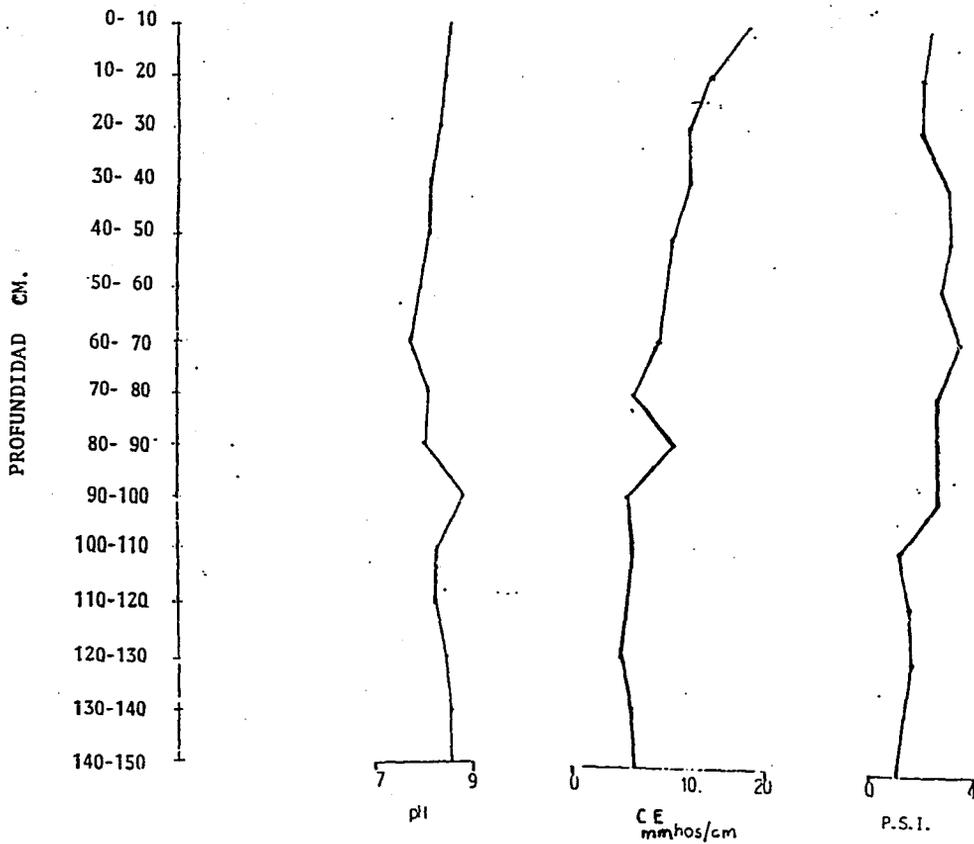
Clasificación Salino - Sódica

Calicata III

Prof. cm	pH	C.E. mmhos/cm	P.S.I.	Clasificación
0-10	8.5	17.5	21	fuertemente salino
10-20	8.4	13.5	1.9	fuertemente salino
20-30	8.3	11.5	1.8	fuertemente salino
30-40	8.1	11.5	2.9	fuertemente salino
40-50	8.1	9.8	3.0	fuertemente salino
50-60	7.9	8.0	2.6	fuertemente salino
60-70	7.7	8.4	3.4	fuertemente salino
70-80	8.1	5.7	2.4	medianamente salino
80-90	8.0	10.0	2.5	medianamente salino
90-100	8.8	5.2	2.5	medianamente salino
100-110	8.3	5.9	1.0	medianamente salino
110-120	8.3	5.3	1.5	medianamente salino
120-130	8.5	4.8	1.5	medianamente salino
130-140	8.6	5.6	1.2	medianamente salino
140-150	8.6	6.0	0.9	medianamente salino

Clasificación según Pizarro (1983).

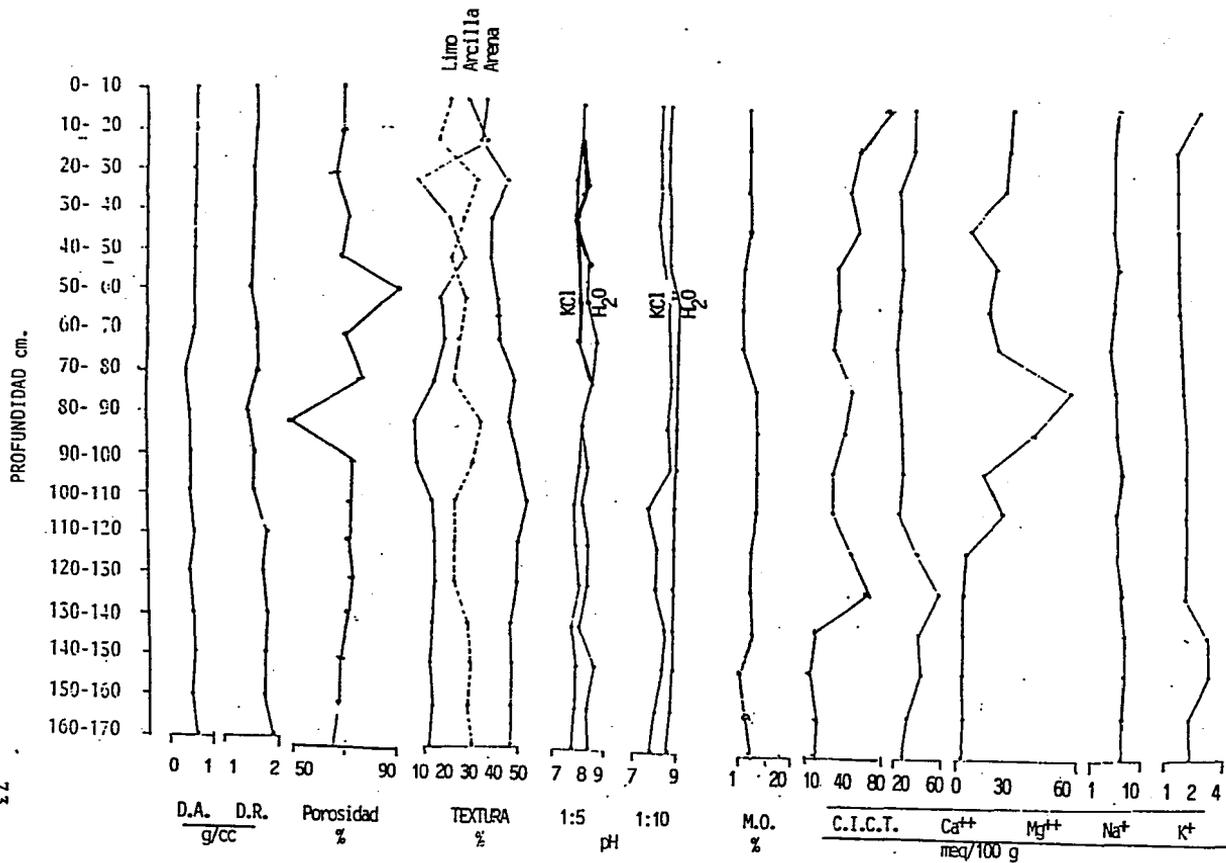
GRAFICA 9. Clasificación Salino-Sódica de la Calicata III. San Gregorio, Atlapulco



Cuadro 10. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata IV

Prof. cm	color		D.R D.R. Poros.			Textura			pH agua		pH KCl		H.O		C.I.C.T.	Ca++	Mg++	Na+	K+
	seco	humedo	g/cc	Z	arena Z	arcilla Z	lino Z	1:5	1:10	1:5	1:10	%	C						
0-10	10VR4/1	10VR3/1	0.6	2.1	71.0	42.2	34.0	23.6	7.5	7.8	7.5	7.5	6.0	3.5	83.5	48.1	33.7	8.2	3.3
	gris osc	gris muy osc				franco													
10-20	10VR4/1	10VR3/1	0.6	2.1	71.0	40.4	42.0	17.6	7.5	7.7	7.4	7.5	6.0	3.5	82.2	47.1	31.6	7.6	0.3
	gris osc	gris muy osc				franco													
20-30	10VR4/1	10VR3/1	0.6	2.0	69.0	54.4	6.0	39.6	7.7	7.9	7.3	7.6	6.0	3.5	70.2	32.7	39.5	7.6	0.3
	gris osc	gris muy osc				arcillo arenoso													
30-40	10VR4/1	10VR3/1	0.6	2.0	71.5	46.4	23.6	30.0	7.1	8.0	7.3	7.6	4.1	2.4	55.5	34.7	12.6	7.6	0.3
	gris osc	gris muy osc				franco													
40-50	10VR4/1	10VR3/1	0.6	1.8	69.0	44.4	31.6	24.0	7.9	8.2	7.6	7.9	3.4	2.0	50.2	35.8	25.3	8.2	0.3
	gris osc	gris muy osc				nigajón arcillo arenoso													
50-60	10VR4/1	10VR3/1	0.6	2.3	91.0	48.4	19.6	32.0	8.0	8.7	7.8	8.3	1.5	1.9	52.2	30.5	20.0	7.6	0.3
	gris osc	gris muy osc				franco													
60-70	10VR5/1	10VR2/1	0.6	2.0	71.0	50.4	21.6	28.0	8.6	8.7	7.7	8.3	1.5	0.8	45.8	27.4	24.2	5.9	0.4
	gris	negro				franco													
70-80	10VR5/1	10VR2/1	0.4	2.0	79.0	53.4	15.6	26.0	8.5	8.7	8.4	8.5	7.9	4.6	60.4	34.7	60.0	7.6	0.4
	gris	negro				nigajón arenoso													
80-90	10VR5/1	10VR2/1	0.5	1.9	50.0	54.4	5.6	40.0	8.0	8.7	8.0	8.3	7.9	4.6	59.0	32.6	41.1	7.6	0.6
	gris	negro				nigajón arenoso													
90-100	10VR5/1	10VR2/1	0.5	1.8	73.0	58.4	5.6	36.0	8.3	8.8	8.0	8.6	7.9	4.6	39.9	33.7	17.9	8.2	0.6
	gris	negro				nigajón arenoso													
100-110	10VR5/1	10VR2/1	0.5	1.8	73.0	60.4	13.6	26.0	8.1	8.8	7.9	7.5	7.9	4.6	40.5	26.3	26.3	7.6	0.5
	gris	negro				nigajón arenoso													
110-120	10VR5/2	10VR2/1	0.6	2.1	72.0	58.4	15.6	20.0	8.4	8.7	7.9	7.9	4.1	2.4	65.5	43.2	9.5	7.1	0.4
	gris pardus	negro				nigajón arenoso													
120-130	10VR5/2	10VR2/1	0.5	2.0	74.0	58.4	15.6	26.0	8.5	8.7	7.9	7.9	4.6	2.6	76.6	68.4	8.4	8.1	0.4
	gris pardus	negro				nigajón arenoso													
130-140	10VR5/2	10VR2/1	0.6	2.1	72.0	54.4	13.6	32.0	8.1	8.7	8.5	8.5	4.2	2.4	12.0	47.4	5.3	8.0	3.2
	gris pardus	negro				nigajón arenoso													
140-150	10VR5/3	10VR3/1	0.6	2.0	69.5	54.4	11.6	34.0	8.9	8.8	8.3	8.3	3.8	2.2	10.5	43.2	4.2	8.0	3.2
	castaño	gris muy osc				nigajón arenoso													
150-160	10VR5/3	10VR3/1	0.6	2.0	69.0	54.4	13.6	32.0	8.5	8.8	8.0	8.0	4.6	2.6	13.0	32.6	4.2	7.6	0.5
	castaño	gris muy osc				nigajón arenoso													
160-170	10VR5/3	10VR3/1	0.7	2.2	66.0	54.4	11.6	34.0	8.7	8.6	7.8	7.8	4.2	2.4	9.7	24.2	3.1	7.6	0.5
	castaño	gris muy osc				nigajón arenoso													

