

20  
2e;



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"CHINAMPAS 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 N :

**MARIA DE LA LUZ GEORGINA BECERRIL RIOS  
IGNACIO FELIX DIAZ LLANOS**

DIRECTOR DE TESIS: NICOLAS AGUILERA HERRERA



MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## C O N T E N I D O

	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
3. HIPOTESIS	3
4. ANTECEDENTES	4
- Panorama histórico de la Cuenca de México	4
- Concepto de Chinampa y como se construye	9
- Antigüedad del Sistema de Cultivo de Chinampas	12
- Importancia del Sistema de Chinampas	14
5. TECNICAS DE CULTIVO	16
- Construcción de Almacigos	16
- Siembra en "Chapines"	17
- Siembra "Al voleo"	19
- Siembra "Por mateado"	20
- Siembra "A chorrillo"	20
6. CULTIVOS MAS COMUNES DE LA ZONA CHINAMPERA	21
7. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	25
- Localización	25
- Geología	26

	PAGINA
- Hidrología	28
- Clima	29
- Vegetación	30
- Fauna	34
- Suelos	35
8. MATERIAL Y METODOS	36
9. RESULTADOS	39
10. FOTOGRAFIAS DESCRIPTIVAS DE ALGUNOS LUGARES DE LA ZONA DE ESTUDIO	
11. DISCUSION	69
12. CONCLUSIONES	75
13. BIBLIOGRAFIA	79



## 1. INTRODUCCION

El presente trabajo, se hizo pensando en los campesinos y todos aquellos interesados en el conocimiento de la agricultura de México; además de contribuir en el conocimiento de las características físicas y químicas que presentan algunos suelos de las Chinampas de San Gregorio Atlapulco.

El conocimiento de estos suelos y sus capacidades agrícolas, son de interés para los campesinos del país, ya que es uno de los sistemas agrícolas sencillos y primitivos por el tipo de implementos que se usan en su laboreo; a pesar de que se ha practicado desde la época prehispánica hasta nuestros días, sigue siendo uno de los más eficientes en la explotación agrícola.

El dominio del sistema de chinampas por parte de las culturas mesoamericanas, se encuentra expresado en la riqueza y amplitud del repertorio de plantas cultivadas, en la gran cantidad de razas y variedades de las especies más importantes para la alimentación humana, en la adaptación de plantas a este nicho y sus condiciones ambientales y en el uso múltiple de las plantas con aprovechamiento de casi todas sus partes.

En la actualidad este tipo de sistema agrícola tiende a desaparecer por el excesivo crecimiento de la población, que utiliza estos suelos para la construcción de casas habitación, además

existe una intensa desecación y contaminación de las aguas que aún existen en los canales y zanjas.

Por esta razón, es necesario hacer una conciencia ecológica en la población y realizar diferentes estudios en estas zonas, con la finalidad de conservar y restablecer este tipo de sistema agrícola, para que no desaparezca en el futuro y con ello una gran parte de la cultura legada desde hace cientos de años a los habitantes de la Cuenca de México.

En el presente trabajo se dan a conocer algunos aspectos de interés para los actuales agricultores; colaborando de esta manera en el conocimiento y mejor aprovechamiento de este tipo de suelos de chinampa.

## 2. OBJETIVOS

- Contribuir al conocimiento de los suelos de chinampa, de San Gregorio Atlapulco.
- Difundir algunas formas de manejo de los suelos de chinampa
- Determinar las propiedades físico-químicas de algunos suelos de las chinampas que actualmente se encuentran activas.
- Describir algunas técnicas de cultivo, usadas en la zona chinampera.

## 3. HIPOTESIS

La fertilidad potencial de las chinampas de San Gregorio Atlapulco, se debe a:

- a) Tener una humedad constante por estar rodeadas de agua.
- b) Tener aporte de aguas blancas, debido a las lluvias de verano.
- c) Al aporte continuo de materia orgánica que se agrega constantemente en las superficies de las chinampas; en forma de "agua lodo", estiércoles y vegetación acuática proveniente de los canales.

#### 4. ANTECEDENTES

##### PANORAMA HISTORICO DE LA CUENCA DE MEXICO

La cuenca de México es cerrada y su forma se asemeja a una elipse cuyo eje mayor de Noreste a Sureste, mide 110 Km y el menor de Este a Oeste mide 80 Km.

La extensión superficial es aproximadamente de 9600 Km<sup>2</sup> y se sitúa aproximadamente entre las coordenadas 19°03'53" y los 20° 11'09" de latitud Norte y los 98°11'53" y 99°30'24" de longitud Oeste. (Wolffer, 1976).

La cuenca de México es una depresión que se localiza al Sur del Altiplano Mexicano, rodeada por montañas. Al Este la limita la Sierra Nevada, al Oeste la Sierra de las Cruces, al Sur la Sierra de Ajusco y al Norte un conjunto montañoso con diferencias altitudinales, pertenecientes a la Sierra de Guadalupe.

La extensión total de la cuenca incluyendo montañas, así como la zona lacustre, es de 8000 Km<sup>2</sup>.

A principios del siglo XVI los lagos, lagunas y pantanos; cubrían unos 1000 Km<sup>2</sup> (Palerm, 1973).

En la época prehispánica, el lago de la Luna, en tiempo de secas se dividía en cinco lagos, que tenían diferentes elevaciones y formaban un grupo lacustre que cruzaba la cuenca de Norte a Sur; en el Norte estaban los lagos de Xaltocan y Zumpango, al centro el de Texcoco y al Sur el de Chalco y Kochimilco (Coe, 1964).

El lago de Xaltocan-Zumpango, se encontraba a un nivel más alto que el de Texcoco: pero sólo drenaba estacionalmente y era más salado que el de Chalco-Xochimilco excepto, pequeñas áreas cercanas a manantiales.

El lago de Texcoco era el más bajo, extremadamente salado y destinatario último de todo el drenaje debido a que se encontraba a menor altitud.

El lago de Chalco-Xochimilco tenía tres metros más alto que el de Texcoco; el agua de este lago, era fresca y dulce debido a que se alimentaba de numerosos manantiales de agua dulce, que brotaban en sus márgenes.

El ambiente que existía en esta época era el adecuado para la agricultura, ya que en su mayoría el Valle de México contaba con suelos fértiles (Sanders, 1976).

Las condiciones más favorables para el buen desarrollo de una población agrícola, se localiza al Sur del Valle de México, en los lagos de Xochimilco y Chalco, porque se presenta una buena combinación de precipitación pluvial y suelos fértiles (Sanders, 1957).

Los terrenos planos de Xochimilco eran escasos, es por esto que al incrementarse la población sólo tenían dos alternativas: una fue la de crear terrazas en las laderas montañosas y la otra de invadir el lago con chinampas.

El surgimiento de las chinampas, no fué una casualidad: sino una necesidad de los primeros habitantes que llegaron a la Cuenca de México, la cuál estaba ocupada en su mayor parte por lagos que obligó a los pobladores, buscar la forma de aprovechar el medio existente de la zona lacustre; se explotó la caza, la pesca y se formaron las primeras chinampas para cultivar plantas alimenticias, iniciandose así la forma de agricultura más intensa que ha existido en Mesoamérica.

En esta época los espacios verdes éran amplios; las casas de los señores tenían grandes patios interiores y las chozas de los plebeyos se encontraban al lado de su chinampa, en la que se mezclaban plantas comestibles, medicinales y de ornato.

En la época prehispánica la explotación de las chinampas constituyó la base real de la economía, del Valle de México (Coe, op.cit.). La organización azteca aseguró su supervivencia en la alta productividad de las chinampas; además mantuvieron su poderío mediante la explotación de las comunidades conquistadas a las que imponían el pago de un tributo, el cual consistía en diversos productos provenientes de las chinampas como eran: hortalizas, semillas y animales.

La mezcla de agricultura de plantas cultivadas con recolección de plantas y animales silvestres, fué quizás el sello más distintivo del modo de producción prehispánico de las chinampas.

En el año de 1446, se produjo una inundación en la Ciudad de Tenochtitlán razón por la cual el rey de esta Ciudad, Moctezuma Ilhuicamina pidió consejo al rey de Texcoco Metzahualcoyotl, aconsejando este último la construcción de un dique, que partiera de Atzacolco al pie de la Sierra de Guadalupe y se dirigiera hacia el pueblo de Ixtapalapa. De esta manera se aisló el lago de Texcoco del resto de los lagos del sur, conservando el primero sus aguas salobres y los demás sus aguas dulces adecuadas para la agricultura.

Otros diques fueron construidos con el objeto de resguardar la población de las avenidas de agua, provenientes de los ríos que desembocaban en los lagos.

En Mexicalzingo y Tláhuac también se construyeron diques, que separaron el lago de Chalco y Xochimilco; estos diques también fueron utilizados como calzadas en la comunicación con tierra firme.

Con la construcción de los diques, los pobladores inician una larga lucha por controlar las aguas de la Cuenca de México (Coe, op.cit.).

Con la llegada de los españoles se construyeron otras obras hidráulicas, que sumadas a las existentes ayudaron a controlar las aguas que había en la Cuenca. Una de esas obras es la del desagüe artificial que se logró mediante el tajo de Huehuetoca, el cual se conectaba con el río Tula y este a su vez con el Golfo de México de esta manera la Cuenca cerrada, se convirtió en una Cuenca abierta (Palerm, op.cit.).

Alrededor de 1914 se inicia la desecación del lago de Xochimilco con el acarreo de las aguas de los manantiales hacia la ciudad de México, mediante el acueducto Mexico-Xochimilco que trajo consigo una disminución del régimen hidrológico de la zona y en 1940, se inicia la desaparición de las chinampas, que para 1950 desaparecen en Ixtapalapa, quedando únicamente las de Xochimilco y Chalco.

En 1953 la mayor parte de los manantiales que alimentaban el lago de Chalco y Xochimilco fueron captados y solamente San Gregorio Atlapulco, tenía algunos manantiales que alimentaron los canales de esta región (Sanders, op.cit.).

En la actualidad en el sur del Valle de México, las áreas chinampas se encuentran confinadas a los pueblos de: Xochimilco, Acalpixca, Atlapulco, Tetelco y Mixquic.



LAS CHINAMPAS  
DE SAN GREGORIO ATLAPULCO



FIG. 1.

## CONCEPTO DE CHINAMPA Y COMO SE CONSTRUYE

Son varios los autores que definen el concepto de la palabra chinampa, entre los cuales se mencionan los siguientes:

West y Armillas, (1950), mencionan que el significado de chinampa proviene del nahuatl chinámitl, dando un significado de "seto ó cerco de cañas entrelazadas".

Cabrera, (1975), descompone la palabra chinampa de la siguiente manera: chinam proveniente de chinámitl, que en nahuatl significa "tejido de cañas" y pa, que significa "sobre de ó encima de" entendiéndose como: "lo que se encuentra encima del tejido de cañas".

Molina, (1977), define la palabra, tomando como base el término nahuatl chinámitl, quedando como: "seto o cerco de cañas".

Finalmente, para hacer una interpretación de la palabra chinampa es necesario recurrir a la lingüística y decir; que la palabra tiene dos raíces nahuatl que son: chinámitl, que significa "seto ó cerco de cañas entrelazadas" y pa, que significa "sobre de"; quedando como: "el terreno formado, sobre un seto ó cerco de cañas entrelazadas".

West y Armillas, (op.cit.), describen a las chinampas, como islotes contruidos artificialmente en ciénegas o lagos de poca profundidad y que para la construcción de una nueva chinampa, los indígenas cortaban tiras de cesped; las cuales estaban formadas por plantas acuáticas como: el azal, tule, zacatón, reatilla, cervatana estapil zacate gordo, etc.

Las tiras de césped, se cortaban según las dimensiones deseadas que por lo general eran de 5 a 10 metros de ancho y hasta 100 metros de largo. Estas tiras se llevaban hasta el lugar donde se deseaba la construcción de la nueva chinampa y ahí se amontonaba una sobre otra de modo que la tira superior emergiera ligeramente del agua; la superficie se cubría de cieno ó lodo extraído del fondo del lago ó con tierra de chinampas viejas; posteriormente la chinampa se anclaba por medio de estacas de ahuejote.

Al paso de 5 a 6 años, la chinampa se asentaba en el fondo del lago a esta chinampa se le agregaba constantemente abonos y cieno, lo que hacía posible el mantener una productividad alta año tras año.

Sanders, (op.cit.), menciona que una chinampa es una isla artificial construida a mano, en donde se amontonaba alternativamente sobre el lago, lodo y vegetación acuática circundante con el fin de levantar el nivel, sobre la superficie del lago. Señala también las causas que hacían que este sistema de cultivo, tuviera una alta productividad como es:

- a) La adición constante de agua dulce.
- b) El suelo estaba formado por materiales de origen orgánico.
- c) El suelo presentaba una porosidad, que facilitaba el drenaje natural.
- d) La cosecha anual presentaba una variedad de especies, debido al uso de almácigos.

Coe, (op.cit.), describe a las chinampas, como tiras largas y estrechas de tierra, rodeadas por lo menos en tres de sus lados por agua.

Palerm. (1973), describe la existencia de dos tipos de chinampas que són: las de "laguna adentro" y las de "tierra adentro".

Las primeras se construían en un medio lacustre, llevando tierra a un lugar previamente escogido; en donde se formaban parcelas rectangulares, sobre las armazones de cañas ó varas y se apoyaban en el fondo del lago, con hileras de estacas de árboles como los ahuejotes y setos; los cuales proporcionaban por filtración la humedad necesaria.

Este tipo de chinampas se localizaban, en los lagos de agua dulce de Chalco y Xochimilco; además de algunos lugares de Zumpango y Xaltocan.

La segunda clase de chinampas, son las de "tierra adentro" en donde se tenía un terreno adecuado, al que se le abrían canales alrededor para conducir el agua y así, crear una chinampa en un medio terrestre.

En la actualidad, ya no se construyen chinampas de ninguna forma debido a que el medio, ya no proporciona los elementos necesarios como son: la cinta ó cespéd (West y Armillas, op.cit.).

## ANTIGÜEDAD DEL SISTEMA DE CULTIVO DE CHINAMPAS

La antigüedad del sistema de cultivo en chinampas, se remonta desde la época prehispánica; siendo varios los autores que hacen alusión a la anterior premisa.

Chapa (1939), describe que antes de que llegaran los mexicas al Valle de México ya habían llegado los xochimilcas, los que se establecieron a la orilla del lago de Xochimilco-Chalco; fundando así, la ciudad de Xochimilco en el año de 1194.

Posteriormente llegarían otras seis tribus, procedentes de Aztlan lugar precursor también de los xochimilcas. Con la llegada de las otras seis tribus nahuatlacas se inicia una lucha por la posesión de las tierras, lo que origina una guerra entre estos primeros pobladores. Durante el reinado de Acantonale (segundo rey xochimilca), el rey de Azcapotzalco (Tlotzin Pochotl), después de haber luchado y vencido a los xochimilcas, pidió como tributo a los vencidos un jardín flotante; para cumplir con tal cometido los tributarios construyeron una balsa con troncos y ramas de ahuejotl (sauce del agua), en la cual depositaron una capa de tierra y encima colocaron flores de muchas especies y colores.

Esto agradó mucho al rey de Azcapotzalco, por lo que además de flores pidió se sembraran: legumbres, cereales y otros cultivos más.

Cuando llegaron los mexicas al Valle de México, la técnica de cultivo en chinampas era un sistema ya muy antiguo, sin embargo para los mexicas era desconocido y nuevo.

West y Armillas (op. cit.), creen que probablemente la zona chinampera más antigua en el Valle, es la que se extendía a lo largo de las orillas meridionales de los lagos de Chalco y Xochimilco y la antigüedad la remontan, hacia los inicios de la era cristiana.

Coe (op. cit.), toma como base los hallazgos antropológicos llevados a cabo en Xochimilco, para dar una antigüedad a este sistema de cultivo de aproximadamente 2000 años.

Existen evidencias que permiten formular la hipótesis de que durante un período de mil doscientos años a partir de nuestra era, hubo escaso cultivo de chinampas, debido a un cambio hidrológico en la Cuenca.

Esto restringió el asentamiento de chinampas, hacia las tierras pantanosas que permanecieron cerca de la orilla.

Mas tarde se dió una rapida expansión de las chinampas, durante el florecimiento de la cultura azteca.

Parece que las condiciones óptimas se dieron en el siglo XVI, ya que esta documentado que después del arribo de los españoles, la construcción de chinampas siguió por muchos años después.

A pesar de no contar con una mejor y más amplia información respecto a la iniciación del cultivo de chinampas; podemos afirmar que este sistema de cultivo se inicia a comienzos de la era cristiana, subsistiendo hasta nuestros dias.

## IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE CHINAMPAS

De todos los estudios que se han hecho sobre los diferentes sistemas de cultivo, se ha encontrado que el sistema de chinampas fue el más eficiente, estable y autosuficiente que se conoce hasta nuestros días. Debido a estas características, se cree que las chinampas en el época prehispánica, eran la base de la economía en el Valle de México. Coe, (op.cit.), menciona que el área ocupada por chinampas, se extendía desde la región de Tenochtitlan-Tlatelolco, hasta el lago de Chalco.

West y Armillas, (op.cit.), señalan la presencia de chinampas en Ixtacalco, Ixtapalapa, Culhuacán, Azcapotzalco, Magdalena Mixuca e inclusive en las orillas del río Lerma en Toluca.

La gran cantidad de áreas chinamperas en el Valle de México, nos indica que hubo un gran dominio de esta técnica agrícola.