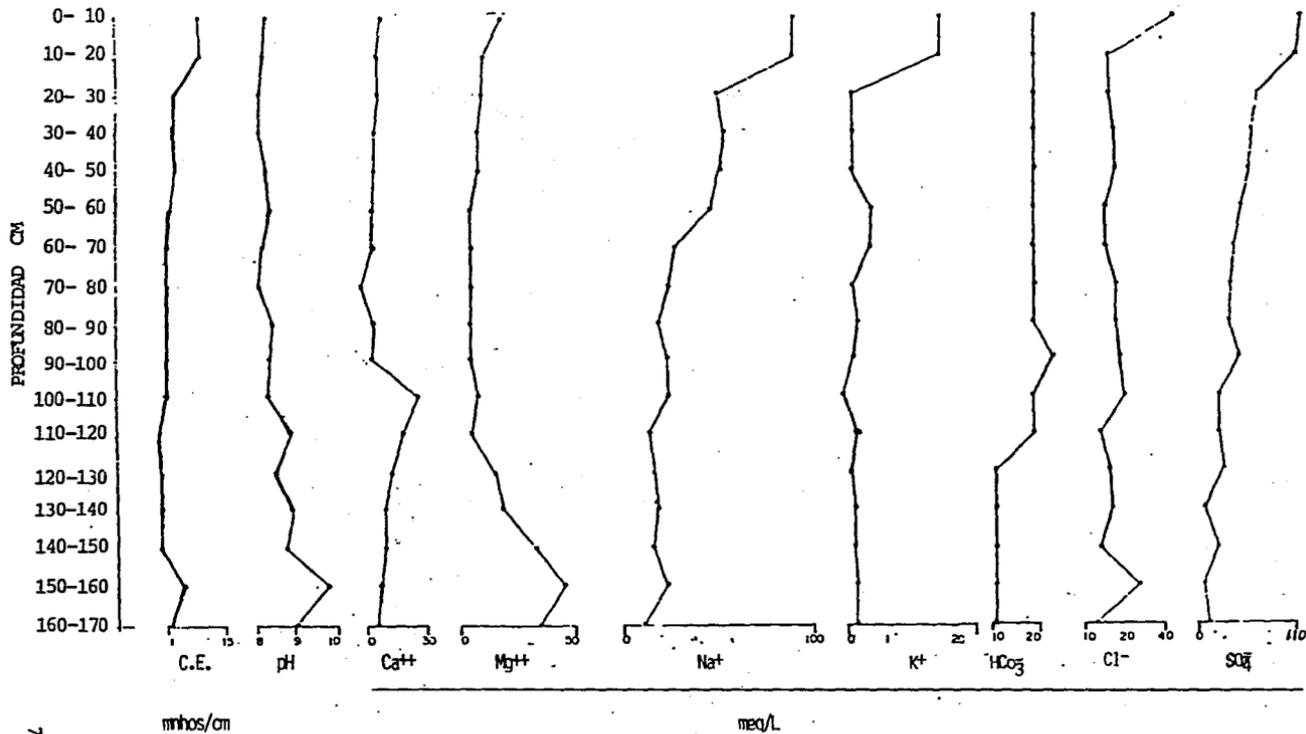
GRAFICA 10. Resultados de algunos análisis físico-químicos de la Calicata IV. San Gregorio, Atlapulco.



Cuadro 11
Extracto de la Pasta de Saturación
Calicata IV

Prof. cm	C.E. mmhos/cm	pH	meq/l							
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼
0-10	13.0	8.2	3.0	11.0	89.8	14.0	0.0	20.0	43.0	108.4
10-20	13.0	8.1	2.2	6.2	89.2	14.0	0.0	20.0	15.0	107.1
20-30	6.9	8.0	2.2	5.8	50.0	0.1	0.0	20.0	15.0	62.5
30-40	6.4	8.0	1.6	4.8	52.1	0.1	0.0	20.0	16.0	56.7
40-50	6.1	8.2	1.0	5.4	50.0	0.1	0.0	20.0	16.0	53.1
50-60	5.3	8.3	1.2	3.8	44.8	0.6	0.0	20.0	14.0	41.9
60-70	4.2	8.1	1.0	3.2	27.0	0.5	0.0	20.0	14.0	35.9
70-80	4.0	8.0	0.6	3.0	23.9	0.1	0.0	20.0	17.0	32.5
80-90	3.9	8.4	1.0	3.2	19.5	0.2	0.0	30.0	17.0	31.7
90-100	4.6	8.3	1.2	3.6	23.9	0.1	0.0	20.0	18.0	41.9
100-110	3.9	8.3	26.0	4.6	23.3	0.1	0.0	20.0	19.0	19.7
110-120	2.6	8.9	18.6	3.4	14.6	0.3	0.0	20.0	13.0	20.5
120-130	3.1	8.5	12.0	10.2	17.1	0.1	0.0	10.0	16.0	23.1
130-140	3.0	9.0	9.2	12.8	17.2	0.2	0.0	10.0	16.0	22.7
140-150	2.8	8.8	8.0	21.6	15.1	0.2	0.0	10.0	13.0	21.4
150-160	4.0	9.7	7.2	28.8	23.7	0.2	0.0	10.0	24.0	14.3
160-170	1.7	9.0	4.0	22.0	10.0	0.2	0.0	10.0	11.0	10.3

GRAFICA 11. Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata IV
San Gregorio, Atlapulco



Cuadro 12

Clasificación Salino - Sódica

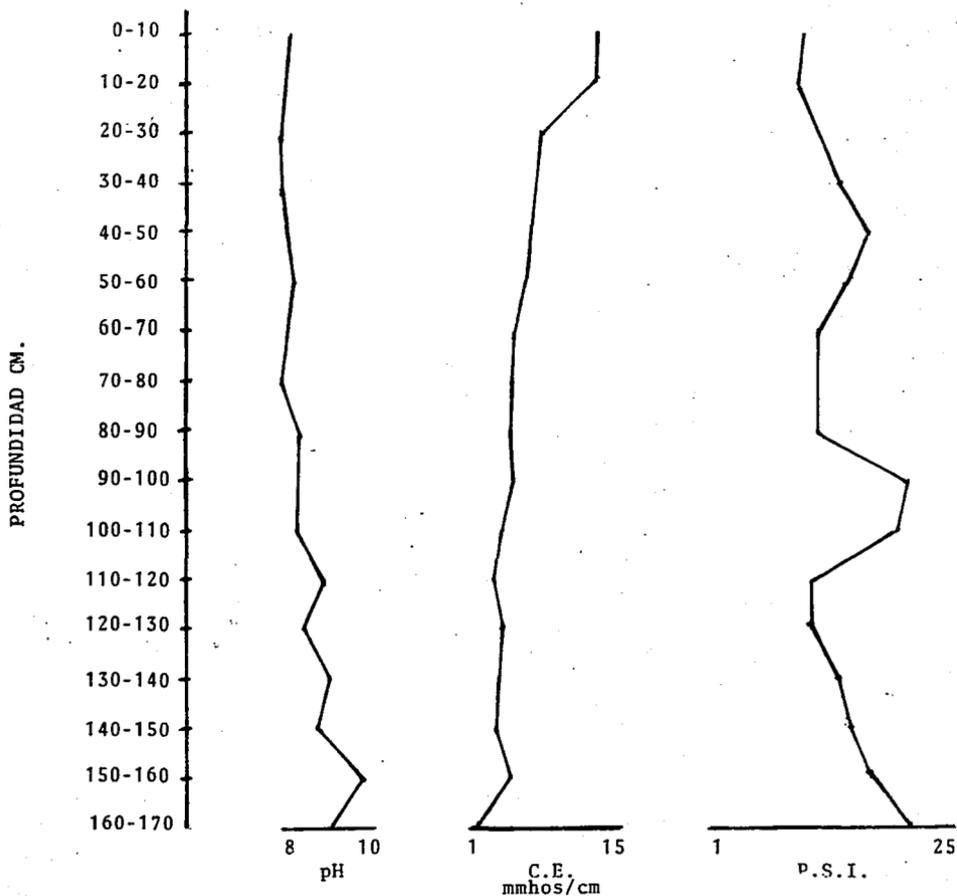
Calicata IV

Prof. cm	pH	C.E. mmhos/cm	P.S.I.	Clasificación
0-10	8.2	13.0	9.8	*salino
10-20	8.1	13.0	9.2	*salino
20-30	8.0	6.9	10.8	*salino
30-40	8.0	6.4	13.6	*salino
40-50	8.2	6.1	16.3	*salino
50-60	8.3	5.3	14.5	*salino
60-70	8.1	4.2	12.8	*salino
70-80	8.0	4.0	12.5	*salino
80-90	8.4	3.9	12.8	**salino-sódico
90-100	8.3	4.6	20.5	**salino-sódico
100-110	8.3	3.9	18.5	**ligeramente salino
110-120	8.9	2.6	10.8	**ligeramente salino
120-130	8.5	3.1	10.5	**ligeramente salino
130-140	9.0	3.0	13.3	**ligeramente salino
140-150	8.8	2.8	13.8	**ligeramente salino
150-160	8.7	4.0	16.8	*sódico
160-170	9.0	1.7	21.4	*sódico

* Clasificación según Allison (1982).

** Clasificación según Pizarro (1983)

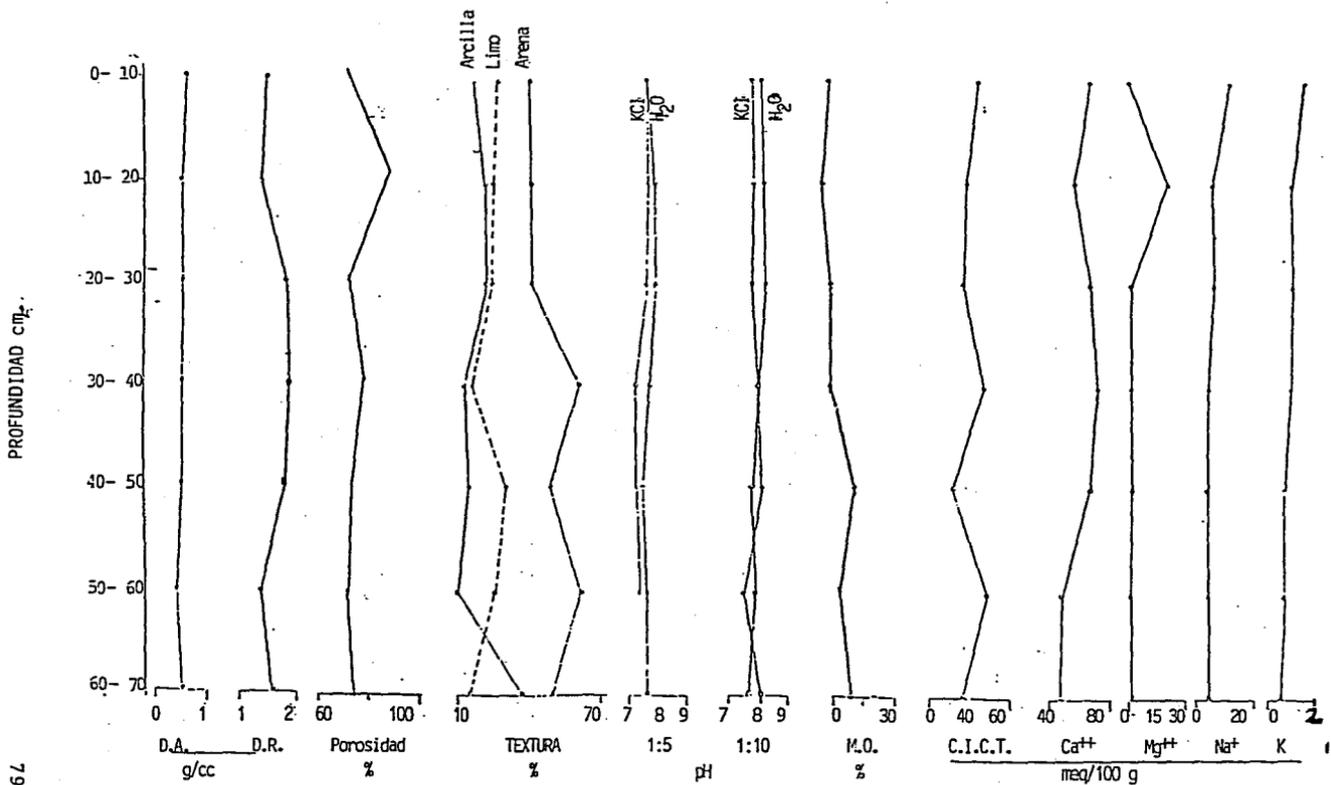
GRAFICA 12. Clasificación Salino-Sódica de la Calicata IV.
San Gregorio, Atlapulco



Cuadro 13 Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata V

Prof. cm	color		D.A. D.R. Poros.			Textura			pH agua		pH KCl		M.O		C	C.I.C.T.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
	seco	humedo	g/cc	%	arena %	arcilla %	lino %	1:5	1:10	1:5	1:10	%	%	neg/100g						
0-10	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.6	1.8	67.7	45.6	22.0	32.4	7.8	8.3	7.6	8.0	9.1	5.3	44.9	71.5	3.1	14.0	2.0	
10-20	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.4	1.6	92.6	45.6	26.0	28.4	8.1	8.1	7.9	8.1	7.7	4.6	36.0	58.9	26.0	6.8	1.1	
20-30	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.5	2.1	76.8	45.6	26.0	28.4	8.0	8.5	7.8	8.0	9.5	5.5	29.4	72.6	3.2	7.8	1.1	
30-40	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.5	1.9	81.3	64.0	16.0	18.0	7.8	8.3	7.3	8.1	7.9	4.5	48.0	78.9	2.1	3.7	1.1	
40-50	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.5	2.0	74.5	51.6	16.0	32.4	7.6	8.3	7.4	8.0	16.2	9.4	18.6	71.5	3.2	3.7	0.7	
50-60	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.4	1.5	73.9	63.6	10.0	26.4	7.8	7.5	7.5	7.9	7.8	4.8	46.0	46.3	2.1	3.5	0.7	
60-70	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.5	1.7	73.6	49.6	36.4	14.0	7.6	8.1	7.4	7.7	8.2	4.7	25.5	45.2	2.1	3.0	0.4	

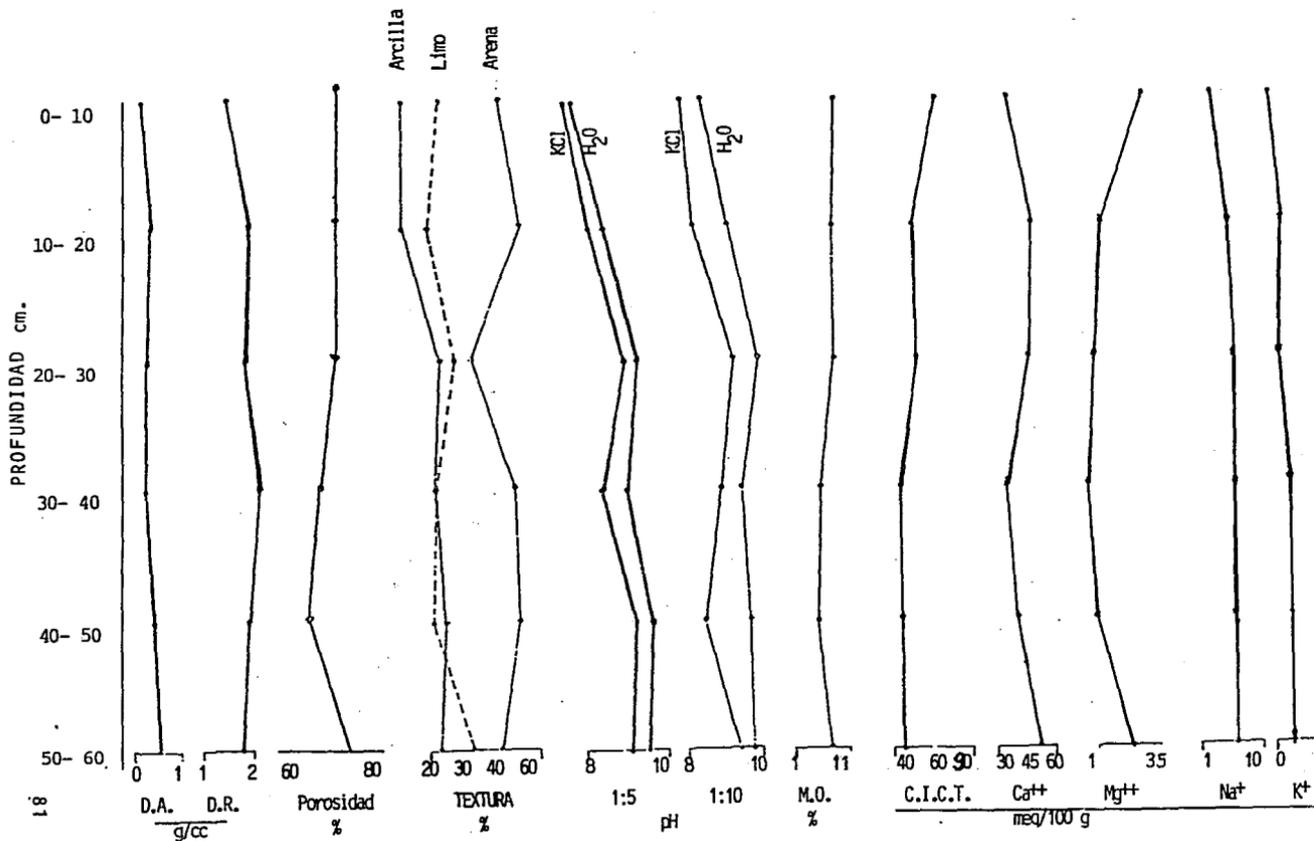
GRAFICA 13. Resultados de algunos análisis físico-químicos de la Calicata V. San Gregorio, Atlapulco