La productividad de este sistema se puede verificar en un estudio que hizo Sanders, en el pueblo de San Gregorio Atlapulco en el año de 1957; en donde analizó y cuantificó la productividad de los diferentes sistemas de cultivo que existían, en este pueblo (siembra en solar, terrazas y chinampas); para esto preguntó cuantos cuartillos de maíz se necesitaban para sembrar una parcela y cuantos cuartillos se cosechaban. Encontró que las chinampas eran las más productivas con un promedio de 3.5 toneladas por hectarea.

Menciona también, que se practicaba en este tipo de suelos la intercalación y rotación de cultivos.

Los diferentes sistemas de cultivo que Sanders encontró en el pueblo de San Gregorio Atlapulco, son los siguientes:

- a) Cultivo de temporal en la loma, que se realiza en las laderas terraceadas del cerro.
- b) El cultivo de temporal, pero con siembras adelantadas en la zona conocida como "cañada".
- c) El cultivo del maguey en el cerro.
- d) El cultivo en la llanura ribereña, en el lecho del lago y en el ejido.
- e) El cultivo en los solares.
- f) El cultivo en chinampas.

Estos sistemas están relacionados con las características ambientales de la zona, que hacen los pobladores de San Gregorio Atlapulco.



## 5. TECNICAS DE CULTIVO

El instrumental que se usa en la labranza, es muy sencillo pero eficaz. Los instrumentos que se usan en las actividades agrícolas por lo general son: coa, azadón, pala recta, hoz, huitzotle o punzon rastrillo, bioldo, carretilla, cuchillo, machete, cortadora o uña (instrumento de madera y cuchillas, para seccionar los futuros chapines), canoas, regaderas de mano y en algunos casos bombas de gasolina, para llevar el agua de los canales hacia las chinampas. Cuando se inicia un nuevo cultivo, se deshierba y limpia el terreno en el que se van a sembrar las plantas, provenientes de los almácigos ó donde son depositadas las semillas en caso de que el sembrado sea directo; una vez que se ha llevado a cabo el deshierbe, se efectua el barbecho y aplanado del suelo.

Junto con toda esta labor, se le agrega a la chinampa vegetación acuática y estiércol seco de ganado vacuno ó de equino.

Actualmente cerca de un 50% de chinamperos agregan a sus terrenos fertilizantes químicos (información obtenida de entrevistas con algunos chinamperos de la región).

### CONSTRUCCION DE ALMACIGOS

La siembra de semillas por lo general, se realiza a través de un almácigo o semillero y por siembra directa.

La técnica de usar almácigos en la explotación de las chinampas, es un factor que permite la intensidad en el uso del suelo, permitiendo que los cultivos se sucedan unos a otros.

La construcción de almácigos y la técnica de trasplante, permiten adelantar el crecimiento de las plantas cuando el terreno aún esta ocupado por cultivos, que fueron trasplantados anteriormente.

Junto con estas técnicas, se debe tomar en cuenta el uso de un sistema de abrigo y protección de las plántulas durante la época de heladas (Armillas, op. cit.).

El almácigo tiene como principal función, proporcionar a la semilla un medio favorable para su germinación y un desarrollo rápido y vigoroso de las plantitas.

De acuerdo con la cantidad de plantas que se necesiten; el almácigo puede prepararse sobre el terreno ó en cajas de madera con agujeros en el fondo, para proporcionar un buen drenaje.

#### SIEMBRA EN CHAPINES

Cuando el almácigo se hace sobre el terreno de la chinampa, se forma un camellón de 4 a 5 metros de ancho por 10 ó 20 metros de largo según las dimensiones de la chinampa; al camellón formado, se le hace unos bordos en las orillas para contener el "agua lodo" que en el se vierte.

El "agua lodo" se extrae del fondo de canales y zanjas, con el "zoquimaitl" y es llevado hasta los camellones formados, en donde el lodo puede alcanzar un espesor entre seis a diez centímetros.

El lodo, se deja dos ó tres días en reposo para que se deshidrate y endurezca; después se procede a dividir la masa de lodo en cubos los cuales son conocidos como "chapines".

A los chapines recién formados, se les hace un hoyo en el centro con el dedo ó con un palito. En cada hoyo, se deposita la semilla del cultivo que se desee establecer y se cubre con estiércol y tierra desmoronada.

El tamaño del chapín varía según el tipo de planta que se siembre así se tiene, que para el maíz, haba y arbolitos ornamentales ó frutales se necesitan chapines de 10 cm de lado; en cambio el chile apio, lechuga, tomates, jitomates y acelgas se requiere de chapines de 5 centímetros de lado.

De las hortalizas que necesitan estar en almácigos se encuentran: jitomate, tomate de cáscara, cebolla, coliflor, chile, col o repollo brócoli, uauhzontli y lechuga.

En términos generales las plantas están listas para el trasplante entre 30 y 45 días después de haber sido sembradas; después se trasplantan en las chinampas colocando los chapines en huecos que se hacen, con una pala recta ó con una coa. Antes de colocar el chapín el horticultor, deposita en el fondo un poco de estiércol seco ó cieno de los canales.

Terminada la labor de trasplante, se riega con una regadera de mano ó con cubetas procurando no dejar caer el agua de golpe y después se vuelve a regar a los dos ó tres días del trasplante (datos obtenidos, en entrevistas con los chinamperos de la zona de estudio). Cuando las semillas son sembradas en forma directa, se observan los siguientes sistemas de siembra:

Siembra "al voleo"

Siembra "por mateado"

Siembra "a chorrillo"

## Siembra "al voleo"

Para la siembra de semillas "al voleo", se prepara la tierra mediante los pasos siguientes: primero se barbecha, se deshierba y por último se aplana la superficie del suelo utilizando para esta labor, azadón, pala, bieldo y rastrillo; una vez terminada la preparación se toman puños de semillas y se avientan tratando de que se repartan homogéneamente, después se le da una "barrida" haciendo pasar por encima del terreno unas ramas de ahuejote, removiendo con este procedimiento la superficie y enterrando las semillas, que quedan de esta manera protegidas contra la depredación por aves, además de aumentar la probabilidad de germinación.

Este tipo de siembra, se realiza en los cultivos de: rábano, acelgas, romeros, verdolagas, cilantro, espinacas, alfalfa, etc. (Fig. 2)

siembra "al voleo"

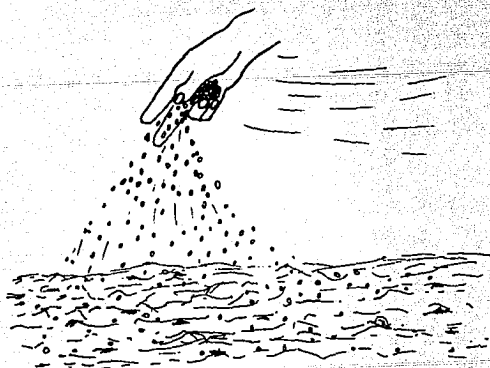


FIG. 2.

### Siembra "por mateado"

Para este tipo de siembra, el laboreo al igual que el abonamiento del terreno en principio es igual que en la siembra de semillas "al voleo" la diferencia que existe entre ambos, es que una vez aplanado el terreno se forman "surcos"; que son montículos de suelo alineados donde se depositan las semillas en un promedio de 2 a 4, según el cultivo de que se trate.

Los cultivos más comunes realizados por este sistema de siembra son: maíz, calabaza, chilacayote, haba, frijol, chícharo, etc.

### Siembra "a chorrillo"

En lo referente a la siembra a chorrillo (una semilla tras otra), es utilizada básicamente en plantas que sirven de forraje ó en plantas pequeñas como son: la alfalfa, cilantro, epazote, perejil y rábano principalmente. (Fig. 3)

Siembra " a chorrillo "  
(una semilla tras otra)

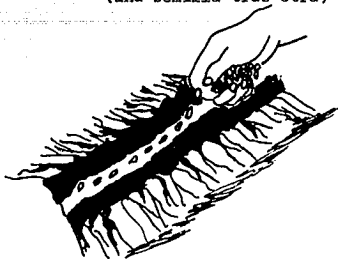


FIG. 3.

## 6. CULTIVOS MAS COMUNES DE LA ZONA CHINAMPERA

En la zona chinampera, se puede distinguir dos tipos de huertos los familiares y los comerciales.

En los primeros se siembran: hortalizas, forrajes, plantas de ornato y medicinales: todos estos cultivos son de autoconsumo de los chinamperos.

En el segundo caso, los huertos comerciales se explotan con fines lucrativos y por lo general se van a encontrar en chinampas de tierra adentro.

El cultivo de plantas ornamentales en el pueblo de San Gregorio es muy reciente, pues este pueblo es por tradición productor de hortalizas, las cuales son consumidas en su mayor parte por los habitantes de la ciudad de México.

De la gran variedad de hortalizas que se cultivan en la chinamperia se citan a continuación, algunos de los más comunes:

### Cultivo

Acelga .....	<u>Beta vulgaris</u> var. cicla
Alcachofa .....	<u>Cynara scolymus</u>
Alegria .....	<u>Amaranthus leucocarpus</u>
Alfalfa .....	<u>Medicago sativa</u>
Apio .....	<u>Apium graveolens</u> L.
Berenjena .....	<u>Solanum melongena</u>
Brócoli .....	<u>Brassica oleracea</u> L. va. cauliflora

Cultivo	
Betabel .....	<u>Beta vulgaris</u> var. crassa
Calabacita .....	<u>Cucurbita ficifolia</u> bouché
	<u>Cucurbita mexicana</u> duck
Camote .....	<u>Ipomea batata</u>
Cebada .....	<u>Hordeum vulgare</u>
Cebolla .....	<u>Allium cepa</u> L.
Cilantro .....	<u>Coriandrum sativum</u> L.
Col .....	<u>Brassica oleracea</u> L. var. capitata
Coliflor .....	<u>Brassica oleracea</u> L. var. botrytis
Chile .....	<u>Capsicum frutescens</u>
Chilacayote .....	<u>Cucurbita ficifolia</u>
Chícharo .....	<u>Pisum sativum</u>
Chayote .....	<u>Sechium edule</u> sw.
Espárrago .....	<u>Asparagus officinalis</u> L.
Espinaca .....	<u>Spinacia oleracea</u> L.
Epazote .....	<u>Chenopodium ambrosioides</u> L.
Frijol .....	<u>Phaseolus vulgaris</u> L.
Haba .....	<u>Vicia faba</u> L.
Jitomate .....	<u>Lycopersicum esculentum</u>
Lchuga.....	<u>Lactuca sativa</u>
Maíz .....	<u>Zea mays</u>
Nabo .....	<u>Brassica napus</u>
Perejil .....	<u>Petroselinum sativum</u>

Cultivo

Porro .....	<u>Allium porrum</u> L.
Quelite .....	<u>Chenopodium album</u> L.
Rábano .....	<u>Raphanus sativus</u> L.
Romero .....	<u>Suaeda torrevana</u> L.
Tomate de cáscara ...	<u>Physalis ixocarpa</u>
Verdolaga .....	<u>Portulaca oleracea</u>
Yerbabuena .....	<u>Mentha sativa</u>
Zanahoria .....	<u>Daucus carota</u> L.

Además de los cultivos antes mencionados, se cultivan también plantas de ornato y plantas que se venden como flores.

Plantas de ornato que se venden en macetas y chapines: rosas, claveles, bugambillias, pensamientos, panalillos, violetas imperiales violetas japonesas, glorias, azalias, camelias, magnolias, lirios, azucenas, alcatraces, aretillos, geranios, laureles, madre selvas, salvias, margaritas, etc.

Plantas que se comercializan por sus flores: gladiolas, crisantemas claveles, margaritas, rosas, alhelies, nubes y zempasuchitl o cem-poalxochitl principalmente.

Las plantas medicinales que son cultivadas con fines comerciales son: borraja, ruda, anís, flor de azhar, hinojo, agenjo, epazote, yerbabuena, albahacar, ruda, romero, cedrón y manzanilla.



De las plantas arbustivas que se explotan comercialmente son: palo de rosa, trueno, tamarís, jacaranda, magnolia, mimosa, olivo, fresno, nispero, manzana, limon, pera, ciruelo, higo, aguacate, nogal, chabacano y granada.

La explotación comercial de plantas ornamentales y frutales: en el pueblo de San Gregorio Atlapulco, representa en la actualidad un 30% de los cultivos establecidos aproximadamente (datos obtenidos de encuestas realizadas con chinamperos).

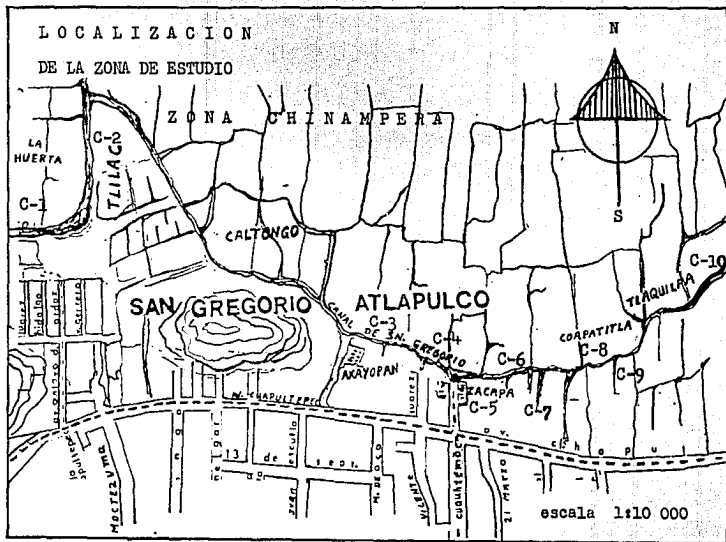
## 7. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

### LOCALIZACION

San gregorio Atlapulco se encuentra localizado al Sureste de la ciudad de México, y es uno de los catorce pueblos que integran la delegación de Xochimilco.

La zona de estudio se localiza en la parte central de San Gregorio entre los meridianos  $99^{\circ}04'00''$  y  $99^{\circ}02'30''$  de longitud Oeste y  $19^{\circ}16'00''$  y  $19^{\circ}15'00''$  de latitud norte.

La altitud aproximada es de 2238 m; colinda por la parte norte con Tlahuac, en el sur con Milpa alta, hacia el este con San Luis Tlaxialtemalco y hacia el oeste con Xochimilco.



C= Calicata

MAPA 1

## GEOLOGIA

Las cadenas montañosas como la Sierra Nevada, Sierra de las Cruces y Sierra del Ajusco son parte del Eje Volcánico o Cordillera Neovolcánica. Estas montañas se formaron por actividad eruptiva y están constituidas por rocas ígneas efusivas neovolcánicas.

Estas rocas pertenecen a una serie de erupciones que tuvieron lugar en diferentes épocas de los periodos Terciario y Cuaternario, durante los cuales estas cadenas montañosas adquirieron los rasgos de su paisaje, topografía y características climáticas actuales.

Están constituidas de andesita de hornblenda, como producto de las erupciones más antiguas de las formaciones geológicas del Distrito Federal y corrientes basálticas de olivino de las formaciones más recientes, constituyendo el núcleo principal del macizo montañoso de la serranía del Ajusco; aunque la andesita de hiperstena aparece en porciones reducidas mientras que los basaltos aparecen rodeando completamente a la andesita de hornblenda que ha quedado como en islas, en medio de las corrientes basálticas comunmente de olivino de erupciones más recientes (Roseta, 1961).

Al sureste del pueblo de San Gregorio Atlapulco, el volcán del Teuhtli ha cubierto con sus corrientes basálticas en una parte de su extensión a la andesita de hornblenda e hiperstena, que forma parte de las laderas del Ajusco.

MAPA GEOLOGICO

19°17'30"

99°02'30"

19°17'30"

19°15'00"

19°15'00"

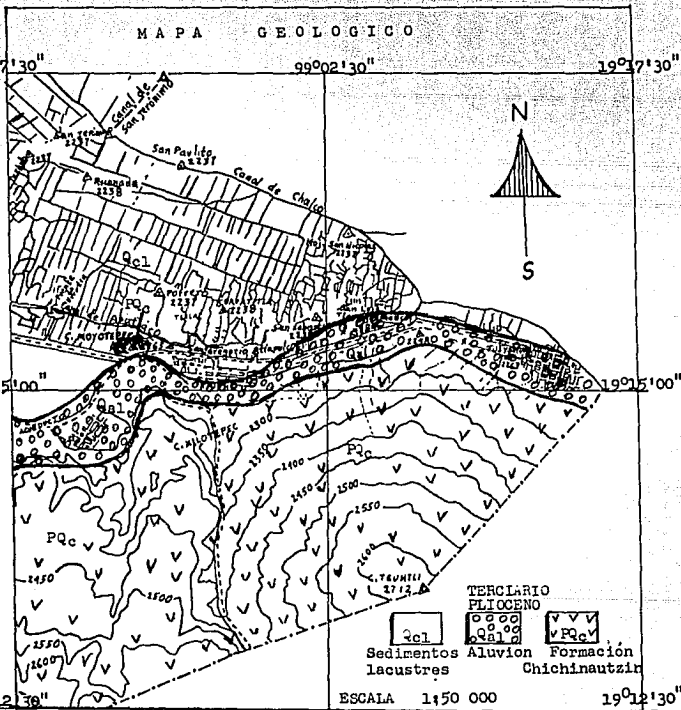
19°12'30"

99°05'00"




ESCALA 1:50 000

19°12'30"




99°00'00"






TERCIARIO  
FLIOCENO

		
Sedimentos lacustres	Aluvion	Formacion Chichinautzil

SIMBOLOS

Pueblo   
 Limite de Delegacion   
 Vertice geodesico 

Curva maestra   
 Camino transitable (en todo tiempo)   
 Vertice topografico 

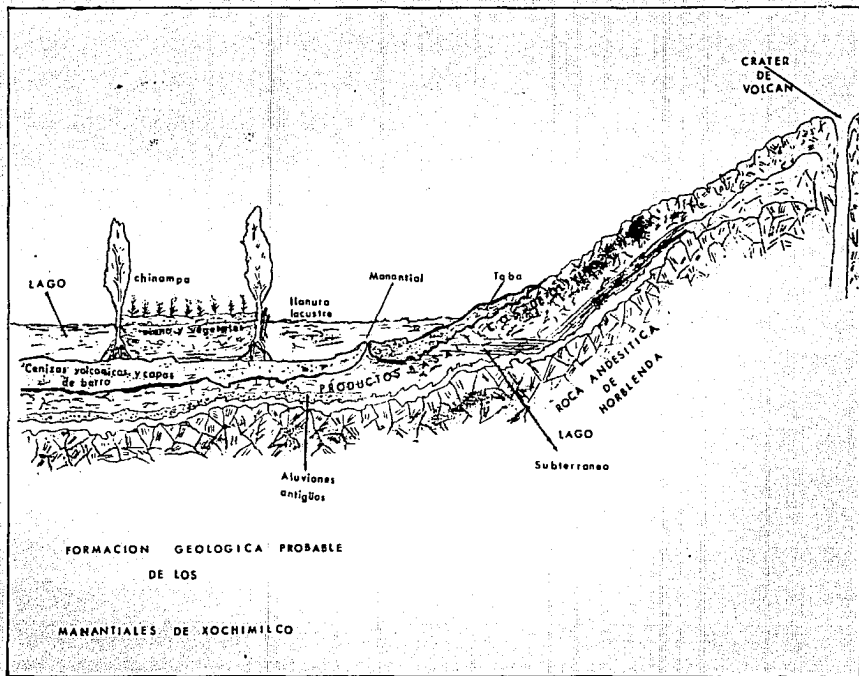


FIG. 4.

El escurrimiento de lava arrojado por el Teuhtli, se dirige hacia el norte principalmente.

En esta ladera se ven escalones de basalto cubiertos por cenizas finas, debidas probablemente a otras erupciones más recientes como la producida por el cono Tzompole.

El magma arrojado por el Teuhtli contiene principalmente basalto de olivino, cristales de labradorita y augita; estos últimos en los márgenes de la llanura en donde se localiza el pueblo de San Gregorio, al igual que San Luis Tlaxialtemanco y tulyehualco.

La parte baja de San Gregorio Atlapulco, esta formada por depósitos aluviales que corresponden al Pleistoceno y Oligoceno.

Esta llanura ha sido rellenada con productos de denudación o acarreo, a través de varios miles de años (Mooser, 1960).

## HIDROLOGIA

Antiguamente los lagos de Chalco y Xochimilco, formaban un solo cuerpo en el cual desembocaban las aguas de los ríos Ameca, Milpa Alta, San Lucas y San Buenaventura. Estos lagos también recibían agua de los numerosos manantiales que existían en la orilla de ésta región, aunque se menciona que Xochimilco se alimentaba principalmente de manantiales (Palerm, 1972).

El pueblo de San Gregorio poseía manantiales, que en el pasado brotaban en las orillas del pueblo agregando sus aguas a los canales de la zona chinampera; en la actualidad éstos manantiales abastecen de agua a la ciudad de México. Los más conocidos eran: el Ttilac, el de la Espejera, Caltongo, Coacomac y el de Tlapechicali.

Los canales que todavía existen en esta región son: canal de Apatlaco, canal de Tezhuila, San Sebastian, Chalco y el canal de el Bordo, sirviendo este último de división entre la chinampería y los terrenos del ejido de San Gregorio Atlapulco.

Los canales tuvieron una gran importancia en el pasado ya que servían como medio de comunicación y transporte en la chinampería; facilitando de este modo el acarreo de productos agrícolas a los mercados de la capital azteca.

Los cronistas españoles del siglo XVI afirman que cientos de canoas cargadas con maíz, frijol, calabaza, chile, alegría, chíá, quelites y flores; producidos en las chinampas de Xochimilco, llegaban diariamente a la ciudad de México (Palerm, op.cit.).



## CLIMA

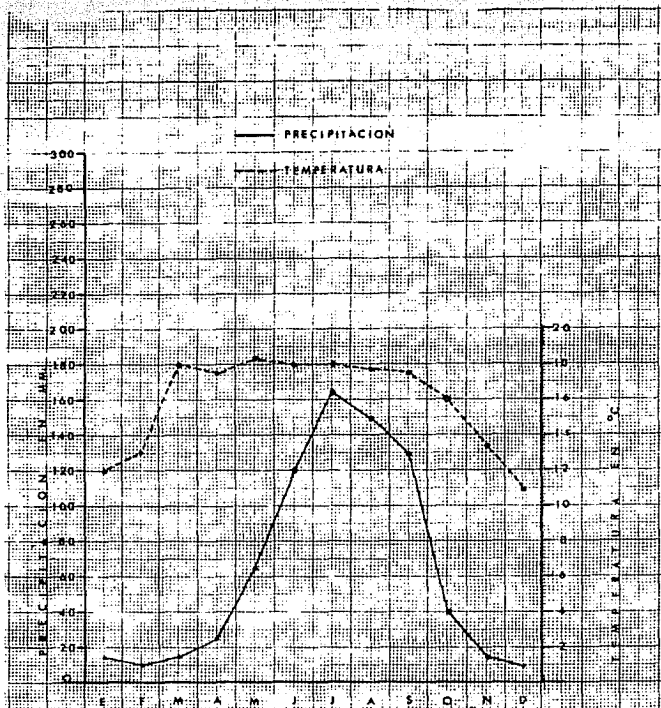
El clima de San Gregorio Atlapulco, según la carta climática de escala 1:50 000 (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1970), presenta el siguiente clima:

Coordenadas	Temperatura Anual en °C	Años	Precipitación Anual	Clima
19°15' (Lat.) 99°03' (Long.)	15.7	13	702.1	C(W <sub>1</sub> )(W)b(1') Templado

Las lluvias se presentan durante la estación de Verano y Otoño, esto como consecuencia del acercamiento del territorio nacional a la zona ecuatorial. En la región se pueden distinguir dos tipos de clima, uno correspondiente a la parte más alta de los declives situados al Sur del pueblo, donde la temperatura media es superior a 10°C y el otro que corresponde a la zona de la chinampería y ejido, donde la temperatura media del mes más cálido es inferior a 22°C.

Las isotermas anuales características de este lugar, siguen aproximadamente las curvas de nivel mostrando de una manera clara la influencia de la altitud, en relación a la temperatura.

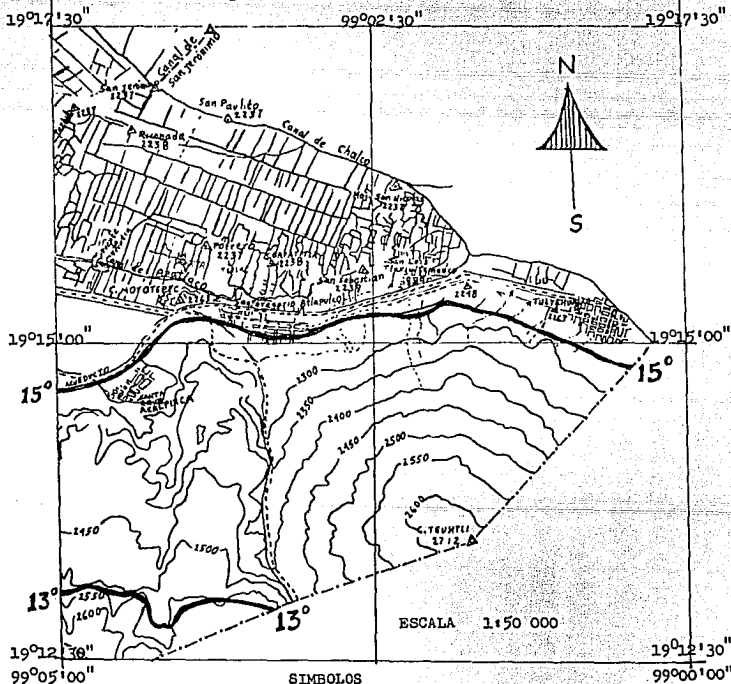
La isoterma anual de 15°C se encuentra en la base de las montañas que circundan al Valle de México, la cual coincide con la zona estudiada. También se encuentra atravesando la zona de trabajo, la isoyeta correspondiente a 800 mm; la precipitación total anual es de 1200 mm.



LATITUD 19° 16'  
 LONGITUD 99° 03'  
 ALTITUD 2238  
 PRECIPITACION ANUAL 702.1 mm  
 TEMPERATURA ANUAL 15.7°C

FIG. 5.

# ISOTERMAS ANUALES

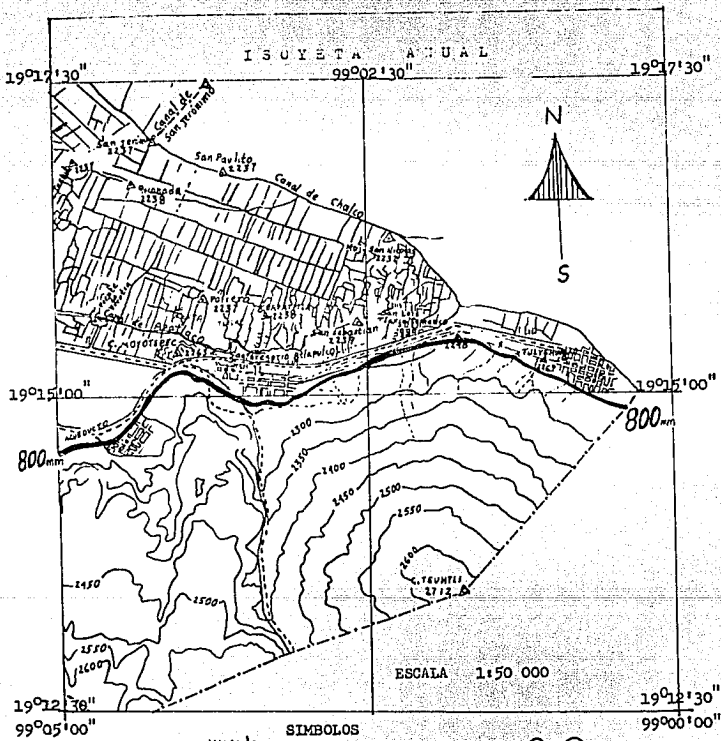


ESCALA 1:50 000

## SIMBOLOS

- |                      |  |                                     |  |
|----------------------|--|-------------------------------------|--|
| Pueblo               |  | Curva maestra                       |  |
| Límite de Delegación |  | Camino transitable (en todo tiempo) |  |
| Vértice geodesico    |  | Vértice topografico                 |  |

MAPA 3.



SIMBOLOS

- |                      |  |                                     |  |
|----------------------|--|-------------------------------------|--|
| Pueblo               |  | Curva maestra                       |  |
| Límite de Delegación |  | Camino transitable (en todo tiempo) |  |
| Vertice geodesico    |  | Vertice topografico                 |  |

## VEGETACION

Los conocimientos actuales acerca de la cubierta vegetal de las chinampas, no permiten una apreciación muy detallada de las especies originarias de esta zona, pues en su mayoría han sido introducidas por el hombre a esta región de una manera directa ó indirecta.

La vegetación de la llanura lacustre esta representada principalmente por sus típicos ahuejotes en asociación con otras plantas de menor talla. Estas especies son utilizadas por los chinamperos, como fuente de materia orgánica y para la protección de las plantas que se cultivan en esta zona.

La vegetación acuática esta formada por las siguientes especies: Asociaciones flotantes de Scirpus americanus (xacatule o zacate cuadrado) y Eleocharis palustris.

Potamogeton pectinatus, planta que se fija al fondo de los canales y se le conoce con el nombre de granza o pasto acuático.

Hydrocotyle ranunculoides, hierba acuática con tallos huecos y hojas lustrosas palmátilobuladas; se conoce con los nombres de ombligo de Venus o centavillo y se encuentra normalmente asociada con Eichhornia crassipes.

Lemna gibba, planta minúscula flotante, no arraigada y capaz de multiplicarse con gran rapidez durante el Verano; se conoce comunmente como lentejilla, chilacastle y chichicastle.

Eichhornia crassipes, planta de hojas y tallos globosos utilizada por algunas personas como forraje de ganado vacuno y abono para las chinampas; se le conoce comunmente por huachinango o lirio acuático.

Helodea spp., esta planta (alga) es común encontrarla en asociación con granza y se utiliza para alimentación y abrigo de peces de acuarios.

La vegetación terrestre se ve representada por las especies siguientes:

Salix bomplandiana, este árbol es típico encontrarlo sembrado en los márgenes de las chinampas. Se le utiliza para la retención de los suelos, de sostén para plantas trepadoras como las de las familias de hipomeas y cucurbitáceas; además de servir de barrera amortiguadora de heladas, granizadas y vientos fuertes.

Se le conoce comunmente como sauce ahuejote o simplemente ahuejote. (Vanegas, 1978)

Salix babilónica, este árbol es menos típico que los ahuejotes, sin embargo es utilizado para la misma finalidad; además de aprovechar su ramaje secundario para la fabricación de cestos y canastas de artesanía.

Gynerium sagittatum, es el llamado carrizo que se utiliza para la construcción de cercos protectores de algunos almácigos y es explotado para la fabricación de canastos y canastas que se utilizan en el transporte de los productos agrícolas de la zona. También con esta planta se fabrican instrumentos musicales como las flautas.

Zantedeschia aethiopica, planta herbácea introducida a las chinampas en época de la colonia, sirve para contener con mayor eficacia los bordes que quedan entre los ahuejotes; además brindan humedad y materia orgánica al suelo.

Esta planta se explota mediante la venta de sus flores y la venta en macetas como planta de ornato.

Casuarina glauca, este árbol posee una considerable resistencia a suelos con un alto contenido de sales y es capaz de subsistir en suelos húmedos como los de las chinampas; aunque no alcanzan un desarrollo óptimo, lo que limita la siembra de los mismos en chinampas por ello sólo se le encuentra en lugares donde el agua ha desaparecido casi en su totalidad.

Se le conoce comunmente como pino de australia.

Urtica dioica, planta herbácea poco ramosa y cubierta de abundantes pelos urticantes. Se encuentra generalmente en las orillas de zanjas y canales; es utilizada por algunos chinamperos en el tratamiento de males reumáticos y se le conoce comunmente como ortiga.

Echinochloa crusgavonia, llamado zacate robusto es una planta del grupo de las gramíneas y se utiliza con fines de alimentación para animales domésticos.

Cynodon dactylon, este zacate es conocido como zacate rastrojero ó pata de gallo.

Hordeum adscendens, zacate abundante en la mayoría de las chinampas incluso en lugares donde hay suelos con considerables cantidades de sales y es capaz de invadir cualquier chinampa durante el verano se se le da oportunidad.

Los agricultores de estas zonas le consideran una plaga para los cultivos. Se le conoce como pasto criollo.

Tridax trilobata, planta herbacea que se desarrolla en suelos en donde se cultiva maíz, se le conoce comunmente como tecillo o acahual.

Tithonia tubiformis, planta herbacea que se encuentra comunmente en chinampas que empiezan a ser descuidadas en su laboreo, se conoce con el nombre de gigantón.

En las zonas de atracción turística, se han introducido especies arbustivas como Eucalyptus glóbulus, al cual se considera originario de Australia, pero que se desarrolla perfectamente en este tipo de suelos. Este tipo de árboles se les encuentra en la zona entre San Gregorio y Xochimilco.

La vegetación correspondiente a la parte elevada de San Gregorio se encuentra distribuida de la manera siguiente:

Zona de bosque mixto

Zona de agricultura mixta

Zona de plantas xerófilas y cultivos

Zona de cultivo de cereales y frutales



## FAUNA

La fauna de la región, al igual que en cualquier otro lugar del Distrito Federal: la diversidad y cantidad de especies existentes esta condicionada al avance urbano que día a día, disminuye las áreas arboladas y de cultivo que sirven de fuente alimenticia y de refugio natural para la fauna silvestre.

Entre la fauna que existe en las chinampas, abundan diversas clases de aves entre las que destacan las agachonas, gallaretas garzas blancas, patos reales, chichicuilotos, tordos, gorriones alondras, pinzones llamados comunmente como chillones, tángaras rojas, mosquiteros ó papamoscas, pájaros carpinteros, tecolotes, lechuzas, verdugillos, hurracas, huitlacoques, primaveras, etc.

De los reptiles típicos se encuentran las lagartijas, culebras de agua, lagartijos acuáticos, salamandras, etc.

De los mamíferos se encuentran las ardillas, comadrejas, tlacoaches tuzas, ratas y zorrillos.

De las especies de menor talla, se encuentran diversas especies de hormigas, moscas, crisopas, escarabajos acuáticos y terrestres libélulas, terms, mariposas, saltamontes y en los canales se encuentran carpas, charales llamados comunmente como michipatlates ranas, sapos, ajolotes, etc.

Algunas especies se han salvado por el momento de una extinción y otras han aumentado su población notablemente, como sucede con las garzas blancas ó chapulineras.

(Datos obtenidos de visitas y encuestas hechas en la zona de estudio)

## SUELOS

Los primeros intentos sobre la clasificación de los suelos tuvieron carácter empírico, pues los agricultores se referían a la textura y así se tenían suelos arcillosos, arenosos, limosos, etc.

La clasificación de los suelos es sin lugar a duda complicada; existen en la actualidad varios sistemas para llevar a cabo tal fin.

Partiendo de la clasificación que se haga de un suelo, podemos conocer en gran parte sus propiedades físicas, química y biológicas.