Cuadro 14. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata VI

Prof. m	color		D.R. D.R. Poros.			Textura				pH agua				C.I.C.T.		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
	seco	humedo	g/cc	%	arena %	arcilla %	limo %	1:5	1:10	1:5	1:10	M.O %	C %	neg/100g					
0-10	10VR2/1 gris	10VR2/1 negro	0.5	2.0	72.5	53.6	16.0	30.4	8.1	8.6	8.0	8.2	10.9	6.3	83.4	41.0	33.7	4.2	1.0
10-20	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.6	1.8	72.0	61.6	14.0	24.1	8.7	9.0	8.4	8.4	9.8	5.7	62.0	58.9	12.6	7.0	3.2
20-30	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.5	1.6	69.5	39.6	28.0	32.4	9.3	9.6	9.0	9.1	9.0	5.2	64.5	54.7	1.5	8.5	2.8
30-40	10VR6/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.4	1.8	76.4	55.6	22.0	22.4	9.0	9.2	8.5	8.8	5.6	3.2	45.9	36.9	7.3	8.0	3.1
40-50	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.5	1.5	66.4	55.6	24.0	20.4	9.4	9.3	9.1	8.4	4.6	2.6	45.2	42.1	9.5	7.0	3.8
50-60	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.5	1.8	73.1	45.6	20.0	34.4	9.3	9.2	8.9	9.0	7.1	4.1	70.8	53.6	21.0	7.0	3.8

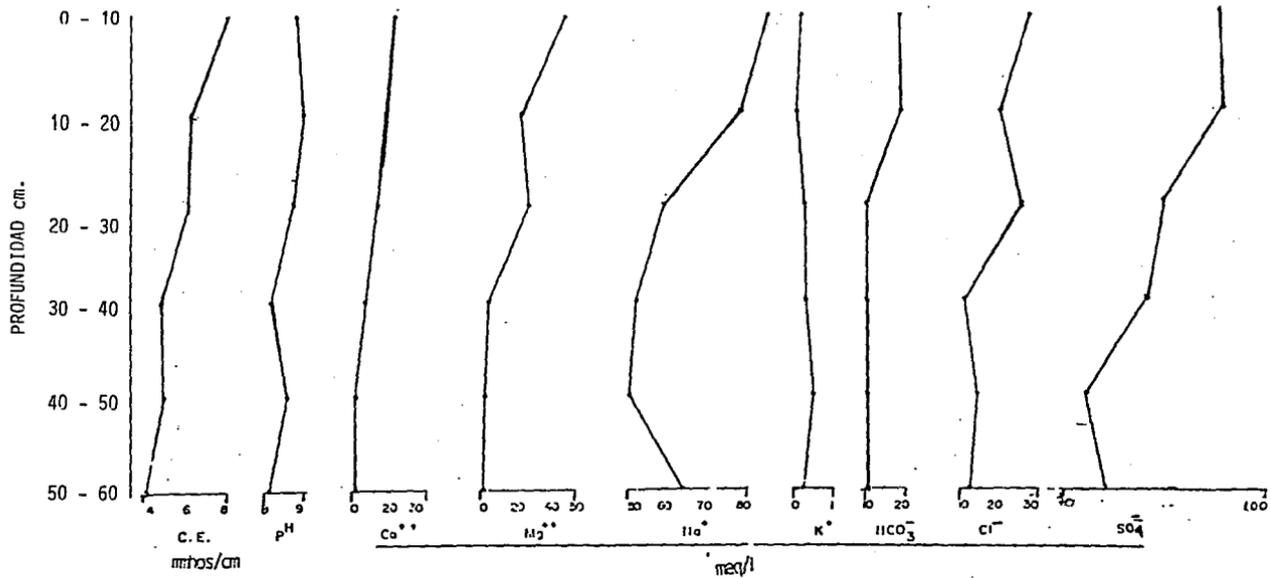
GRAFICA 14. Resultados de algunos análisis físico-químicos de la Calicata VI. San Gregorio, Atlapulco



Cuadro 15
Extracto de la Pasta de Saturación
Calicata VI

Prof. cm	C.E. mmhos/cm	pH	meq/l							
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼
0-10	8.4	9.0	24.0	48.0	88.2	0.3	0.0	20.0	33.0	92.8
10-20	6.2	9.2	18.0	34.0	81.7	0.1	0.0	20.0	23.0	89.8
20-30	6.1	8.9	14.0	28.0	60.8	0.3	0.0	10.0	28.0	90.8
30-40	4.8	8.3	3.0	4.6	52.2	0.3	0.0	10.0	12.0	86.7
40-50	4.9	8.7	1.4	2.6	50.1	0.5	0.0	10.0	15.0	67.7
50-60	3.8	8.2	1.8	2.6	68.3	0.2	0.0	10.0	13.0	73.7

GRAFICA 15. Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata VI. San Gregorio, Atlapulco

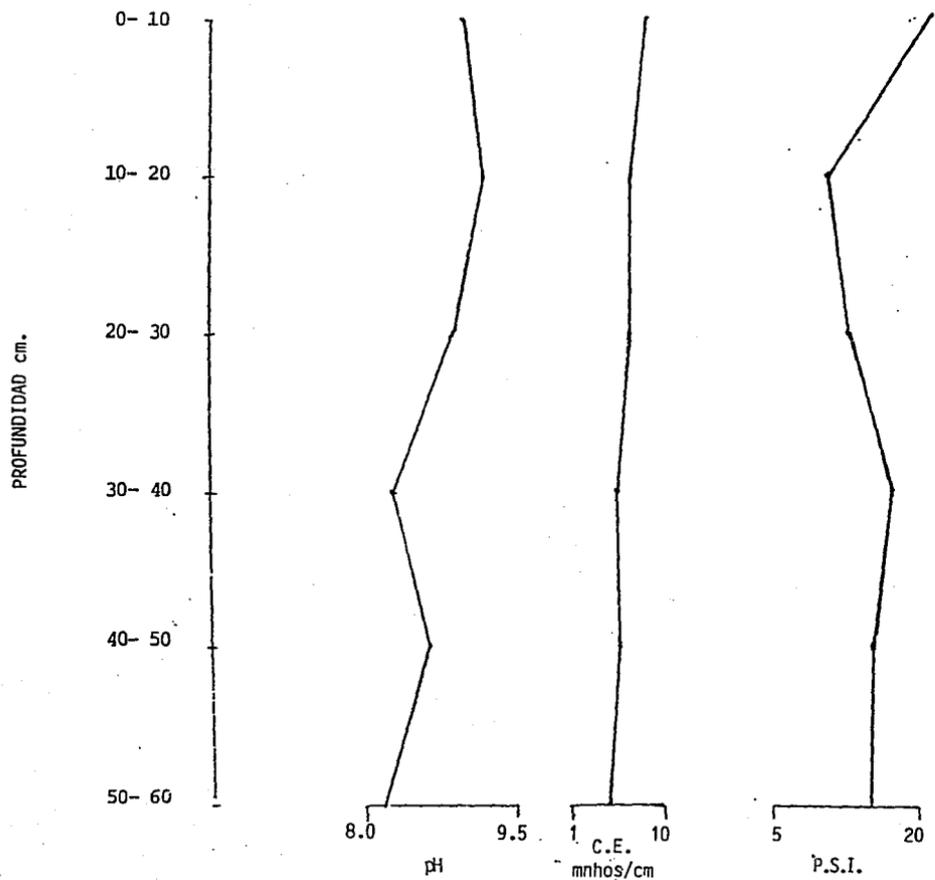


Cuadro 16
Clasificación Salino - Sódica
Calicata VI

Prof. cm	pH	C.E. mmhos/cm	P.S.I.	Clasificación
0-10	9.0	8.4	19.7	salino-sódico
10-20	9.2	6.2	11.2	salino-sódico
20-30	8.9	6.1	13.1	salino-sódico
30-40	8.3	4.8	17.4	salino-sódico
40-50	8.7	4.9	15.5	salino-sódico
50-60	8.2	3.8	17.0	sódico

Clasificación según Allison (1982).