Por el motivo antes mencionado, es necesario decir que los suelos de chinampas son clasificados como Antrópicos y el sistema de clasificación que se siguió es el de la 7ª. Aproximación USDA aplicada para varios sitios de México, relacionados con las clases de rocas, climas, vegetación, topografía y geología (Aguilera, 1990).

## 8. MATERIAL Y METODOS

Se realizaron 10 calicatas, haciendo un total de 128 muestras. Dichas calicatas fueron hechas a lo largo del canal de Apatlaco. Las calicatas se efectuaron en las zonas denominadas: la Huerta, Tlilac, Caltongo, Axayopan, Zacapa, Coapatitla y Tlaquilpa. Las muestras fueron tomadas cada 10 cm, posteriormente se secaron y tamizaron empleando una malla de 2.0 mm de diámetro; a estas muestras se les hizo las siguientes determinaciones:

### Análisis físicos

1. Color en seco y húmedo, según el código internacional de Munsell (1975).
2. Densidad aparente, por el método de la probeta (Baver, 1964).
3. Densidad real, por el método del picnómetro (Baver, 1964).
4. Porcentaje del espacio poroso, por la relación del cociente de Densidad aparente y Densidad real.
5. Textura, por el método de Boyoucos (1963).

### Análisis químicos

1. pH, relación 1:2.5 con agua destilada y con KCl 1N pH 7, por el método del potenciómetro (Corning modelo 7).
2. Materia orgánica, por el método de Walkley y Black, modificado por Walkley.
3. Capacidad de intercambio catiónico total, por el método de centrifugación, utilizando  $\text{CaCl}_2$  pH 7 1N, lavando con alcohol etílico al 96% y como eluyente el NaCl pH 7 1N. Se tituló con versenato (EDTA) 0.04N (Jackson, 1982).

4. Calcio y Magnesio, se extrajeron utilizando acetato de amonio 1N pH 7 centrifugando y valorando después con versenato (EDTA) (Jackson, 1982).
5. Sodio y Potasio, se toma una parte del centrifugado con acetato de amonio y se determinó la valoración en un flamómetro Corning Mod. 400 (Jackson, 1982).
6. Nitratos, se extrajeron con  $\text{CuSO}_4$  1N y  $\text{AgSO}_4$  0.6% utilizando para obtener el filtrado, papel filtro seco del #2. Se colocó una alícuota en una capsula de evaporación y se le agregó ácido fenoldisulfónico. Se lee en el fotocolorímetro a una longitud de 420 y se valora comparando los resultados con los valores de la curva de calibración, hecha con una solución de 10 ppm.
7. Fósforo asimilable, por el método de Bray 1 y Olsen (Jackson, 1982).

Sólo se realizó el análisis de pastas de saturación a las muestras que presentaron un pH mayor de 7.

Las determinaciones que se realizaron son las siguientes:

1. pH de la solución del suelo, se valoró por el método potenciométrico.
2. Conductividad eléctrica, mediante un puente de conductividad (Jackson, 1970).
3. Carbonatos y Bicarbonatos, por el método volumétrico (Jackson, 1982).

4. Cloruros, por el método de Mohr (1949).
5. Calcio y Magnesio solubles, extrayendo con acetato de amonio y titulado con versenato (Jackson, 1982).
6. Sulfatos, se determinaron por gravimetría, en forma de sulfatos de bario (Jackson, 1982).
7. Sodio y Potasio, se determinaron por flamometría (Jackson, 1970)

## 9. RESULTADOS

### Calicata 1.

(Profundidad 0-110 cm)

El color del suelo en seco es gris 10 YR 5/1 de 0 a 30 cm, gris oscuro 10 YR 4/1 de 30 a 90 y gris muy oscuro 10 YR 3/1 de 90 a 110 cm. El color en húmedo es negro 10 YR 2/1.

La textura que presenta la superficie es franco-limosa, de 10 a 40 cm es franca, de 40 a 70 cm franco-arcillosa y de 70 a 110 cm es franca.

La densidad aparente (D.A.) varía de 0.56 a 0.46 g/cc: disminuyendo con la profundidad hasta los 90 cm en donde presenta un valor de 0.48 g/cc, aumentando ligeramente en los siguientes 20 cm llegando a 0.50 g/cc.

La densidad real (D.R.) es baja y oscila entre 1.92 a 1.70 g/cc.

La porosidad es alta y varía de 75.2 a 62.2 %.

El pH con agua destilada relación 1:2.5, es alcalino en la superficie y ligeramente ácido a mayor profundidad presentando valores de 8.6 a 6.4; con KCl (relación 1:2.5) varían de 7.9 a 5.6 .

La materia orgánica (M.O.) presenta valores que oscilan entre 46.4 y 27.0 %, en la superficie se tiene un valor de 30.8 %. Este valor disminuye con la profundidad hasta los 50 cm, en donde tiene 29.1% a partir de esta profundidad, vuelve a aumentar al igual que la capacidad de intercambio catiónico total, haciéndose notorio en la profundidad de 90 a 110 , en donde llega a 46.4%.

El fósforo (P), varía de 60.7 a 23.5 ppm, teniendo de 70 a 80 cm el valor más bajo y de 20 a 30 cm el más alto.

Los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), varían de 51.2 a 39.5 ppm teniendo de 30 a 40 cm el valor más alto.

En cuanto a los cationes intercambiables, el calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) presenta una variación de 7.6 a 1.4 meq/100 g de suelo, teniendo de 100 a 110 cm de profundidad el valor más alto y de 70 a 80 cm el más bajo.

El magnesio varía de 21.2 a 4.0 meq/100 g, registrando el valor más alto de 0 a 10 cm. El sodio varía de 4.9 a 3.7 meq/100 g, teniendo de 40 a 50 cm el valor más alto y de 100 a 110 cm el más bajo.

El potasio ( $\text{K}^+$ ), varía de 1.7 a 1.0 meq/100 g, teniendo de 0 a 10 cm el valor más alto y de 20 a 50 cm el más bajo.

La capacidad de intercambio catiónico total (CICT) es alta, variando de 67.2 a 47.0 meq/100 g, teniendo de 90 a 110 cm el valor más alto y de 20 a 30 cm el más bajo.

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI), varía de 9.9 a 5.5, teniendo de 40 a 50 cm el valor más alto y de 100 a 110 cm el más bajo.

(Cuadro 1, gráfica 1)

En el extracto de las pastas de saturación, el pH de la solución del suelo es alcalino y los valores varían de 8.4 a 7.8, disminuyendo el valor más alto al aumentar la profundidad.

La conductividad eléctrica (CE) en la superficie es de 2.4 mmhos/cm a 25°C, aumenta en los siguientes 30 cm a 5.8 y disminuye en la profundidad hasta 2.1 mmhos/cm.

El  $\text{Ca}^{++}$  soluble varía de 12.0 a 2.0 meq/l, el  $\text{Mg}^{++}$  oscila de 18.0 a 2.0 meq/l, en los primeros 50 cm los valores son altos y disminuyen con la profundidad hasta llegar al valor de 2.0 meq/l. El sodio  $\text{Na}^+$  varía de 62.8 a 30.8 meq/l, el valor más alto se localiza en la profundidad de 10 a 20 cm y el  $\text{K}^+$  va de 0.7 a 0.2 meq/l, el valor más alto se obtuvo de 10 a 20 cm y el más bajo de 60 a 70 cm.

Los aniones solubles como los cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), presentan variaciones de 51.0 a 35.0 meq/l, los sulfatos ( $\text{SO}_4^{--}$ ) varían de 22.2 a 1.8 meq/l el más alto de los valores se localizó de 0 a 10 cm y el más bajo de 90 a 100 cm.

Los carbonatos ( $\text{CO}_3^{--}$ ) no se encontraron a lo largo de la calicata. (usando el método de Reitemeier, 1946).

Los bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) varían entre 3.2 y 1.6 meq/l, el de 3.2 corresponde a la profundidad de 50 a 60 cm y el valor más bajo de 70 a 90 cm.

Los sólidos totales, oscilan de 3.4 a 1.4 %, el valor más alto esta de 10 a 20 cm y el más bajo de 0 a 10 cm.

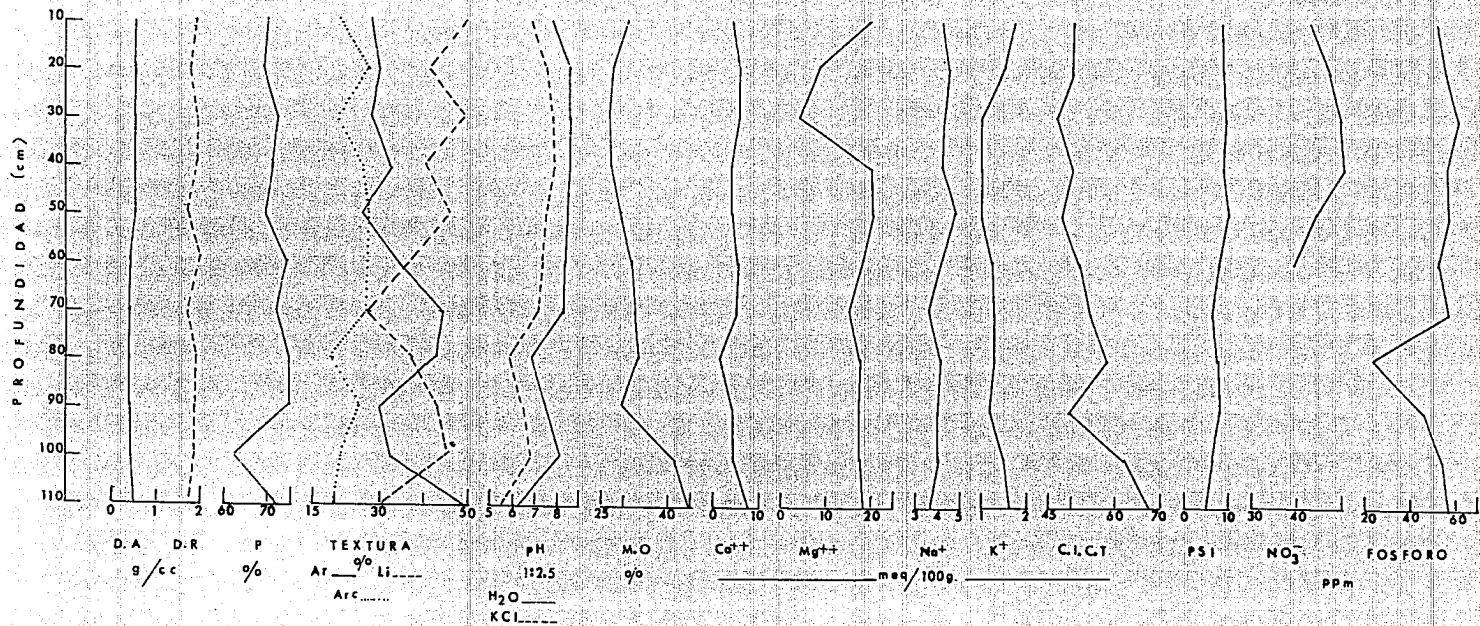
(Cuadro 2, gráfica 2)



Cuadro 1. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata No. 1  
 Procedencia: Chinampas de San Gregorio Atlapulco. Material parental:  
 Depósitos lacustres. Clima: Templado subhúmedo con temperatura anual  
 de 15.7<sup>0</sup>C, con precipitación anual de 702mm. Altitud de 2237m.s.n.m  
 Vegetación: Salix bomplandiana en asociación con otras plantas  
 senores. Cultivo: Agricultura mixta.

Prof. cm	Color		Textura			D.A g/cc	D.R	P %	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O %	Pósforo ppm	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	ClCT	PSI %	
	Seco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc														
0-10	10YR5/1	10YR2/1	28.8	49.6	21.6	0.56	1.92	70.3	7.8	6.8	30.8	52.0	43.1	4.8	21.2	4.3	1.7	50.2	8.1
	Gris	Negro	Franco-limoso																
10-20	10YR5/1	10YR2/1	30.8	41.6	27.6	0.54	1.80	69.8	8.6	7.5	27.9	55.0	47.1	6.0	8.0	4.5	1.5	50.0	8.8
	Gris	Negro	Franco																
20-30	10YR5/1	10YR2/1	28.6	49.8	21.6	0.53	1.91	72.5	8.6	7.8	27.0	60.7	49.8	6.0	4.0	4.3	1.0	47.0	9.1
	Gris	Negro	Franco																
30-40	10YR4/1	10YR2/1	32.8	40.8	26.4	0.54	1.90	71.2	8.6	7.9	27.9	57.0	51.2	4.0	20.2	4.2	1.0	50.7	8.4
	Gris obscuro	Negro	Franco																
40-50	10YR4/1	10YR2/1	26.4	46.0	27.6	0.52	1.75	70.0	8.5	7.5	29.1	58.7	43.1	4.4	20.4	4.9	1.0	48.6	9.9
	Gris obscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
50-60	10YR4/1	10YR2/1	34.8	37.6	27.6	0.49	1.98	74.9	8.4	7.4	32.0	52.5	39.5	5.8	18.8	4.2	1.3	52.6	7.9
	Gris obscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
60-70	10YR4/1	10YR2/1	44.8	27.6	27.6	0.48	1.74	72.6	8.3	7.2	32.4	57.0	-	5.6	15.4	3.7	1.3	54.6	6.7
	Gris obscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
70-80	10YR4/1	10YR2/1	43.0	37.6	19.4	0.46	1.89	75.2	6.9	5.9	33.2	23.5	-	1.4	18.0	4.2	1.3	58.0	7.2
	Gris obscuro	Negro	Franco																
80-90	10YR4/1	10YR2/1	30.8	43.6	25.6	0.46	1.88	75.2	7.6	6.5	30.9	45.5	-	4.8	17.6	4.0	1.2	50.0	8.0
	Gris obscuro	Negro	Franco																
90-100	10YR3/1	10YR2/1	32.8	45.6	21.6	0.48	1.87	62.2	8.1	6.9	41.3	54.5	-	4.4	17.2	4.0	1.5	62.2	6.4
	Gris muy obs.	Negro	Franco																
100-110	10YR3/1	10YR2/1	48.4	31.6	20.0	0.50	1.76	71.4	6.4	5.6	46.4	58.7	-	7.6	18.4	3.7	1.6	67.2	5.5
	Gris muy obs.	Negro	Franco																

GRAFICA 1 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 1

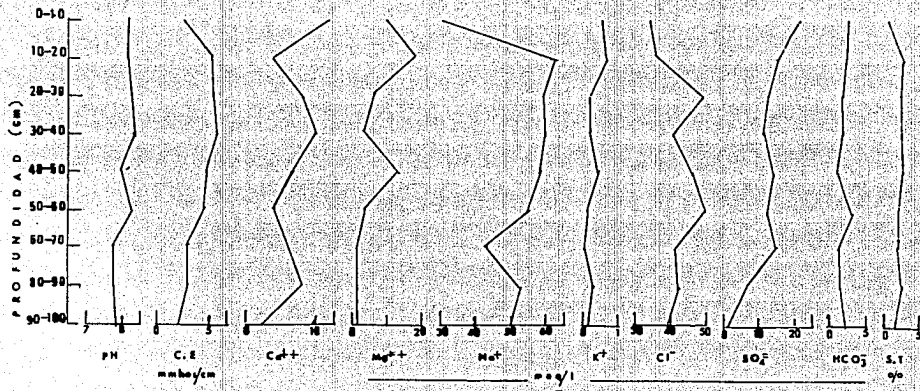


CUADRO 2 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 1

Prof. cm	pH'	C.E mmhos/cm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> meq/l	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> meq/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Solidos Totales %
0-10	8.2	2.4	12.0	10.0	30.8	0.65	35.0	22.2	2.8	1.4
10-20	8.2	5.1	4.0	18.0	62.8	0.75	37.0	15.2	2.8	3.4
20-30	8.3	5.4	8.0	6.0	58.9	0.25	50.0	13.7	2.0	2.6
30-40	8.4	5.8	10.0	4.0	61.0	0.27	41.0	12.1	2.0	2.6
40-50	8.0	4.9	6.8	14.0	58.9	0.57	47.0	14.5	1.6	2.9
50-60	8.3	4.5	4.0	4.0	55.4	0.23	51.0	13.7	3.2	2.2
60-70	7.8	3.0	6.0	2.0	48.0	0.20	42.0	14.9	1.6	2.1
80-90	7.8	3.0	8.0	2.0	52.3	0.30	43.0	6.8	1.6	2.9
90-100	7.9	2.1	2.0	2.0	50.0	0.26	40.0	1.8	2.4	2.0

CO<sub>3</sub> no detectaron.

GRAFICA 2 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 1



S.T= Salidas Totales

## Calicata 2

(Profundidad 0-90 cm)

El color del suelo en seco es gris oscuro 10 YR 4/1. El color en húmedo es negro 10 YR 2/1.

La textura es variable a lo largo de la calicata, siendo de 0 a 10 cm franca, de 10 a 30 cm franco-arcillosa, de 30 a 40 cm franca y de 40 a 90 cm franco arcillosa.

La densidad aparente (D.A.) varía de 0.60 a 0.48 g/cc, se presenta una ligera tendencia a disminuir con la profundidad. La densidad real oscila entre 1.74 y 1.55 g/cc.

La porosidad presenta una variación de 72.0 a 62.3%; el valor más alto se encuentra en la profundidad de 40 a 50 cm.

El pH con agua destilada, es fuertemente alcalino de 0 a 40 cm, medianamente alcalino de 40 a 60, ligeramente alcalino de 60 a 90, los valores fluctúan entre 9.0 a 7.4. Con KCl es medianamente alcalino de 0 a 30 cm, neutro de 30 a 40, medianamente alcalino de 40 a 50 neutro de 50 a 60, ligeramente ácido de 60 a 90 cm, sus valores varían entre 7.9 y 6.3.

La materia orgánica varía de 30.7 a 28.1 %, el contenido más alto se localiza de 0 a 20 cm, de 20 a 90 cm disminuye ligeramente.

El fósforo varía entre 68.7 y 53.0 ppm, el valor más alto se encuentra de 40 a 60 cm y de 0 a 10 cm el valor más bajo.

Los nitratos varían entre 31.4 y 11.2 ppm; los valores disminuyen al aumentar la profundidad.

Los cationes intercambiables como el calcio, varía de 9.9 a 6.4 meq/100 g, de 0 a 20 cm y de 80 a 90 cm se encontraron los valores más altos. El magnesio varía de 17.4 a 22.0 meq/100 g; estos valores son notablemente más altos que el calcio. El sodio oscila entre 5.2 y 4.9 meq/100 g encontrando el valor de 5.2 en muestra de 0 a 10 cm.

Los valores del potasio van de 4.5 a 1.3 meq/100 g, en las capas de 0 a 60 cm la concentración disminuye a 1.3 y de 60 a 90 cm aumenta ligeramente.

La capacidad de intercambio catiónico total, oscila de 35.6 a 66.0 meq/100 g; teniendo el valor de 66.0 en la capa de 80 a 90 cm.

El porcentaje de sodio intercambiable, varía de 12.1 a 7.5 encontrando los valores más altos de 0 a 30 cm y el más bajo de 80 a 90 cm.

(Cuadro 3, gráfica 3)

En el extracto de las pastas de saturación, el pH oscila de 8.7 a 7.1 y la conductividad eléctrica varía de 5.0 a 1.2 mmhos/cm; los valores descienden al aumentar la profundidad.

El calcio soluble varía de 16.0 a 4.0 meq/l, encontrando el valor más alto de 50 a 60 cm. Los valores para el magnesio oscilan de 14.0 a 2.0 meq/l, teniendo el valor 14.0 en la profundidad de 30 a 40 cm. Los valores para el sodio van de 55.4 a 25.5 meq/l. El potasio varía de 1.01 a 0.06 meq/l, teniendo el valor de 1.01 en la capa de 30 a 40 cm.

De los aniones solubles, los cloruros varían de 73.0 a 39.0 meq/l teniendo el valor de 73.0 las capas de 10 a 70 cm y de 39.0 la capa de 70 a 80 cm. Los sulfatos van de 13.7 a 7.7 meq/l, teniendo el valor más alto en la capa de 40 a 50 cm.

No se encontraron carbonatos. Los bicarbonatos varían de 3.2 a 1.2 meq/l, encontrando los valores más altos en las capas de 0 a 20 cm.

Los sólidos totales van de 3.7 a 1.1%, encontrando el valor más alto de 40 a 50 cm.

(Cuadro 4, gráfica 4)

Cuadro 3. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la Calicata No. 2

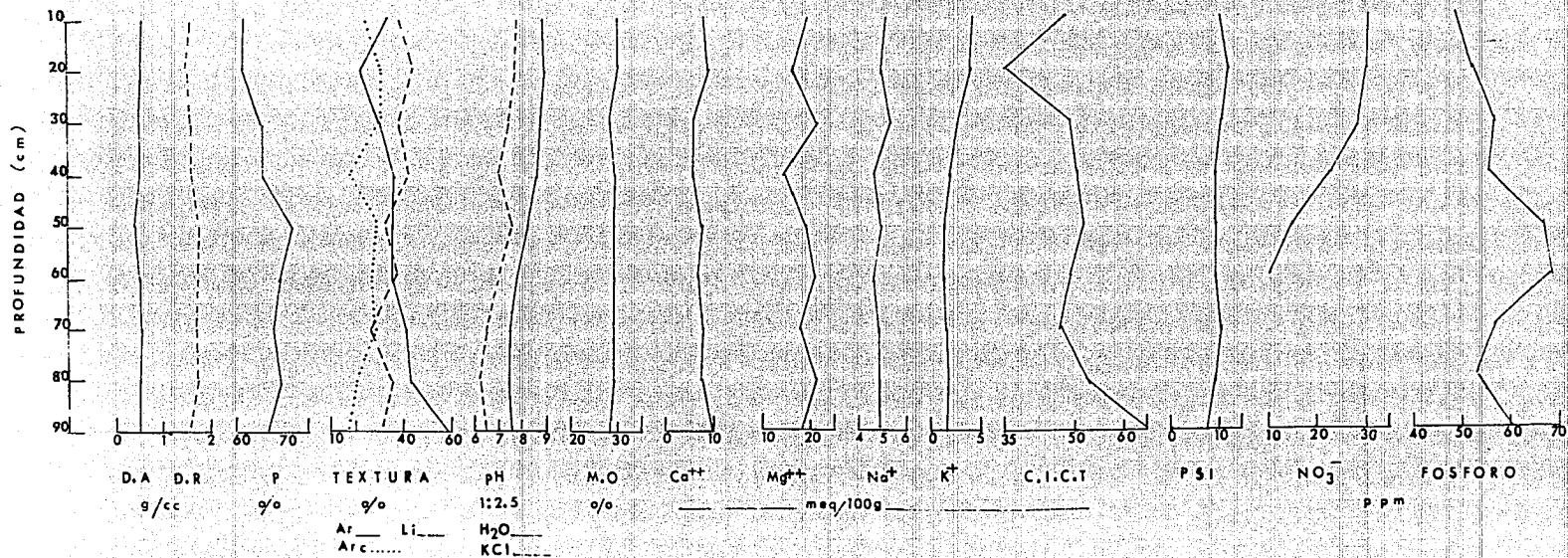
Procedencia: Chinampas de San Gregorio Atlapulco. Material parental:  
 Depósitos lacustres. Clima: Templado subhúmedo con temperatura anual  
 de 15.7°C, con precipitación anual de 702mm. Altitud de 2237 m.s.n.m  
 Vegetación: Salix bomplandiana en asociación con otras plantas  
 menores. Cultivo: Agricultura mixta.

Prof. cm	Color		Textura			D.A g /cc	D.R %	P %	pH		M.O %	Fósforo ppm	NO <sub>3</sub>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CICP	PSI %
	Seco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc				H <sub>2</sub> O	KCl									
0-10	10YR4/1	10YR2/1	34.0	39.6	26.4	0.60	1.60	62.5	8.9	7.9	30.7	49.5	31.4	8.8	19.2	5.2	4.5	48.8	10.6
	Gris obscuro	Negro	Franco																
10-20	10YR4/1	10YR2/1	23.6	44.0	32.4	0.58	1.55	62.3	9.0	7.8	30.6	53.0	31.4	9.9	17.4	5.0	4.4	35.6	12.1
	Gris obscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
20-30	10YR4/1	10YR2/1	30.4	39.6	30.0	0.55	1.62	66.1	8.8	7.5	28.8	57.0	29.3	6.4	22.0	5.4	3.5	49.6	10.9
	Gris obscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
30-40	10YR4/1	10YR2/1	36.8	43.8	19.4	0.53	1.60	66.3	8.6	7.1	29.6	56.2	23.3	6.8	15.0	4.7	2.1	51.0	9.3
	Gris obscuro	Negro	Franco																
40-50	10YR4/1	10YR2/1	36.6	33.4	30.0	0.48	1.73	72.0	8.3	7.7	29.1	67.0	15.3	8.0	19.0	5.0	1.5	52.4	9.6
	Gris obscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
50-60	10YR4/1	10YR2/1	36.4	36.4	27.2	0.52	1.73	69.9	7.9	7.0	29.3	68.7	11.2	7.0	21.0	4.6	1.3	49.8	9.5
	Gris obscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
60-70	10YR4/1	10YR2/1	42.8	27.6	29.6	0.54	1.70	68.2	7.5	6.5	29.1	57.0	-	8.0	18.0	4.8	1.7	47.2	10.2
	Gris obscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
70-80	10YR4/1	10YR2/1	44.4	35.2	20.4	0.52	1.74	70.0	7.4	6.3	29.1	53.0	-	7.6	21.4	4.8	1.8	52.8	9.1
	Gris obscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
80-90	10YR4/1	10YR2/1	58.8	30.6	18.0	0.51	1.56	67.0	7.5	6.5	28.1	60.7	-	9.9	18.6	4.9	1.7	66.0	7.5
	Gris obscuro	Negro	Franco																

- NO SE DETERMINO



GRAFICA 3 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 2

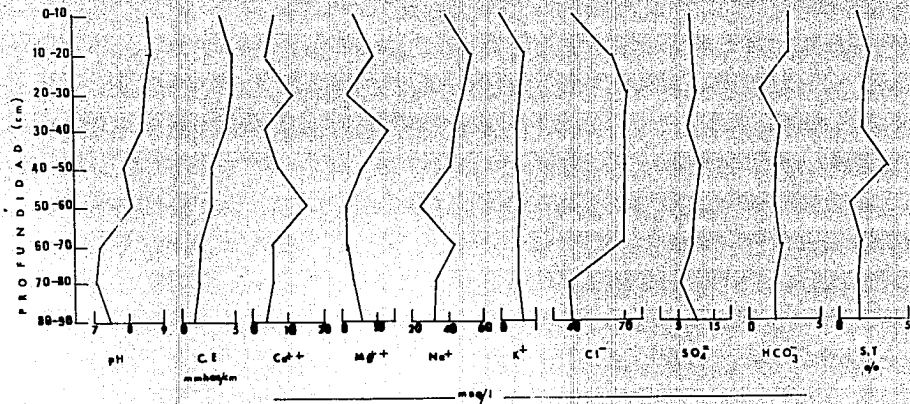


CUADRO 4 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 2.

Prof. cm	pH	O.E mmhos/cm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Solidos Totales %
			meq/l			meq/l				
0-10	8.6	3.9	6.0	4.0	40.2	0.66	44.0	9.4	3.2	1.9
10-20	8.7	5.0	4.0	10.0	55.4	0.77	65.0	10.0	3.2	2.4
20-30	8.5	4.9	12.0	2.0	50.2	0.66	73.0	11.1	1.2	2.1
30-40	8.4	4.4	4.0	14.0	46.0	0.50	71.0	8.5	2.4	1.9
40-50	7.9	3.3	8.0	6.0	43.6	0.54	72.0	13.7	2.0	3.7
50-60	8.1	3.1	16.0	2.0	25.5	0.60	70.0	10.1	2.0	1.1
60-70	7.2	1.8	6.0	2.0	45.0	0.54	70.0	9.0	2.4	1.8
70-80	7.1	1.8	6.0	4.0	34.7	0.57	39.0	7.7	2.0	1.5
80-90	7.5	1.2	4.0	6.0	32.6	0.75	41.0	11.1	2.0	1.6

CO<sub>3</sub><sup>-</sup> no detectaron.

GRAFICA 4 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 2



S.T.= Solidos Totales

### Calicata 3

(Profundidad 0-170 cm)

En esta calicata hay 5 colores en seco que son: gris 10 YR 5/1 de 0 a 20 cm, gris pardusco 10 YR 6/2 de 20 a 50cm, gris claro 10 YR 6/1 de 50 a 90 cm, gris brillante 10 YR 7/1 de 90 a 100 cm, gris obscuro 10 YR 4/1 de 100 a 170 cm. En húmedo el color es negro 10 YR 2/1 a excepción de la capa de 90 a 100 cm, donde es gris muy obscuro 10 YR 3/1.

La textura presenta 4 variantes que son: franca, franco-arcillosa, franco-limosa y franco-arenosa, notándose una dominancia de la textura franca.

La densidad aparente varía de 0.60 a 0.40 g/cc, teniéndose los valores más altos en las capas superficiales y disminuyendo el valor al aumentar la profundidad. La densidad real varía de 1.27 a 1.95, teniendo el valor de 1.95 g/cc en la capa de 90 a 100 cm, disminuyendo el valor ligeramente de los 90 a 170 cm. La porosidad es alta y varía de 78.9 a 55.0%.

El pH con agua destilada, presenta valores de 8.2 a 5.9; teniendo que de 0 a 100 cm es alcalino y de 100 a 170 cm es ligeramente ácido. Con KCl los valores van de 7.6 a 5.3; teniendo que de 0 a 20 cm es neutro, de 20 a 50 cm es alcalino y de 90 a 170 cm es medianamente ácido.

La materia orgánica presenta valores que varían de 29.1 a 14.5 % en la capa de 30 a 40 cm se presenta el valor de 14.5 y de 100 a 170 cm se tienen contenidos superiores del 27 %.

El fósforo varía de 5.9 a 8.7 ppm, encontrando en la capa de 80 a 90 cm el valor más alto.

Los nitratos varían de 51.2 a 43.1 ppm, teniendo en la capa de 50 a 60cm el contenido más alto de 51.2 .

De los cationes intercambiables, el calcio varía de 4.8 a 14.0 meq/100 g , encontrando el valor más alto de 140 a 150 cm y el más bajo de 100 a 110 cm. La concentración de magnesio es más alto que el calcio y fluctúa entre 20.6 a 12.4 meq/100 g. El sodio oscila de 5.3 a 3.9 meq/100 g, teniendo el valor más alto de 60 a 80 cm. La concentración de potasio varía de 1.8 a 0.43 meq/100 g, de 0 a 10 cm esta el valor más alto.

La capacidad de intercambio catiónico total, tiene valores que van de 68.4 a 39.6 meq/100 g, notándose un aumento conforme aumenta la profundidad.

El porcentaje de sodio intercambiable varía de 11.5 a 5.0 %, registrando el valor más alto de 0 a 10 cm. (Cuadro 5, gráfica 5)

En el extracto de las pastas de saturación, el pH de la solución del suelo es alcalino y varía de 8.1 a 7.5 . La conductividad eléctrica varía de 2.6 a 7.6 mmhos/cm, teniendo el valor más alto de 60 a 70 cm y en la superficie se tiene el valor más bajo.

El calcio soluble oscila de 18.0 a 4.0 meq/l, de 20 a 50 cm de profundidad se tiene el valor más alto y de 60 a 80 cm el más bajo. El magnesio fluctúa de 4 a 44 meq/l, se tiene el valor más bajo de 10 a 20 cm y el más alto de 40 a 80 cm, los contenidos de magnesio son más altos que los de calcio. El sodio varía de 31.5 a 19.7 meq/l registrando en la superficie un valor de 23.6 meq/l. El potasio tiene valores que oscilan de 1.0 a 0.10 meq/l, los valores tienden a disminuir al aumentar la profundidad, registrandose los valores más altos en la superficie.

De los aniones solubles, los cloruros se encuentran en una concentración alta y varían de 47 a 83 meq/l, teniendo los valores más altos de 40 a 100 cm y de 20 a 30 cm el más bajo. Los sulfatos varían de 17.4 a 8.5 meq/l. No se encontraron carbonatos a lo largo de la calicata. Los bicarbonatos varían de 3.9 a 1.6 meq/l, teniendo el valor más alto de 0 a 10 cm. Los sólidos totales fluctúan de 3.5 a 2.4% los valores aumentan ligeramente con la profundidad.

(Cuadro 6, gráfica 6)

Cuadro 5. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la Calicata No. 3

Procedencia: Chinampas de San Gregorio Atlapulco. Material Parental:  
Depósitos lacustres. Clima: Templado subhúmedo con temperatura anual  
de 15.7°C, con precipitación anual de 702mm. Altitud de 2238 m.s.n.m  
Vegetación: Salix bomplandiana en asociación con otras plantas  
Tenores. Cultivo : Agricultura mixta.