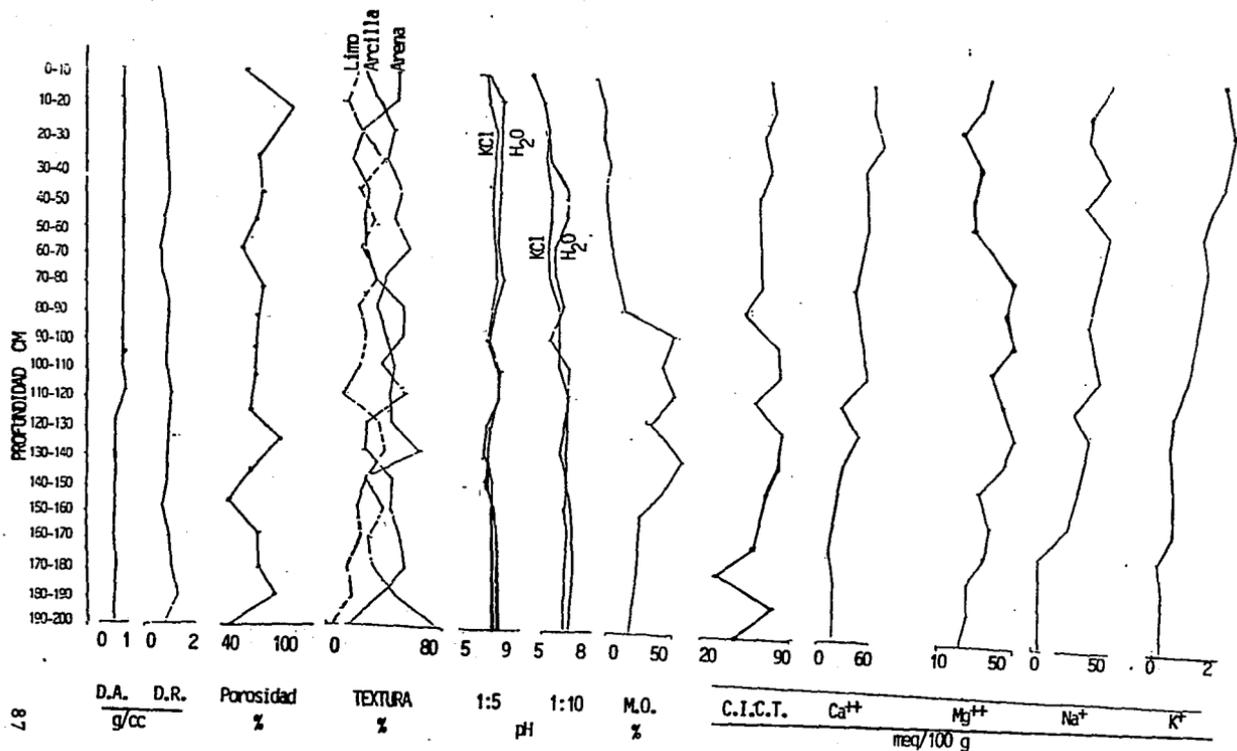
GRAFICA 16. Clasificación Salino-Sódica de la Calicata VI. San Gregorio, Atlapulco



Cuadro 17. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata VII

Prof. cm	color		D.R.		Poros. %	Texture			pH agua		pH KCl		M.O		C.I.C.T.		Cat+	Mgt+	Nat	K+
	seco	húmedo	g/cc	%		arena %	arcilla %	limo %	1:5	1:10	1:5	1:10	%	%	neg/100g					
0-10	10VR4/1 gris osc	10VR3/1 gris muy osc	0.6	1.8	67.0	28.0 franco	22.0	50.0	7.9	8.0	7.4	7.9	8.6	4.9	42.2	27.8	33.9	44.1	1.8	
10-20	10VR4/1 gris osc	10VR3/1 gris muy osc	0.6	2.0	90.2	38.0 franco	14.0	48.0	8.5	8.4	7.5	8.3	10.4	6.0	48.4	30.9	29.9	30.4	0.5	
20-30	10VR4/1 gris osc	10VR3/1 gris muy osc	0.6	2.0	85.5	46.4 franco	23.6	24.0	8.3	8.3	7.9	8.2	6.9	4.0	38.7	46.3	15.5	30.5	0.4	
30-40	10VR3/1 gris muy osc	10VR2/1 negro	0.6	2.1	73.2	40.4 franco	42.0	17.6	8.0	8.0	7.7	7.7	8.6	4.9	44.8	36.1	33.9	48.9	0.4	
40-50	10VR3/1 gris muy osc	10VR2/1 negro	0.6	2.1	72.7	50.4 franco	21.6	28.0	7.6	7.8	7.2	7.6	3.4	1.9	37.8	44.2	26.9	33.3	0.1	
50-60	10VR3/1 gris muy osc	10VR2/1 negro	0.5	1.7	68.9	44.4 nigajón	31.6	24.0	7.3	7.3	6.9	7.2	1.5	0.8	39.6	44.3	23.7	48.9	0.1	
60-70	10VR3/1 gris muy osc	10VR2/1 negro	0.5	1.3	61.2	56.8 nigajón	21.2	22.0	6.9	6.8	6.7	6.4	1.5	0.8	46.6	38.1	33.9	43.5	0.4	
70-80	10VR3/1 gris muy osc	10VR2/1 negro	0.5	1.3	59.8	38.0 nigajón	32.0	30.0	7.0	6.6	6.6	6.2	1.7	0.9	49.3	30.9	41.2	39.1	0.4	
80-90	10VR3/1 gris muy osc	10VR2/1 negro	0.5	1.8	70.5	32.0 franco	18.0	50.0	6.1	6.8	6.0	6.5	1.7	0.9	31.8	41.2	25.7	34.8	0.4	
90-100	10VR3/1 gris muy osc	10VR2/1 negro	0.5	1.6	68.5	38.0 franco	24.0	50.0	5.5	5.7	5.4	6.2	36.6	21.2	72.2	55.6	31.9	38.9	0.4	
100-110	10VR4/1 gris osc	10VR3/1 gris muy osc	0.5	1.5	67.3	44.0 franco	20.0	36.0	6.4	6.7	6.4	6.1	27.6	16.4	77.4	59.7	17.5	43.5	0.4	
110-120	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.6	1.8	66.5	40.0 nigajón	8.0	52.0	6.5	6.5	6.5	6.5	31.4	18.2	55.4	9.3	30.9	26.1	0.1	
120-130	10VR3/1 gris muy osc	10VR2/1 negro	0.3	1.5	62.1	42.4 franco	34.0	23.6	5.9	6.3	5.7	6.2	13.1	7.6	89.5	54.6	39.4	34.8	0.1	
130-140	10VR4/1 gris osc	10VR2/1 negro	0.3	1.4	76.4	63.1 franco	38.0	24.0	5.7	6.2	5.6	5.8	40.7	23.6	88.9	36.1	36.3	33.7	0.4	
140-150	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.4	1.2	61.5	34.0 franco	22.0	44.0	5.8	6.2	6.2	6.2	30.4	17.8	70.7	26.7	19.6	26.1	0.6	
150-160	10VR5/1 gris	10VR3/1 gris muy osc	0.4	0.9	49.5	38.0 franco	20.0	42.0	6.3	5.6	6.2	6.2	12.4	7.2	69.7	21.6	33.9	21.7	0.6	
160-170	10VR5/2 pardo osc	10VR2/1 negro	0.4	1.3	63.0	28.0 franco	22.0	50.0	6.5	6.8	6.3	6.4	10.3	5.9	66.0	17.0	33.0	0.1	0.1	
170-180	10VR4/3 pardo osc	10VR2/1 negro	0.5	1.4	62.2	32.0 nigajón	14.0	54.0	6.5	6.9	6.3	6.4	13.8	8.0	20.0	21.0	19.0	0.1	0.3	
180-190	10VR2/3 pardo osc	10VR2/1 negro	0.5	1.8	70.5	44.0 franco	18.0	38.0	6.5	6.8	6.3	6.4	10.3	5.9	86.0	21.0	19.1	0.1	0.3	
190-200	10VR4/3 pardo osc	10VR2/1 negro	0.5	0.9	46.8	78.8 arenoso	3.6	17.6	6.5	6.8	6.3	6.4	9.5	5.1	42.2	22.0	12.0	0.1	0.3	

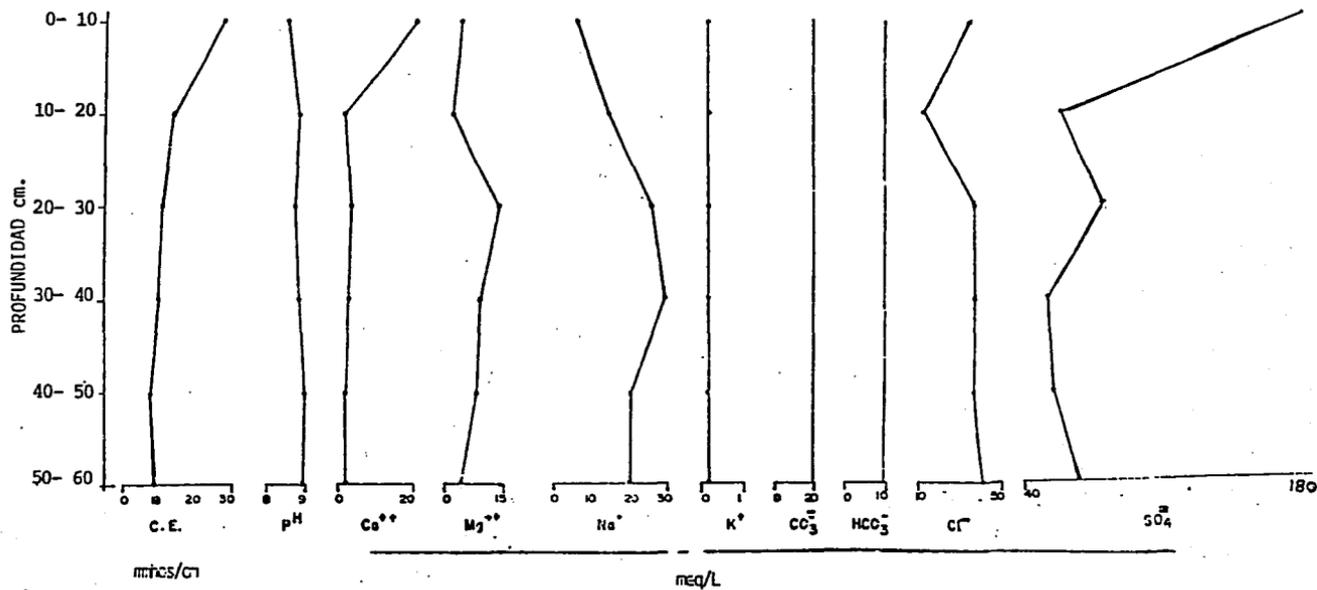
GRAFICA 17. Resultados de algunos análisis físico-químicos de la Calicata VII. San Gregorio, Atlapulco.