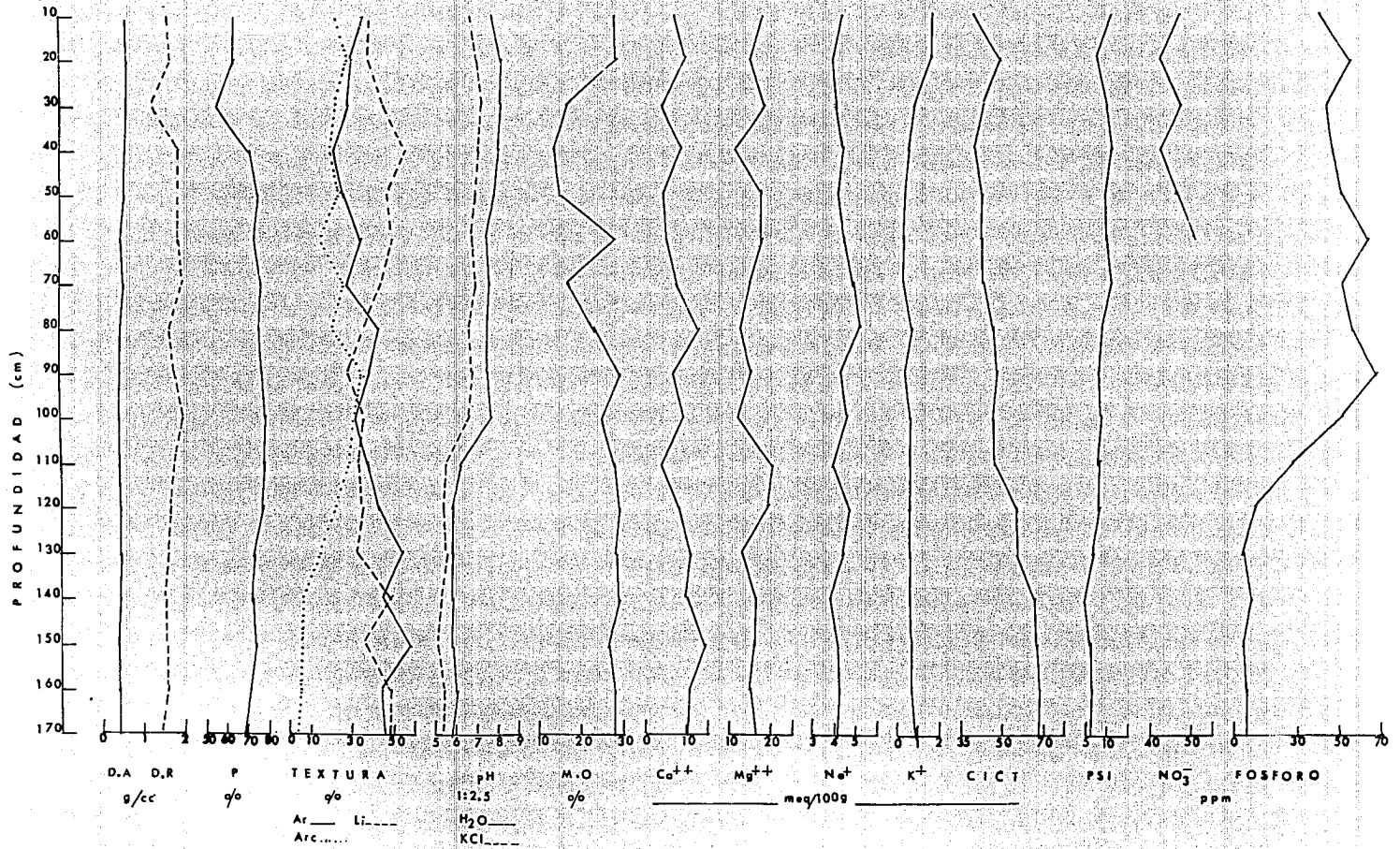
Prof. cm	Color		Textura			D.A g/cc	D.R %	P %	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.C %	Fósforo ppm	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CICL	PSI %	
	Seco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc														NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
0-10	10YR5/1	10YR2/1	36.4	35.8	33.8	0.58	1.57	63.1	7.8	6.8	28.5	41.7	47.1	7.6	18.8	4.5	1.8	39.6	11.5
	Gris	Negro	Franco																
10-20	10YR5/1	10YR2/1	30.0	39.8	30.2	0.60	1.65	63.8	8.2	7.1	29.9	57.0	43.3	13.4	16.0	4.2	1.7	50.6	8.4
	Gris	Negro	Franco-Arcilloso																
20-30	10YR6/2	10YR2/1	28.6	46.8	21.8	0.56	1.27	55.9	8.2	7.3	17.1	45.0	47.4	5.0	19.8	4.3	1.0	42.2	13.1
	Gris pardusco	Negro	Franco																
30-40	10YR6/2	10YR2/1	22.4	57.6	20.0	0.56	1.86	71.1	8.1	7.2	14.0	49.5	43.1	9.4	12.4	4.6	0.7	39.0	11.7
	Gris pardusco	Negro	Franco-Limoso																
40-50	10YR6/2	10YR2/1	27.8	48.0	24.2	0.54	1.83	75.4	7.9	7.0	16.2	53.0	47.1	5.2	18.2	4.3	0.5	42.4	10.1
	Gris pardusco	Negro	Franco																
50-60	10YR6/1	10YR2/1	34.8	49.6	15.6	0.45	1.81	72.3	7.6	6.8	28.8	65.0	51.2	6.0	18.0	4.5	0.4	42.2	10.8
	Gris claro	Negro	Franco																
60-70	10YR6/1	10YR2/1	28.4	45.6	25.0	0.51	1.51	76.5	7.7	7.0	17.0	53.0	-	8.2	15.2	5.0	0.4	42.4	11.9
	Gris claro	Negro	Franco																
70-80	10YR6/1	10YR2/1	42.4	35.8	21.8	0.45	1.68	75.0	7.5	6.7	23.9	57.0	-	13.6	13.4	5.3	0.7	48.4	9.0
	Gris claro	Negro	Franco																
80-90	10YR6/1	10YR2/1	38.8	28.0	34.0	0.42	1.77	76.8	7.5	6.8	29.1	68.7	-	7.2	15.4	4.4	0.4	49.2	8.9
	Gris claro	Negro	Franco-Arcilloso																
90-100	10YR6/1	10YR2/1	32.2	35.8	32.0	0.41	1.95	78.9	7.7	6.7	25.2	53.0	-	9.6	12.8	4.7	0.8	48.2	9.2
	Gris claro	Negro	Franco-Arcilloso																
100-110	10YR4/1	10YR2/1	38.2	33.8	28.8	0.40	1.71	72.4	6.2	5.5	28.9	28.5	-	4.8	20.6	4.0	0.8	48.8	8.3
	Gris obscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
110-120	10YR4/1	10YR2/1	42.4	35.6	22.0	0.43	1.67	77.9	5.9	5.5	29.2	10.5	-	8.4	19.2	4.8	0.8	58.2	8.2
	Gris obscuro	Negro	Franco																
120-130	10YR4/1	10YR2/1	54.0	32.0	14.0	0.41	1.62	72.8	5.9	5.6	28.5	5.9	-	11.2	13.6	4.5	0.8	58.2	7.6
	Gris obscuro	Negro	Franco																

Continuación. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la Calicata No. 3

Prof. cm	Color		Textura			D.A g/cc	D.R	P %	pH		M.O %	Fósforo NO <sub>3</sub> ppm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	ClCT	PSI %	
	Seco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc				H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:25									
0																			
130-140	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	45.8	48.8	6.2	0.44	1.53	73.8	5.9	5.3	29.3	9.1	-	10.6	16.4	3.9	0.8	67.5	5.0
140-150	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	58.4	35.6	6.0	0.40	1.60	74.4	5.9	5.2	27.0	6.6	-	14.0	16.4	4.3	0.8	68.0	6.2
150-160	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	44.4	49.6	6.0	0.41	1.57	72.7	6.1	5.5	28.1	7.7	-	10.4	15.4	4.4	0.8	68.2	6.5
160-170	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	46.0	49.8	4.2	0.43	1.40	69.3	6.0	5.4	28.3	7.7	-	10.8	16.8	4.2	0.9	68.4	5.1



GRAFICA 5 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 3

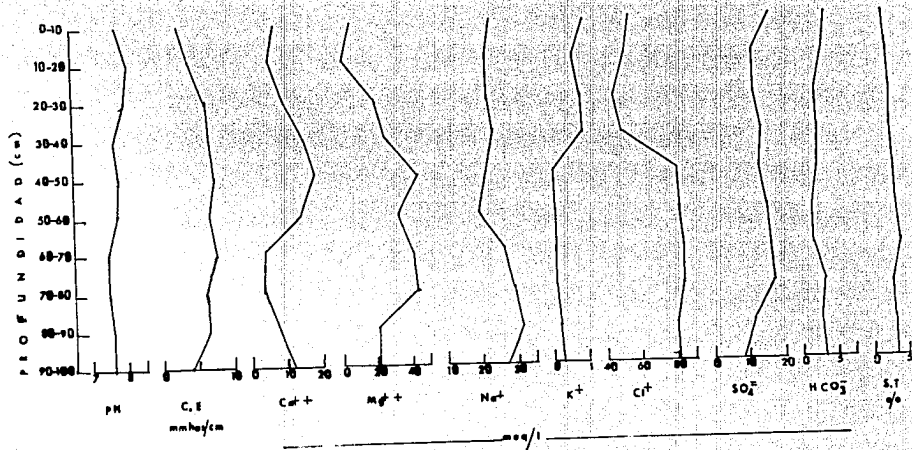


CUADRO 6 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 3 .

Prof. cm	pH	O.E mmhos/cm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Solidos Totales
			meq/l				meq/l			g
0-10	7.8	2.6	8.0	8.0	23.6	1.0	56.0	17.3	3.9	2.4
10-20	8.1	4.3	6.0	4.0	22.1	0.71	53.0	12.6	3.6	2.5
20-30	8.0	6.4	10.0	22.0	23.6	0.86	47.0	12.7	2.4	2.9
30-40	7.7	7.0	15.0	27.0	24.3	0.88	50.0	14.0	2.5	3.1
40-50	7.8	7.6	18.0	44.0	21.8	0.15	80.0	13.9	2.4	3.1
50-60	7.7	7.0	14.0	34.0	19.7	0.10	82.0	15.1	1.6	3.5
60-70	7.5	7.8	4.0	42.0	26.7	0.16	83.0	16.9	1.6	3.8
70-80	7.5	6.3	4.0	44.0	29.7	0.19	83.0	17.4	3.2	3.1
80-90	7.6	6.5	8.0	22.0	31.5	0.20	80.0	11.8	2.8	3.1
90-100	7.6	4.0	12.0	22.0	27.1	0.29	81.0	8.5	3.2	3.5

CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> no se detectaron.

GRAFICA 6 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 3



S.T. = Sólidos Totales

Calicata 4

(Profundidad 0-130 cm)

En esta calicata se registraron 5 colores en seco que son: gris pardusco 10 YR 6/2 de 0 a 10 cm, pardo grisáceo 10 YR 5/2 de 10 a 30 cm, gris 10 YR 5/1 de 30 a 70 cm, gris oscuro 10 YR 4/1 de 70 a 90 cm y de 100 a 130 cm, gris muy oscuro 10 YR 3/1 de 90 a 100 cm. En húmedo se registraron 2 colores, gris muy oscuro 10 YR 3/1 de 0 a 30 cm y negro 10 YR 2/1 de 30 a 130 cm.

La textura va de franco-arenosa a franca, predominando la franca.

La densidad aparente varía de 0.39 a 0.67 g/cc, teniendo de 40 a 50 cm el valor más alto y disminuye al aumentar la profundidad.

La densidad real fluctúa de 1.34 a 1.85 g/cc, el valor más alto está localizado de 50 a 60 cm y disminuye al aumentar la profundidad.

La porosidad es muy alta y varía de 74.5 a 57.8 %.

El pH con agua destilada, se presentan de 0 a 20 neutro, de 20 a 90 cm ligeramente alcalino, de 90 a 100 cm neutro, de 100 a 130 cm ligeramente ácido y sus valores fluctúan de 8.2 a 6.7, este valor disminuye con la profundidad. Con KCl se registran de 0 a 20 cm ligeramente ácido, de 20 a 50 cm neutro, de 50 a 90 cm ligeramente ácido y de 90 a 130 cm medianamente ácido, los valores varían de 7.0 a 5.9 .

La materia orgánica varía de 23.8 a 59.3 %, el valor aumenta notablemente al aumentar la profundidad.

El fósforo oscila de 14.4 a 65.0 ppm , encontrando el valor más alto de 80 a 90 cm.

El contenido de nitratos varía de 43.5 a 27.4 ppm.

De los cationes intercambiables el calcio varía de 6.0 a 17.8 meq/100 g, teniendo el valor más alto de 80 a 90 cm. El magnesio varía de 22.8 a 2.8 meq/100 g, se tiene que la concentración de magnesio es más alta que la de calcio. El sodio varía de 2.1 a 0.93 meq/100 g El potasio tiene una concentración de 1.0 a 0.42 meq/100 g, se tiene de 0 a 20 cm el valor más alto.

La capacidad de intercambio catiónico total, varía de 76.2 a 49.0 meq/100 g, teniendo el valor más alto en las capas de 40 a 90 cm disminuyendo hacia la profundidad. La capacidad de intercambio al igual que el porcentaje de materia orgánica, es alta.

El porcentaje de sodio intercambiable fluctúa de 1.3 a 3.6 .

(Cuadro 7, gráfica 7)

En el extracto de las pastas de saturación, el pH de la solución del suelo es alcalino; solo la capa de 80 a 90 cm es neutro y los valores oscilan de 7.9 a 7.0 .

La conductividad eléctrica varía de 6.4 a 2.2 mmhos/cm, disminuyendo el valor más alto al aumentar la profundidad.

El calcio soluble varía de 14.0 a 4.0 meq/l. El magnesio fluctúa de 10 a 4 meq/l. El sodio varía de 49.5 a 30.0 meq/l y el potasio tiene valores de 0.61 a 0.14 meq/l.

En los aniones solubles, los cloruros presentan valores de 40 a 22 meq/l, los sulfatos varían de 22.4 a 6.8 meq/l.

No se encontraron carbonatos.

Los bicarbonatos varían de 3.2 a 1.6 meq/l.

Los sólidos totales fluctúan de 3.0 a 1.3 %, encontrando el valor más alto en la capa de 0 a 10 cm.

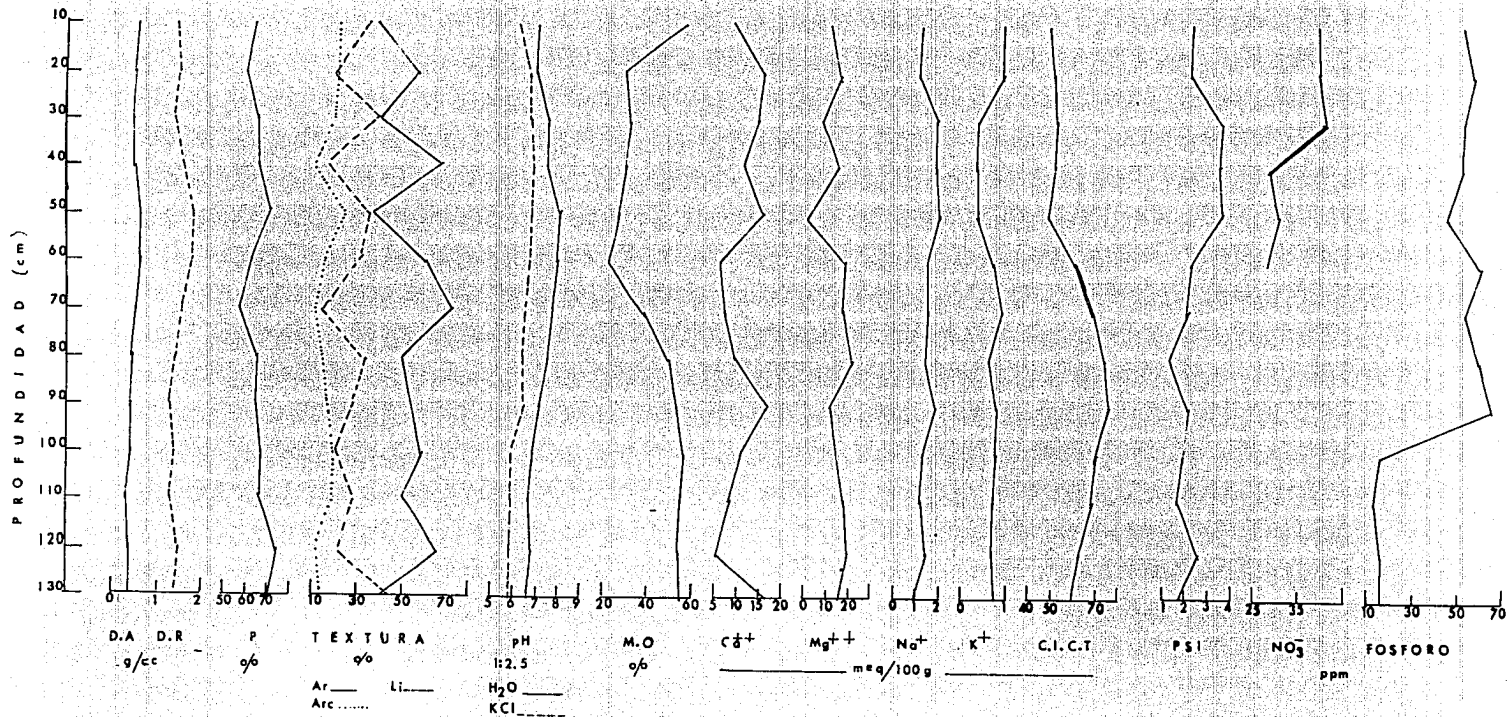
(Cuadro 8, gráfica 8)

Cuadro 7. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la Calicata No. 4

Procedencia: Chinampas de San Gregorio Atlapulco. Material parental:  
 Depósitos lacustres. Clima: Templado subhúmedo con temperatura anual  
 de 15.7°C, con precipitación anual de 702mm. altitud de 2238 m.s.n.m  
 Vegetación: Salix bomplandiana en asociación con otras plantas  
 menores. Cultivo: Agricultura mixta.