Cuadro 18
 Extracto de la Pasta de Saturación
 Calicata VII

Prof. cm	C.E. mmhos/cm	pH	meq/l							
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁼	Cl ⁻	SO ₄ ⁼
0-10	28.5	8.6	21.0	4.0	5.5	0.1	20.0	10.0	37.0	174.7
10-20	14.0	8.9	1.4	1.8	14.7	0.1	20.0	10.0	11.0	56.5
20-30	11.0	8.8	3.4	14.6	26.5	1.0	20.0	10.0	41.0	77.2
30-40	9.9	8.9	3.0	9.0	30.6	0.1	20.0	10.0	40.0	47.0
40-50	8.8	9.1	2.4	8.0	20.3	0.1	20.0	10.0	40.0	49.5
50-60	9.2	9.0	2.4	4.0	20.0	0.1	20.0	10.0	45.0	61.2

GRAFICA 18. Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata VII. San Gregorio, Atlapulco

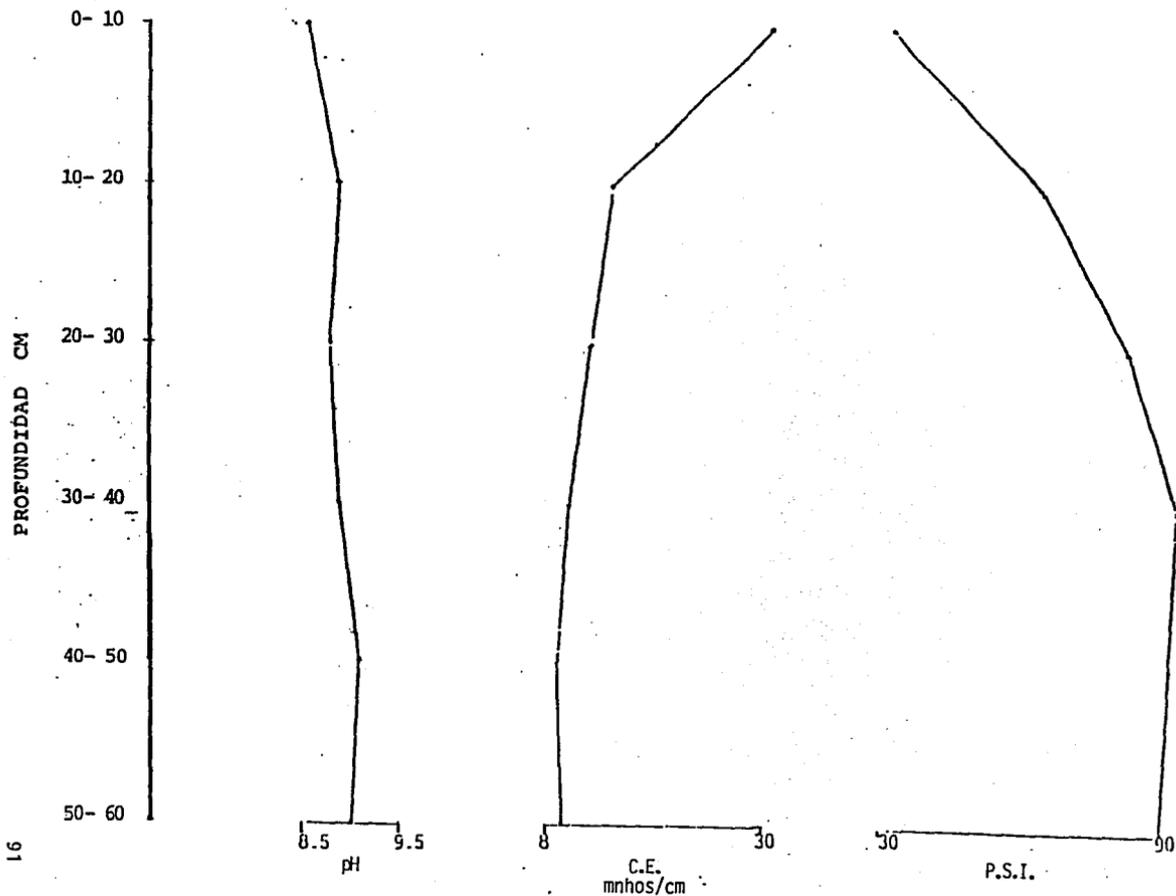


Cuadro 19
Clasificación Salino - Sódica
Calicata VII

Prof. cm	pH	C.E. mmhos/cm	P.S.I.	Clasificación
0-10	8.6	28.5	33.4	salino-sódico
10-20	8.9	14.0	62.8	salino-sódico
20-30	8.8	11.1	78.8	salino-sódico
30-40	8.9	9.9	89.9	salino-sódico
40-50	9.1	8.8	88.0	salino-sódico
50-60	9.0	9.2	87.6	salino-sódico

Clasificación según Allison (1982).

GRAFICA 19. Clasificación Salino-Sódica de la Calicata VII. San Gregorio, Atlapulco