Prof. cm	Color		Textura			D.A g/cc	D.R	P %	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:25	M.O %	Fósforo ppm	NO <sub>3</sub>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	ClCT	PSI %
	Seco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc														
0-10	10YR6/2 Gris pardusco	10YR3/1 Gris muy oscuro	40.2	36.0	23.8	0.60	1.46	65.5	7.1	6.4	59.3	53.0	39.5	9.4	11.8	1.2	1.0	51.4	2.3
10-20	10YR5/2 Pardo grisáceo	10YR3/1 Gris muy oscuro	58.0	20.0	22.0	0.50	1.54	61.2	7.0	6.7	30.4	58.7	39.5	16.0	16.4	1.1	1.0	53.2	2.1
20-30	10YR5/2 Pardo grisáceo	10YR3/1 Gris muy oscuro	40.0	40.0	20.0	0.50	1.48	66.3	7.6	6.8	33.0	53.0	43.5	15.2	8.0	1.9	0.4	54.6	3.6
30-40	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	68.4	19.5	12.0	0.50	1.63	68.8	7.6	7.0	30.7	53.0	27.4	12.0	15.6	1.8	0.4	53.0	3.4
40-50	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	38.0	36.0	26.0	0.67	1.81	71.9	8.2	6.9	28.5	45.5	31.4	16.6	2.8	2.1	0.4	49.0	3.5
50-60	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	62.4	31.8	15.9	0.66	1.85	63.8	8.1	6.7	23.8	60.7	27.4	6.4	18.6	1.4	0.8	60.8	2.3
60-70	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	72.4	15.8	11.8	0.52	1.56	57.8	7.8	6.5	40.3	53.0	-	7.8	18.2	1.5	0.9	69.0	2.1
70-80	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	50.3	33.8	15.8	0.47	1.42	66.8	7.5	6.4	50.0	60.7	-	9.2	22.8	1.4	0.6	75.0	1.3
80-90	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	54.2	29.8	16.0	0.45	1.34	65.1	7.3	6.5	53.8	65.0	-	17.8	12.2	1.8	0.8	76.2	2.1
90-100	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	58.4	21.6	20.0	0.43	1.42	68.3	6.9	5.9	55.6	16.1	-	11.0	15.4	1.4	0.8	71.2	1.9
100-110	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	50.4	29.8	19.8	0.39	1.37	68.7	6.7	5.9	55.6	14.4	-	8.4	18.6	1.2	0.7	69.6	1.7
110-120	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	66.2	22.2	11.6	0.44	1.53	74.5	6.8	5.9	54.2	17.2	-	6.0	19.0	1.5	0.7	63.0	2.5
120-130	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	42.4	43.8	13.8	0.49	1.49	70.5	6.7	5.9	54.3	16.1	-	15.6	15.4	0.9	0.8	60.0	1.9

GRAFICA 7 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 4



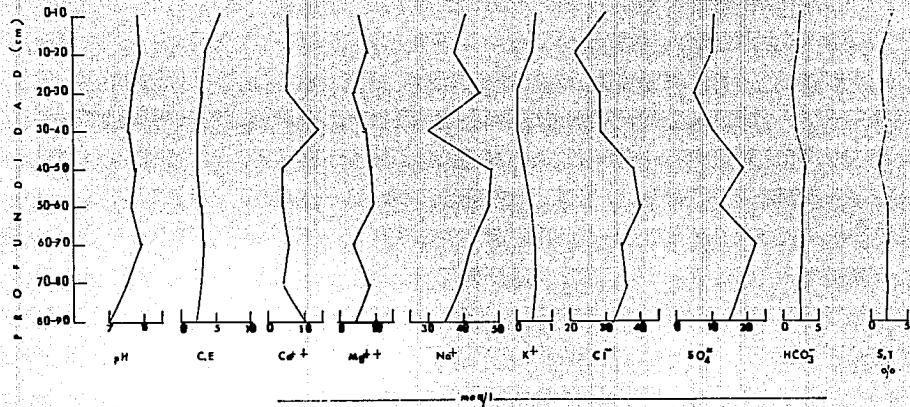


CUADRO 8 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA GALICATA 4 .

Prof. cm	pH	O.E mmhos/cm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> meq/l	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> meq/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Solidos Totales %
0-10	7.8	6.4	6.0	6.0	41.8	0.61	31.0	11.9	2.8	3.0
10-20	7.9	4.1	6.0	8.0	38.3	0.53	22.0	10.2	2.4	1.7
20-30	7.7	3.5	6.0	4.0	45.2	0.19	29.0	6.8	1.6	1.7
30-40	7.6	2.7	14.0	8.0	30.0	0.14	29.0	10.2	2.0	2.2
40-50	7.8	2.8	4.0	9.0	48.0	0.33	38.0	18.8	3.2	1.3
50-60	7.7	3.2	4.0	10.0	47.3	0.42	40.0	12.6	2.8	2.2
60-70	7.9	3.5	6.0	4.0	42.6	0.53	35.0	22.4	2.8	2.2
70-80	7.5	3.1	4.0	8.0	49.5	0.54	36.0	18.6	2.4	2.1
80-90	7.0	2.2	10.0	4.0	35.4	0.45	32.6	15.0	2.4	1.9

CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> no se detectaron.

GRAFICA B RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 4



S.T. = Solidos Totales

## Calicata 5

(Profundidad 0-140 cm)

En esta calicata hay 5 colores en seco: pardo grisáceo 10 YR 5/2 de 0 a 50 cm, gris oscuro 10 YR 4/1 de 50 a 70 cm y de 80 a 90 cm, gris muy oscuro 10 YR 3/1 de 70 a 80 cm, gris 10 YR 5/1 de 90 a 130 cm y gris claro 10 YR 6/1 de 130 a 140 cm. En húmedo se tienen 2 colores, gris muy oscuro 10 YR 3/1 de 0 a 40 cm y negro 10 YR 2/1 de 40 a 140 cm, predominando el color negro.

La textura varía de franca, franco-arcillosa y franco-limosa; encontrando la clase textural franca de 0 a 40 cm, de 70 a 100 cm y de 120 a 130 cm, teniendo con esto una dominancia de la textura franca.

La densidad aparente varía de 0.36 a 0.67 g/cc teniendo de 60 a 70 cm el valor más alto y de 90 a 140 cm disminuye hasta 0.48 g/cc.

La densidad real oscila de 1.90 a 1.16 g/cc, ambos valores se localizaron cerca del nivel freático. La porosidad es alta y va de 74.8 a 53.6 %.

El pH con agua destilada fluctúa de 7.5 a 6.7, de 10 a 20 es ligeramente ácido y de 110 a 120 cm es ligeramente alcalino.

Con KCl es ligeramente ácido en la mayor parte de la calicata y sólo de 40 a 80 cm se tiene un valor que corresponde a ligeramente alcalino.

La materia orgánica varía de 43.6 a 10.2 %, teniendo el valor más alto de 100 a 140 cm y el más bajo de 30 a 40 cm.

El fósforo oscila de 57.0 a 10.5 ppm, encontrando el valor más alto de 40 a 90 cm.

Los nitratos varían de 43.1 a 10.4 ppm teniendo los valores más altos en las capas superficiales y disminuye su valor al aumentar la profundidad.

De los cationes intercambiables el calcio varía de 20 a 11 meq/100 g. El magnesio varía de 8.5 a 1.8 meq/100 g, los valores de magnesio son más pequeños que los de calcio. El sodio oscila de 2.0 a 1.0 meq/100 g, el potasio varía de 1.4 a 0.3 meq/100 g.

La capacidad de intercambio catiónico total, varía de 25.4 a 72.6 meq/100 g, teniendo el valor más alto de 70 a 80 cm.

El porcentaje de sodio intercambiable varía de 4.2 a 1.5 .

(Cuadro 9, gráfica 9)

En el extracto de las pastas de saturación, el pH de la solución del suelo es ligeramente alcalino y varía de 7.7 a 7.1 .

La conductividad eléctrica varía de 5.8 a 1.4 mmhos/cm, el valor disminuye hacia la mayor profundidad.

El calcio soluble oscila de 9.0 a 4.0 meq/l, registrando el valor más alto de 40 a 50 cm. El magnesio varía de 18.0 a 4.0 meq/l, las concentraciones de magnesio son más altas que las del calcio, de 40 a 60 cm el magnesio alcanza su valor más alto.

El sodio varía de 27.3 a 62.1 meq/l, teniendo de 40 a 50 cm el valor más alto. El potasio varía de 0.22 a 0.17 meq/l, disminuyendo ligeramente al aumentar la profundidad.

En los aniones solubles, los cloruros varían de 49.0 a 26.0 meq/l. Los sulfatos varían de 13.7 a 4.6 meq/l.

No se registraron carbonatos y los bicarbonatos varían de 3.6 a 0.8 meq/l. Los sólidos totales varían de 3.8 a 1.5 %; el valor más alto disminuye al aumentar la profundidad.

(Cuadro 10, gráfica 10)

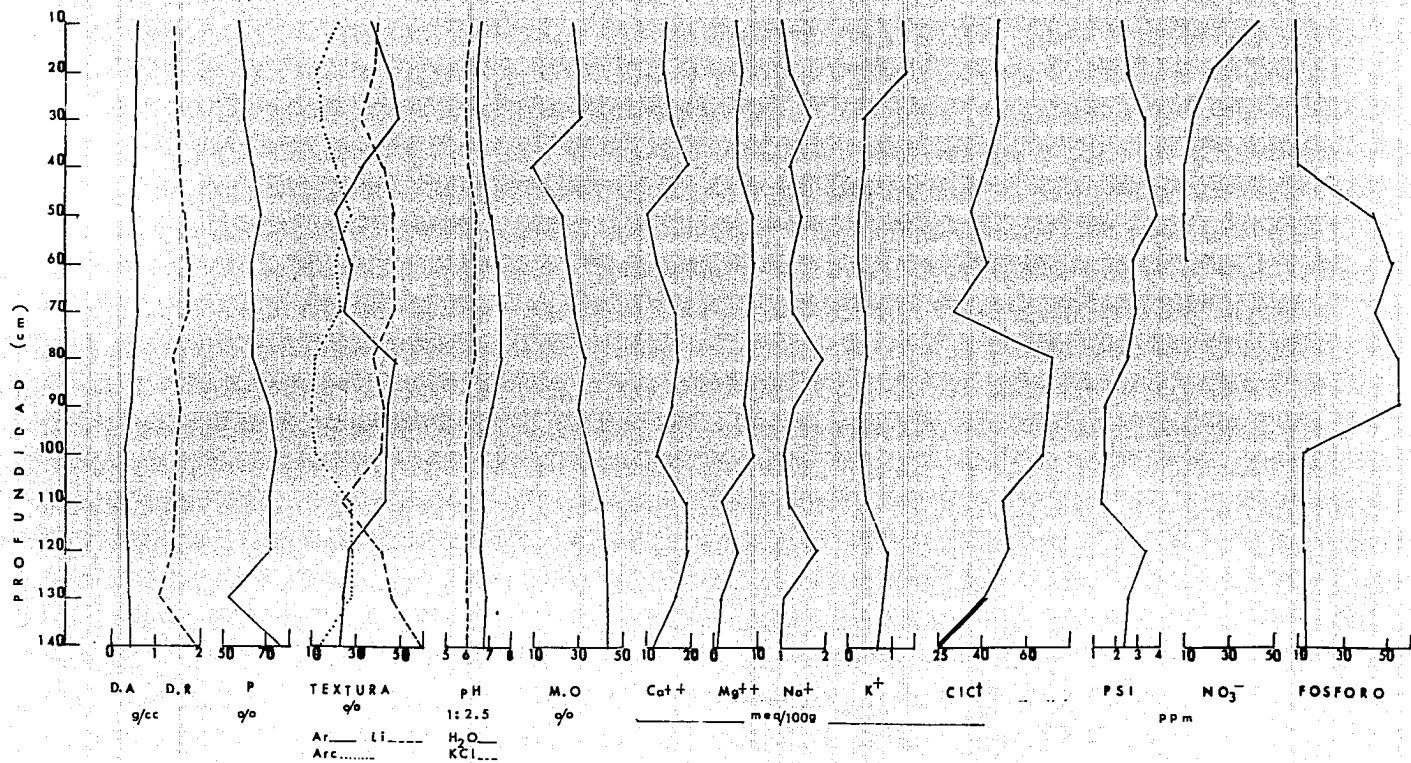
Cuadro 9. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata No. 5

Procedencia: Chinambas de San Gregorio Atlapulco. Material parental:  
Depósitos lacustre. Clima: Templado subhúmedo con temperatura anual  
de 15.7°C, con precipitación anual de 702mm. Altitud de 2238 m.s.n.m  
Vegetación: Salix bomplandiana en asociación con otras plantas  
menores. Cultivo: Agricultura mixta.

Prof. cm	Color		Textura			D.A g/cc	D.R %	P %	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O % KCI 1:25	Fósforo ppm	NO <sub>3</sub> ppm	Ca <sup>++</sup> meq/100gr	Mg <sup>++</sup> meq/100gr	Na <sup>+</sup> meq/100gr	K <sup>+</sup> meq/100gr	CICL %	Psi %	
	Seco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc														
0-10	10YR5/2 Pardo	10YR3/1 Gris muy oscuro	38.2	39.8	22.0	0.62	1.47	58.4	6.8	6.2	29.4	11.2	43.1	15.0	5.6	1.1	1.3	48.8	2.4
10-20	10YR5/2 Pardo	10YR3/1 Gris muy oscuro	47.0	39.4	13.6	0.63	1.52	60.7	6.7	6.0	31.5	10.5	23.3	15.0	7.4	1.3	1.4	48.0	2.7
20-30	10YR5/2 Pardo	10YR3/1 Gris muy oscuro	50.4	33.8	15.8	0.59	1.50	60.6	6.8	6.0	32.7	12.3	15.3	16.0	6.4	1.7	0.4	49.6	3.4
30-40	10YR5/2 Pardo	10YR3/1 Gris muy oscuro	34.4	43.6	22.0	0.60	1.67	64.1	6.8	6.1	10.2	12.3	11.2	20.0	6.0	1.3	0.4	43.2	3.4
40-50	10YR5/2 Pardo	10YR2/1 Negro	22.0	49.6	28.4	0.55	1.79	69.3	7.2	6.5	23.1	45.5	10.4	11.0	9.6	1.5	0.3	36.8	4.2
50-60	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	28.2	49.8	22.0	0.65	1.86	65.1	7.4	6.4	26.1	53.0	11.2	13.6	9.4	1.3	0.3	43.6	2.9
60-70	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	26.2	49.4	24.4	0.67	1.85	65.7	7.5	6.4	29.4	45.5	-	17.2	8.2	1.3	0.4	28.4	3.0
70-80	10YR3/1 Gris muy oscuro	10YR2/1 Negro	48.2	39.4	12.4	0.51	1.47	65.4	7.5	6.4	33.0	57.0	-	17.6	8.5	2.0	0.4	72.6	2.6
80-90	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	44.8	43.6	11.6	0.46	1.60	72.0	7.2	6.0	30.6	57.0	-	16.4	7.8	1.3	0.3	70.0	1.6
90-100	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	44.4	43.0	12.6	0.36	1.43	74.8	6.8	6.0	35.8	13.3	-	13.0	9.0	1.1	0.3	68.0	1.7
100-110	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	44.8	25.6	29.6	0.39	1.41	72.4	6.9	6.0	42.6	13.0	-	19.0	2.8	1.2	0.4	50.0	1.5



GRAFICA 9 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 5



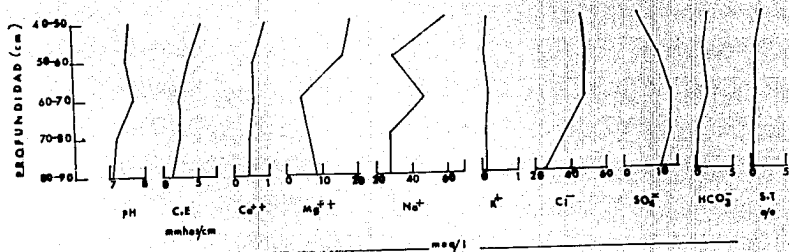


CUADRO 10 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 5 .

Prof. cm	pH	C.E mmhos/cm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> meq/l	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> meq/l	HCO <sub>3</sub>	Solidos Totales g
40-50	7.6	5.8	9.0	18.0	62.1	0.24	47.0	4.6	3.6	3.8
50-60	7.5	3.9	6.0	16.0	31.7	0.17	49.0	10.2	2.4	2.0
60-70	7.7	2.4	6.0	4.0	47.3	0.22	49.0	13.7	3.2	2.3
70-80	7.2	2.3	4.0	6.0	27.3	0.19	37.0	13.7	0.8	1.6
80-90	7.1	1.4	4.0	8.0	27.3	0.14	26.0	10.2	0.8	1.5

CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> no se detectaron.

GRAFICA 10 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 5



S.T. = Solidos Totales

Calicata 6

(Profundidad 0-130 cm)

En la calicata se registraron 5 colores en seco que son: gris pardusco claro 10 YR 6/2 de 0 a 10 cm, pardo grisáceo 10 YR 5/2 de 10 a 20 cm, gris 10 YR 5/1 de 20 a 130 cm, gris muy oscuro 10 YR 3/1 y gris oscuro 10 YR 4/1. En húmedo se registraron 2 colores, gris muy oscuro 10 YR 3/1 de 0 a 20 cm y negro 10 YR 2/1 de 20 a 130 cm.

La textura varía de franca a franco-arcillosa, predominando la franca.

La densidad aparente varía de 0.61 a 0.40 g/cc, se presenta una ligera tendencia a disminuir con el aumento de profundidad. La densidad real varía de 1.9 a 1.0 g/cc, se encuentra el valor más bajo en la superficie y aumenta al aumentar la profundidad. La porosidad es alta y varía de 58.8 a 76.0 %, disminuyendo el valor hacia la superficie.

El pH con agua destilada varía de 7.5 a 5.7, de 0 a 10 cm es ligeramente alcalino, de 20 a 30 cm es ligeramente ácido, de 100 a 130 cm es medianamente ácido, de 50 a 60 cm se localiza el valor de 7.5. Con KCl el pH varía de 7.2 a 5.0, tendiendo a disminuir el pH al aumentar la profundidad, teniendo un pH de 5.0 en la capa de 110 a 120 cm.

La materia orgánica varía de 59.4 a 27.3 %, teniendo en la superficie el valor más alto y el más bajo de 90 a 100 cm.

El fósforo varía de 68.7 a 12.6 ppm, registrando el valor más alto de 0 a 10 cm y el más bajo de 110 a 120 cm.

Los nitratos varían de 29.0 a 11.2 ppm, teniendo el valor más alto de 0 a 20 cm y disminuyendo al aumentar la profundidad.