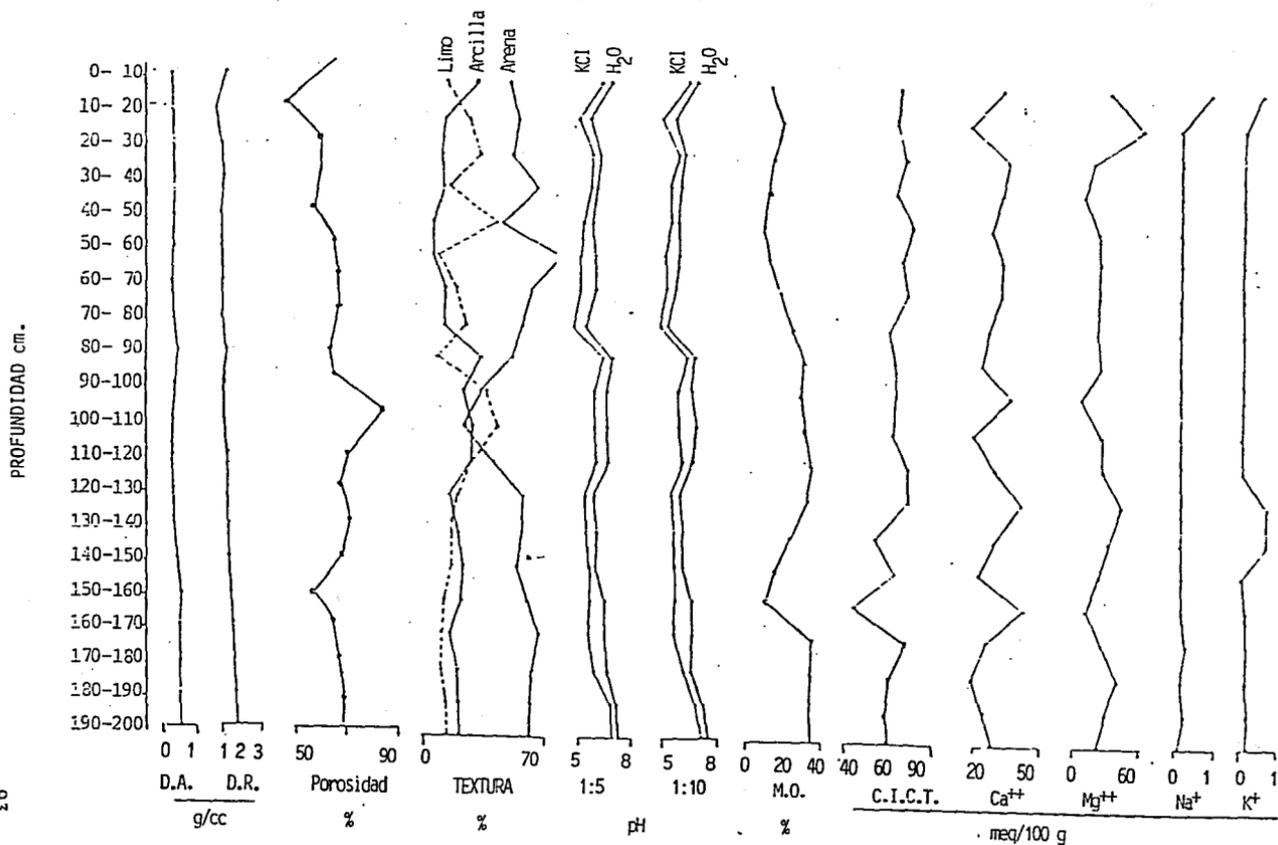


Cuadro 20. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata VIII

Prof. cm	color		D.R. g/cc	D.R. 2	Poros. 2	Textura arena 2	arcilla 2	lijo 2	pH agua 1:5	pH KCl 1:10	M.O 2	C 2	C.I.C.T. 2	Ca++	Mg++	Na+	K+		
	seco	humedo																neg/100g	
0-10	10VR4/1	10VR2/1	0.6	2.0	70.0	52.8	31.2	16.0	7.5	7.6	7.0	7.2	15.5	8.9	74.0	37.0	43.0	1.1	0.6
	gris osc	negro				nigajón	arcillo	arenoso											
10-20	10VR5/1	10VR3/1	0.6	1.2	48.0	58.2	13.2	28.0	6.2	6.3	5.6	5.5	22.4	12.9	73.0	16.0	70.0	0.2	0.1
	gris	gris muy osc				nigajón	arenoso												
20-30	10VR5/1	10VR4/1	0.6	1.6	64.0	54.8	11.2	34.0	6.9	6.9	6.4	6.6	17.3	10.0	74.2	40.0	21.0	0.2	0.1
	gris	gris osc				nigajón	arenoso												
30-40	10VR4/1	10VR2/1	0.6	1.6	64.0	70.8	13.2	16.0	6.5	6.7	6.3	6.0	17.0	5.2	72.2	36.0	14.0	0.2	0.1
	gris osc	negro				nigajón	arenoso												
40-50	10VR4/1	10VR2/1	0.6	1.5	61.0	48.8	7.2	44.0	6.4	6.4	5.8	6.0	11.1	6.4	74.2	29.0	32.0	0.2	0.1
	gris osc	negro				nigajón	arenoso												
50-60	10VR4/1	10VR2/1	0.5	1.5	69.0	84.8	7.2	8.0	6.4	6.4	5.6	5.6	14.8	8.5	76.0	36.0	33.0	0.2	0.1
	gris osc	negro				arena	nigajonosa												
60-70	10VR4/1	10VR2/1	0.5	1.5	70.0	66.0	13.2	20.8	6.4	6.2	5.5	5.7	20.7	12.0	78.4	35.0	30.0	0.2	0.1
	gris osc	negro				nigajón	arenoso												
70-80	10VR4/1	10VR2/1	0.5	1.5	70.0	60.8	13.2	26.0	6.5	6.1	6.2	5.2	28.0	16.2	68.4	28.0	28.0	0.2	0.1
	gris osc	negro				nigajón	arenoso												
80-90	10VR4/1	10VR2/1	0.6	1.7	66.0	54.8	35.2	10.0	7.3	7.3	6.8	6.9	30.0	5.8	70.0	23.0	34.0	0.2	0.1
	gris psc	negro				arcilla	arenosa												
90-100	10VR4/1	10VR2/1	0.5	1.5	68.0	36.8	25.2	38.0	7.0	7.0	6.2	6.2	33.4	19.3	73.0	43.0	8.0	0.2	0.1
	gris osc	negro				franco													
100-110	10VR4/1	10VR2/1	0.4	1.6	87.0	26.8	29.2	44.0	7.0	7.2	6.3	6.3	36.9	4.0	71.2	19.0	37.0	0.2	0.1
	gris osc	negro				nigajón	arcillo	arenoso											
110-120	10VR4/1	10VR2/1	0.4	1.6	73.0	42.8	29.2	28.0	7.0	7.0	6.4	6.4	40.0	23.2	78.0	31.0	35.0	0.2	0.1
	gris osc	negro				nigajón	arcilloso												
120-130	10VR3/1	10VR2/1	0.4	1.5	70.0	60.8	19.2	20.0	6.3	6.3	5.7	5.8	38.0	22.0	79.4	48.0	52.0	0.3	0.9
	gris osc	negro				nigajón	arenoso												
130-140	10VR4/1	10VR2/1	0.4	1.5	73.0	60.8	21.2	18.0	6.4	6.5	5.7	5.9	26.0	15.0	60.4	32.0	39.0	0.2	0.9
	gris osc	negro				nigajón	arcillo	arenoso											
140-150	10VR4/1	10VR2/1	0.5	1.6	70.0	58.8	23.2	18.0	6.2	6.4	5.9	5.9	17.2	9.9	71.2	22.0	27.0	0.2	0.1
	gris osc	negro				nigajón	arcillo	arenoso											
150-160	10VR4/1	10VR2/1	0.6	1.6	59.0	62.8	23.2	14.0	6.7	6.8	5.8	5.9	15.0	4.6	47.2	49.0	14.0	0.2	0.2
	gris osc	negro				nigajón	arcillo	arenoso											
160-170	10VR4/1	10VR2/1	0.5	1.6	67.0	70.8	17.2	12.0	6.7	6.8	5.7	5.9	40.0	23.2	70.3	25.0	31.0	0.2	0.2
	gris osc	negro				nigajón	arenoso												
170-180	10VR4/1	10VR2/1	0.5	1.7	69.0	66.8	21.2	12.0	6.9	6.8	6.0	6.3	40.0	23.2	60.2	17.0	46.0	0.2	0.2
	gris osc	negro				nigajón	arcillo	arenoso											
180-190	10VR4/1	10VR2/1	0.5	1.7	70.0	64.8	21.2	14.0	7.3	7.4	7.0	7.0	39.0	22.6	60.1	23.0	35.0	0.2	0.2
	gris osc	negro				nigajón	arcillo	arenoso											
190-200	10VR4/1	10VR2/1	0.5	1.7	70.0	64.8	21.2	14.0	7.4	7.6	7.0	7.2	39.0	22.6	60.0	28.0	24.0	0.2	0.2
	gris osc	negro				nigajón	arcillo	arenoso											

GRAFICA 20. Resultados de algunos análisis físico-químicos de la Calicata VIII.

San Gregorio, Atlapulco



VII. DISCUSION.

Los resultados de los análisis fisico-químicos para la caracterización de las calicatas presentan bastante heterogeneidad, lo cual se debe principalmente a factores antrópicos.

El color dominante en seco es 10 YR 4/1 gris oscuro, en húmedo 10 YR 2/1 negro, esto se debe a los altos porcentajes de materia orgánica con elevado grado de descomposición como es el caso del agua del agua lodo que es incorporado a estos suelos y que se encuentra enriquecido con residuos orgánicos como plantas acuáticas y cadáveres de animales, además también contribuyen los productos de descomposición de abonos de bovino y caballar y cuyo color característico es el negro.

La deficiencia en el drenaje de estos suelos permite que haya una mayor acumulación de materia orgánica principalmente de las capas superficiales, dándole a estos la coloración oscura antes mencionada.

Existen otros colores como 10 YR 5/1 gris, 10 YR 6/1 gris, 10 YR 3/1 gris muy oscuro y 10 YR 5/3 pardo, su presencia se debe a que existen en estas capas una disminución en el porcentaje de materia orgánica.

Las densidades aparentes tienen valores bajos, de 0.4 a 0.7 g/cc debido al alto porcentaje de materia orgánica que permite que exista una mayor agregación de las partículas del suelo, menor compactación, elevando así el porcentaje de espacio poroso y disminuyendo la densidad aparente. Lo mismo

sucede con las densidades reales, sus valores varían de 0.9 a 1.9 g/cc, una de las causas es que son suelos muy orgánicos, por lo tanto el peso por unidad de volumen de las partículas sólidas del suelo son muy ligeras originando que la densidad real sea baja de 0.9 g/cc; a medida que disminuye la cantidad de materia orgánica hay mayor compactación, por lo tanto aumenta la densidad real alcanzando valores de 1.9 g/cc.

La textura que predomina es Franca en sus diferentes clases; es una gran ventaja que estos suelos presenten estas texturas pues es una mezcla favorable de arcilla, limo y arena para el desarrollo vegetal pues tienen arcilla suficiente para retener cantidades adecuadas de agua, macro y micronutrientes, las arenas que se encuentran en mayor proporción favorecen la aireación y contienen suficiente limo que puede ayudar a formar gradualmente más arcilla que reemplace la pérdida por eluviación o erosión.

Estas condiciones reforzadas con un drenaje adecuado y una buena calidad del agua que rodea a las chinampas favorecerían enormemente su producción.

La textura que predomina en la calicata I es migajón arcillo arenoso, para la calicata II es migajón arcilloso, la calicata III presenta ambas texturas, la calicata IV migajón arenoso y franco, la calicata V es franco y migajón arcilloso arenoso y la VI migajón arenoso, migajón arcillo arenoso y franco, la calicata VII franco y la VIII migajón arenoso y migajón arcillo arenoso.

El porcentaje de arenas es mayor que el de arcillas y

limos para todas las calicatas.

En las calicatas I, II y III el orden de dominancia de las partículas sólidas son arenas-arcillas-limos, y para las calicatas IV, V, VI, VII y VIII es arenas-limos-arcillas, los porcentajes de estas fracciones son discontinuas a lo largo de cada calicata, debido a esto se presentan diferentes texturas, las cuales estan dadas por los minerales, derivados de la serrania del Chichinautzin, como olivinos y basaltos.

El pH de las calicatas I, II y VI en la relación 1:10 con agua destilada presentan valores que varían de 9.3 a 8.2 y con KCl 1N pH 7 varía de 9.1 a 7.7 y las calicatas III, IV y V en la relación 1:10 con agua destilada varían de 8.9 a 7.5 debido a la presencia de Ca^{++} , Mg^{++} y Na^{+} los cuales son aportados por sales como Na_2SO_4 , $CaSO_4$, $NaCl$, $NaHCO_3$, Na_2CO_3 y $MgCO_3$, la presencia de estos cationes en mayor proporción se debe a la gran cantidad de sales disueltas en el agua procedentes de la meteorización de la corteza terrestre y que se acumularon en estas, además del mal drenaje y la mala calidad de agua que circula en estos canales; la materia orgánica y el contenido de arcillas elevan la capacidad de intercambio catiónico, permitiendo que estos cationes puedan ser adsorbidos en el complejo coloidal y por lo tanto sean los causantes de la alcalinidad de estos suelos.

El pH de las calicatas VII y VIII en la relación 1:10 con agua presenta valores de 8.4 a 6.1 y con KCl 1N pH 7 va de 8.3 a 5.4.

La capacidad de intercambio catiónico en las calicatas I,

II, III, IV, VI, VII y VIII presentan valores muy elevados, varían de 98.2 a 2.2 $\mu\text{mo}/100 \text{ g}$, el complejo coloidal de estos suelos (materia orgánica en forma de ácidos húmicos y arcillas), se encuentra saturado con bases intercambiables principalmente de Ca^{++} , Mg^{++} y Na^+ .

La relación de estos cationes en las calicatas I, IV, V y VII es Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+ , el calcio es el catión más abundante por la presencia de gasteropodos, al predominar este catión alrededor del complejo de cambio es adsorbido con mayor energía en los sitios de intercambio que los otros cationes por ser un catión divalente, por lo que sufre menos el proceso de lixiviación en el suelo y se acumula.

En las calicatas II, III y VIII, la relación de los cationes es: Mg^{++} , Ca^{++} , Na^+ , y K^+ , esto se debe a la presencia de minerales ferromagnesianos como olivinos y en rocas como el basalto y andesita presentes en la zona de estudio. También hay aporte de Mg^{++} debido a la mineralización de la materia orgánica, ya que forma parte de la molécula de clorofila.

El sodio intercambiable aunque no predomina en las calicatas, sus valores son altos.

En el extracto de pastas de saturación se observa que la conductividad eléctrica presenta valores de 28.5 a 2.3 mmhos/cm , los valores máximos se encuentran sobre la superficie y disminuye al aumentar la profundidad, esto es porque existe una gran acumulación de sales solubles, las cuales muestran un comportamiento muy heterogéneo debido a que este se encuentra influenciado por el nivel freático que distribuye a las sales

en forma distinta debido al grado de solubilidad de cada una de ellas, por lo que el agua las transporta a diferentes profundidades.

El Ca^{++} y Mg^{++} disminuyen considerablemente por el alto nivel de Na^+ soluble, lo que interfiere con la absorción de estos.

El Na^+ soluble es mayor que el intercambiable, varía de 123 a 5 meq/l, supera notablemente al Ca^{++} , Mg^{++} y K^+ .

El K^+ se presenta en bajas concentraciones de 14.4 a 0.1, parte de esto se debe a que es consumido por los microorganismos y es absorbido por las raíces de las plantas, además de la presencia de Na^+ soluble.

Los carbonatos se presentan sólo en las calicatas I y II en concentraciones de 20 meq/l, existen bicarbonatos en todas las calicatas y sus valores van de 40 a 10 meq/l.

Las concentraciones de cloruros varían de 68 a 6 meq/l, los valores mínimos están presentes en la calicata IV; los sulfatos son abundantes, varían de 172.2 a 5.1 meq/l, la presencia de estos se debe a la existencia de Na_2SO_4 , MgSO_4 y CaSO_4 en estos suelos por la mala calidad del agua y la adición de detergentes en los canales.

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) es mayor de 15, la conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm y el pH es mayor a 8.5 por lo que estos suelos se clasifican como salino sódicos según Allison (1982).

La calicata III presenta conductividad eléctrica menor que 8.5 mmhos por lo que el suelo se considera salino (Allison, *op.*

cit.).

Los suelos estudiados en su mayoría son extremadamente ricos en materia orgánica, de tal manera que los cultivos contienen nutrientes necesarios para un buen desarrollo.

La textura es favorable para el desarrollo de los vegetales, así como para todas las labores agrícolas, el problema radica principalmente en la acumulación de sales solubles, que elevan la conductividad eléctrica y como consecuencia el porcentaje de sodio intercambiable, lo cual favorece la dispersión de las moléculas coloidales pues en medio alcalino se repelen impidiendo que se formen agregados, lo cual provoca una mala drenación del agua. Al haber acumulación de agua se pueden presentar problemas de anaerobiosis y baja concentración de oxígeno ocasionando que las raíces se pudran.

VIII. CONCLUSIONES.

Los suelos de San Gregorio Atlapulco se encuentran contaminados de manera diferente.

La causa de esta contaminación es que estas calicatas se encuentran ubicadas muy cerca de los canales por lo que están expuestas directamente a las sales solubles contenidas en el agua, propiciando que estos suelos se dispersen por la cantidad de Na^+ presente.

El agua de riego es la causa principal del aporte de las sales solubles y que estas se encuentren a diferentes niveles por sus diferente solubilidad en estos suelos, la causa es la mala calidad del agua tratada que alimenta a estos canales; así como el mal drenaje; la evaporación y transpiración también ayudan a aumentar la concentración salina de las aguas originando paulatinamente la mineralización de las mismas.

Para la regulación de estas sales se debe usar agua con menor proporción de sales que permita el lavado de las mismas.

Como los iones Na^+ son monovalentes y el calcio divalente, por lo que la elevada concentración de Na^+ permite su mayor adsorción en el complejo de cambio; sin embargo este sodio cambiante puede ser reemplazado por calcio en la práctica agrícola mediante la adición de una sal soluble de calcio como el $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (yeso agrícola) o CaCl_2 , CaCO_3 , MgCO_3 .

IX. RECOMENDACIONES.

Es necesario un buen funcionamiento del sistema hidráulico, un buen drenaje permitiría mantener un nivel adecuado del agua de los canales y se facilitaría el lavado de los suelos, el cual ayudaría a reducir satisfactoriamente la concentración de sales solubles y cambiaría notablemente las propiedades químicas de estos suelos.

Otra practica sería abriendo sanjas que eliminen los defectos en la nivelación del suelo, también hacer subsolados que mejoren la aereación del suelo y su drenaje.

Se deben efectuar análisis fisicoquímicos de suelos y aguas en diferentes épocas del año con el fin de conocer la dinámica que tienen las sales solubles de sodio en el suelo.

Se debe promover un equilibrio entre el uso de fertilizantes químicos y el de abonos orgánicos.

El Na^+ se encuentra presente en estos suelos en altas concentraciones, por lo que debe ser sustituido por otro catión, el Ca^{++} es el más indicado para desplazar al sodio adsorbido y ser lavado para que se conserve el suelo, por medio de mejoradores químicos como el yeso agrícola y el cloruro de calcio.

La presencia de cloruro y sulfato de sodio afectan la estructura y aumentan la presión osmótica evitando que se puedan absorber cationes solubles del suelo; los mejoradores que ayudarían a solucionar de alguna forma este problema pueden ser biológicos como la aplicación de abonos verdes, compostas y estiercoles de gallinaza, caballar o porqueraza; físicos como

el laboreo y subsoleo; químicos como CaCO_3 , MgCO_3 , CaSO_4 o CaCl_2 ; eléctricos por medio de corrientes que eliminen las sales.

LITERATURA CITADA.

- Aguilera, H. N., 1989. Tratado de Edafología de México. Tomo I. Facultad de Ciencias, UNAM. 222 p.
- Aguilera, H. N., E. N. García, B. R. Ramos y E. Cervantes, 1987. Rehabilitación de los Suelos de Chinampas y sus Relaciones con Plantas Cultivadas. 1er y 2o reporte técnico (junio-diciembre, 1987) al CONACYT.
- Aceves, N. L., 1981. Los Terrenos Ensalitrados y los Métodos para su Recuperación. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 224 p.
- Allison, B. y L. Richards, 1949. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Ed. Limusa. 177 p.
- Balanzario, Z. J. R., 1976. Contaminación de las Aguas en los Canales de Xochimilco. Tesis de licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. 76 p.
- Bautista, Z. F., 1988. Algunos Estudios Edafológicos en San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D.F. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 80 p.
- Bouyoucos, G. V., 1963. Directions for Marking Mechanical Analysis of Soil by Hydrometer Method Soil. Sci. 42: 25-30.
- Chapa, S., 1957. San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D.F. Ed. Quetzalcoatl. 70 p.
- D.D.F. y Delegación Xochimilco, 1990. Proyecto Plan de Rescate Ecológico de Xochimilco. Folleto 20 p.
- D.D.F., 1970. Imagen de la Gran Capital. Enciclopedia de México. 33 - 36 pp.
- Escobedo, F.R., 1987. Estudio Edafológico de Chiampas de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 80 p.
- García, E., 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen, UNAM. p 246.
- Jackson, L. M., 1982. Análisis Químicos de Suelos. Ed. Omega. 626 p.
- Jiménez, O. J. y P. A. Gomez, 1986. Las Chinampas Mexicanas. Universidad de California. 33 p.
- Lugo, H., 1984. Geomorfología del Sur de la Cuenca de México. Serie Varia, T 1 No. 8 Instituto de Geografía, UNAM. 95 p.
- Mendoza, R. M., 1961. Estudio Geográfico de la Delegación

- Xochimilco. Tesis de maestría, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, UNAM. 113 p.
- Mooser, F., 1961. Informe Sobre la Geología de la Cuenca del Valle de México y Zonas Colindantes. Sria. Rec. Hidráulicos, Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. 97 p.
- Mooser, F., 1962. La Cuenca Lacustre del Valle de México. Mesas Redondas para Problemas del Valle de México. IMNR. p 3-31.
- Munsell Soil Color Charts, 1954. Ed. Munsell Color Company Inc. Baltimore, Maryland. USA.
- Novelo, R. A. y M. N. Gallegos, 1988. Estudio de la Flora y la Vegetación Acuática Relacionada con el Sistema de Chinampas en el Sureste del Valle de México. Biotica Vol 13 No 1 y 2.
- Ortiz, V. B., 1975. Edafología. Escuela Nacional de Agricultura, UACH., Chapingo, México. 1 - 60 pp.
- Pizarro, F., 1983. Drenajes Agrícolas y Recuperación de Suelos Salinos. Ed. Agrícola Madrid, España. 521 p.
- Ramos, C. P., 1990. Estudio Edafológico de Algunas Chinampas de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 90 pp.
- Rojas, R. T., 1983. La Agricultura Chinampera. Cuadernos Universitarios, Serie Agronomía No. 7. Universidad Autónoma de
- Rojas, R. T., 1987. Chinampas of Valley of México. Ed. CECSA. 21 p.
- Sánchez, S. O., 1974. La Flora del Valle de México. ed. Herrero. 519 p.