De los cationes intercambiables el calcio varía de 19.4 a 5.2 meq/100 g. El magnesio varía de 4.2 a 20.8 meq/100 g, teniendo de 60 a 70 cm el valor más alto. El sodio varía de 2.1 a 1.4 meq/100 g, teniendo de 50 a 70 cm el valor más alto. El potasio varía de 0.6 a 1.0 meq/100 g, teniendo de 0 a 10 cm el valor más bajo.

La capacidad de intercambio catiónico total, varía de 50.0 a 67.0 meq/100 g, teniendo de 60 a 70 cm el valor más alto.

El porcentaje de sodio intercambiable varía de 3.5 a 2.2, teniendo de 0 a 20 el valor más bajo.

(Cuadro 11, gráfica 11)

En el extracto de las pastas de saturación, el pH de la solución del suelo varía de 7.4 a 7.2, siendo ligeramente alcalino. La conductividad eléctrica varía de 3.7 a 1.0 mmhos/cm, teniendo en la superficie el valor más alto y disminuye al aumentar la profundidad.

El calcio soluble varía de 6.0 a 2.0 meq/l. El magnesio varía de 8.0 a 4.0 meq/l. El sodio varía de 27.3 a 31.9 meq/l, teniendo el valor más alto de 90 a 100 cm. El potasio varía de 0.17 a 0.22 meq/l.

En los aniones solubles, los cloruros oscilan de 41 a 26 meq/l teniendo de 50 a 70 cm los valores más altos. Los sulfatos varían de 3.7 a 8.2 meq /l.

No se detectaron carbonatos. Los bicarbonatos varían de 0.8 a 2.4 meq/l.

Los sólidos totales varían de 3.9 a 1.2 %, disminuyendo el valor al aumentar la profundidad de la calicata.

(Cuadro 12, gráfica 12)

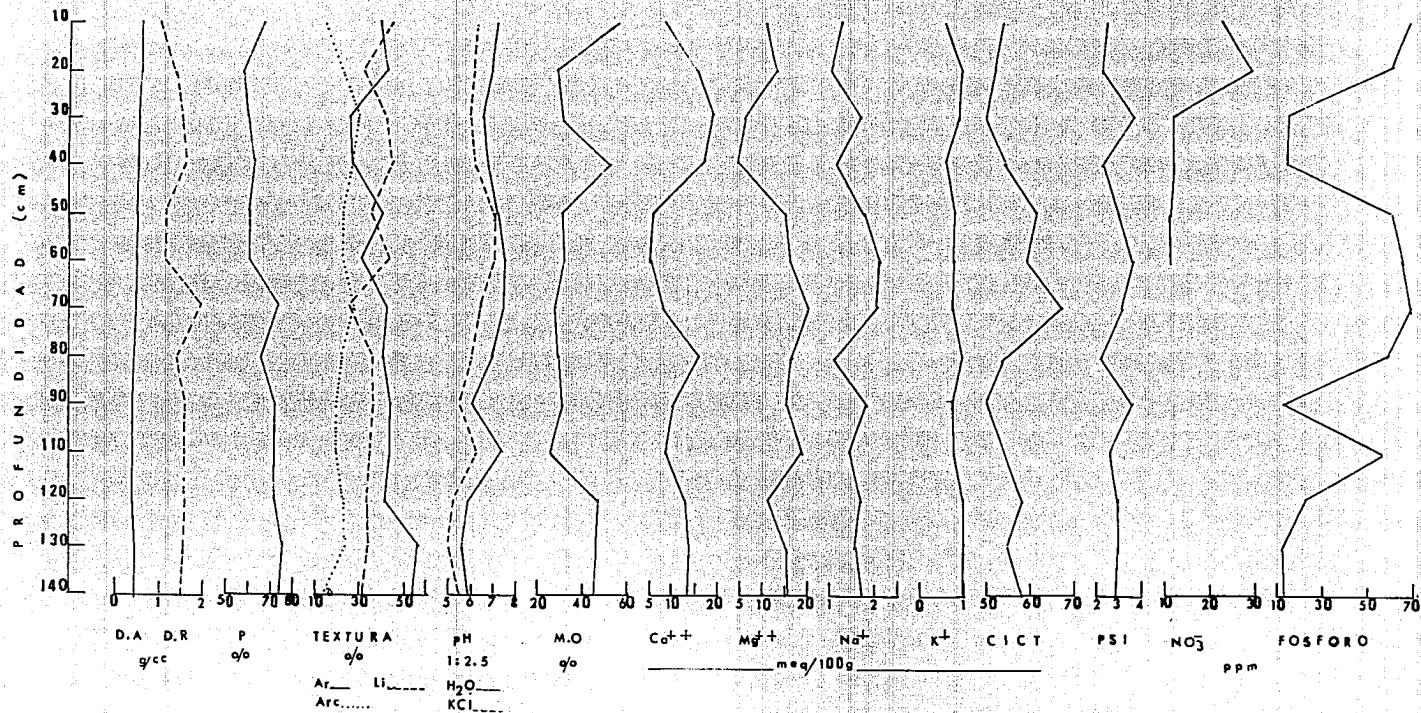
Cuadro 11. Resultados de los análisis físico-químicos de la Calicata No. 6

Procedencia: Chinampas de San Gregorio Atlamulco. Material parental:  
Depósitos lacustres. Clima: Templado subhúmedo con temperatura anual  
de 15.7°C, con precipitación anual de 702mm. Altitud de 2238m.s.n.m.  
Vegetación: Salix bomplandiana en asociación con otras plantas  
menores. Cultivo: Agricultura mixta.

Prof. cm	Color		Textura			D.A g/ec	D.R	P %	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:25	M.O %	Fósforo ppm	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	ClCT	PSI %
	Seco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc														
0-10	10YR6/2 Gris pardusco claro	10YR3/1 Gris muy oscuro	40.0	43.8	16.2	0.61	1.07	69.5	7.2	6.5	59.4	68.7	22.5	8.8	11.8	1.3	0.6	54.0	2.4
10-20	10YR5/2 Pardo grisáceo	10YR3/1 Gris muy oscuro	42.2	33.0	24.8	0.60	1.46	58.8	7.0	6.3	29.4	69.7	29.0	16.2	13.8	1.1	1.0	52.2	2.2
20-30	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	26.6	43.0	30.4	0.59	1.53	61.4	6.7	6.0	32.7	14.4	11.2	19.4	6.8	1.7	0.9	53.0	3.5
30-40	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	27.0	45.0	28.0	0.58	1.62	64.2	6.9	6.3	54.9	14.4	12.0	17.2	4.2	1.2	0.6	54.0	2.2
40-50	10YR3/1 Gris muy oscuro	10YR2/1 Negro	40.4	36.0	23.6	0.50	1.28	60.9	7.3	7.2	32.1	60.7	11.2	6.0	15.2	1.8	0.8	61.6	2.9
50-60	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	31.6	44.6	31.8	0.50	1.28	61.2	7.5	7.1	33.2	65.0	11.2	5.2	16.6	2.1	0.8	59.8	3.5
60-70	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	42.8	27.6	29.6	0.51	1.91	73.2	7.5	6.4	29.2	68.7	-	8.0	20.8	2.0	0.8	67.0	3.0
70-80	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	40.2	36.0	23.8	0.46	1.46	67.9	7.0	6.0	30.0	59.5	-	15.8	16.2	1.1	1.0	54.0	2.2
80-90	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	44.0	36.0	20.0	0.43	1.60	72.7	6.1	5.5	32.0	13.3	-	10.0	15.6	1.8	0.8	50.0	3.5
90-100	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	44.0	35.2	20.4	0.47	1.69	72.2	7.4	6.3	27.3	56.2	-	8.6	18.4	1.4	0.8	54.0	2.6
100-110	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	42.3	34.4	23.2	0.46	1.67	72.4	5.9	5.3	48.0	22.3	-	13.0	11.6	1.7	1.0	58.4	3.0
110-120	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	56.2	34.8	22.5	0.40	1.67	76.0	5.7	5.0	46.0	12.6	-	13.8	16.2	1.6	1.0	55.0	3.0
120-130	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	54.0	32.0	14.0	0.43	1.69	74.5	5.9	5.5	46.1	13.3	-	13.4	16.4	1.7	1.0	58.0	2.9

- NO SE DETERMINO

GRAFICA II RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 6



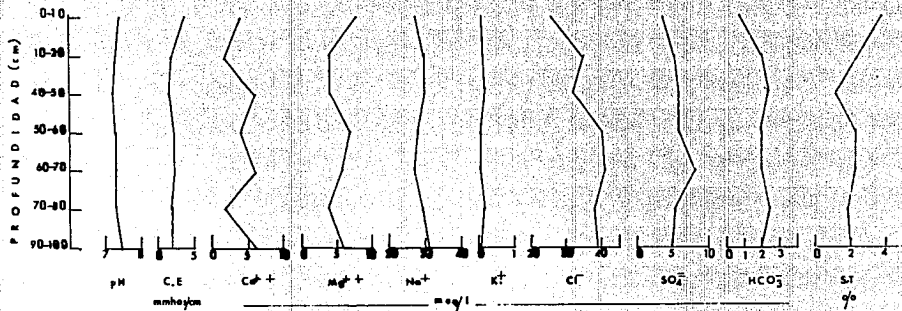
CUADRO 12 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 6 .

Prof. cm	pH	C.E mmhos/cm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Solidos Totales %
			meq/l				meq/l			
0-10	7.4	3.7	4.0	8.0	27.3	0.18	26.0	3.7	0.8	3.8
10-20	7.3	1.8	2.0	4.0	30.0	0.21	35.0	5.1	2.0	2.4
40-50	7.2	1.5	6.0	4.0	30.0	0.22	32.0	6.1	2.4	1.2
50-60	7.3	2.3	4.0	7.0	28.2	0.19	40.0	6.0	2.0	2.3
60-70	7.3	2.4	6.0	6.0	27.3	0.18	41.0	8.2	2.0	2.3
70-80	7.3	1.9	2.0	4.0	29.3	0.20	38.0	5.1	2.4	1.9
90-100	7.4	2.0	6.0	6.0	31.9	0.17	39.0	4.9	2.0	2.0

CO<sub>3</sub><sup>=</sup> no se detectaron.



GRAFICA 12 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA. 6



ST=Solidos Totales

## Calicata 7

(Profundidad 0-140 cm)

El color del suelo en seco presenta 5 colores que son: gris oscuro 10 YR 4/1 de 0 a 20 cm, de 40 a 100 cm y de 110 a 130 cm; gris claro 10 YR 7/1 de 20 a 30 cm, gris pardusco claro 10 YR 6/2 de 30 a 40 cm pardo grisáceo 10 YR 5/2 de 100 a 110 cm, gris 10 YR 5/1 de 130 a 140 cm. El color en húmedo es negro 10 YR 2/1 excepto de 20 a 30 cm y de 100 a 110 cm que es gris muy oscuro 10 YR 3/1.

La textura varía de franca a franco-arcillosa, predominando la franca.

La densidad aparente varía de 0.59 a 0.30 g/cc, de 0 a 50 cm se registraron los valores más altos y el más bajo es de 70 a 80 cm. La densidad real oscila de 1.91 a 1.36 g/cc, teniendo los valores más altos en la superficie. La porosidad es alta y varía de 81.3 a 61.0% los valores más altos, se localizan en la mayor profundidad.

El pH con agua destilada, es neutro en la superficie, ácido de 70 a 130 cm y alcalino de 60 a 70 cm; se tiene una variación de 7.7 a 5.8. Con KCl varía de 6.6 a 5.0, tendiendo a ir de ligeramente ácido a ácido.

La materia orgánica varía de 52.7 a 41.7 % y disminuye ligeramente con la profundidad.

El fósforo varía de 28.0 a 12.3 ppm, las capas de 20 a 40 cm, presenta el valor más alto y de 50 a 60 cm al igual que de 130 a 140 cm tienen el valor más bajo.

Los nitratos varían de 47.5 a 22.5 ppm, el valor de la superficie es el más alto y disminuye al aumentar la profundidad.

De los cationes intercambiables, el calcio varía de 0.8 a 16.6 meq/100 g, de 0 a 10 cm se encuentra el valor más bajo y de 130 a 140 cm el más alto. El magnesio varía de 3.6 a 19.0 meq/100 g; los valores de magnesio con respecto a los del calcio, son más altos.

El sodio oscila de 2.0 a 1.1 meq/100 g, en las capas de 0 a 10 cm y de 130 a 140 cm se encuentran los valores más bajos. El potasio varía de 1.27 a 0.70 meq/100 g, el valor más alto se presenta en la superficie.

La capacidad de intercambio catiónico total, varía de 69.8 a 30.0 meq/100 g.

El porcentaje de sodio intercambiable, varía de 1.7 a 4.3, de 20 a 30 cm se presenta el valor más alto.

(Cuadro 13, gráfica 13)

En el extracto de las pastas de saturación, el pH varía de 7.6 a 7.4 por lo que se considera salino. La conductividad eléctrica varía de 6.5 a 2.5 mmhos/cm, los valores disminuyen al aumentar la profundidad. El calcio soluble varía de 14.0 a 6.0 meq/l, el Magnesio varía de 10.0 a 6.0 meq/l; los valores de magnesio son más bajos que los de calcio. El sodio varía de 41.0 a 31.9 meq/l. El potasio varía de 0.56 a 0.50 meq/l.

De los aniones solubles, los cloruros varían de 37.0 a 31.0 meq/l. Los sulfatos varían de 17.1 a 10.0 meq/l, de 30 a 40 cm se tiene el valor más alto.

No se encontraron carbonatos. Los bicarbonatos varían de 2.8 a 2.4 meq/l, los valores aumentan con la profundidad.

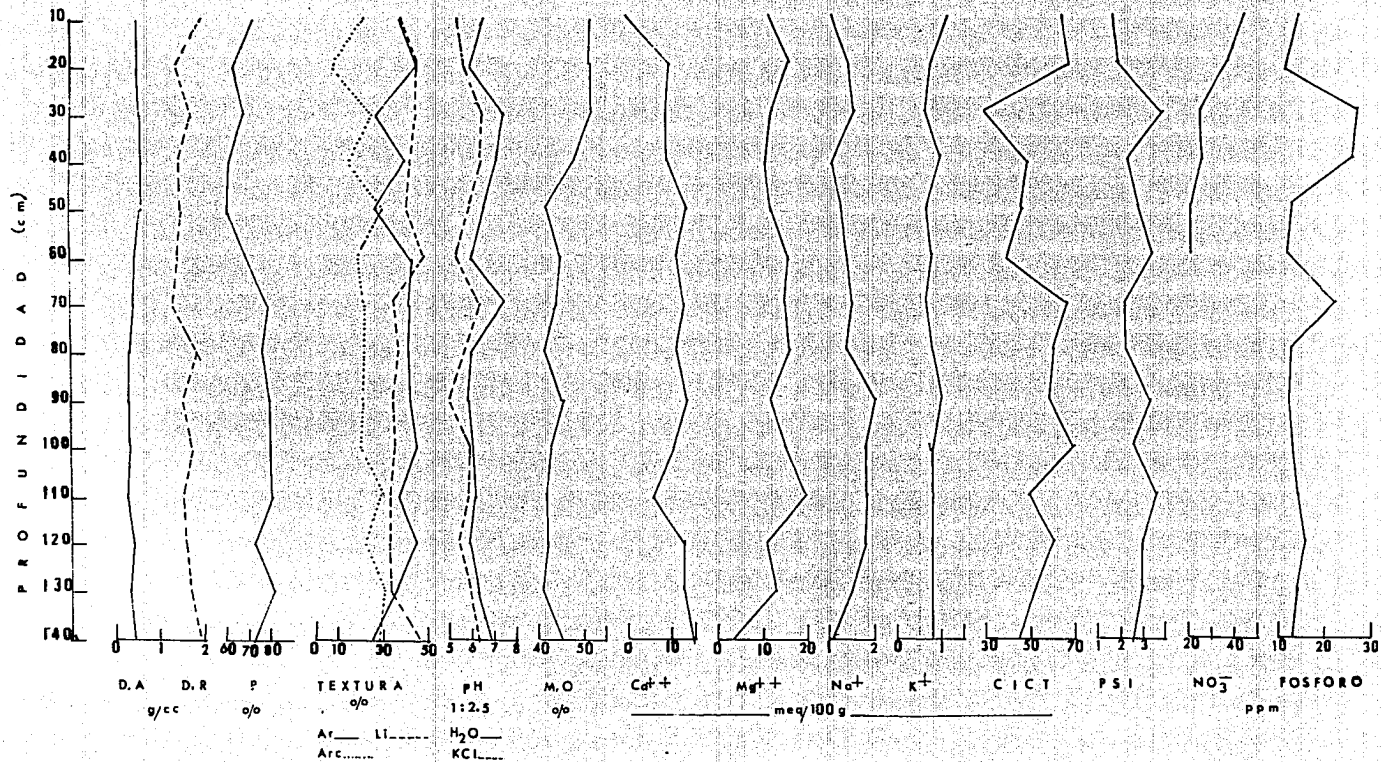
Los sólidos totales fluctúan de 3.8 a 3.0 %, encontrando el valor más alto de 60 a 70 cm.

(Cuadro 14, gráfica 14)

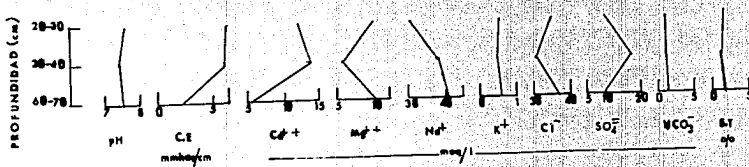
Cuadro 13. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la Calicata No. 7  
 Procedencia: Chinampas de San Gregorio Atlapulco. Material parental:  
 Depósitos lacustres. Clima: Templado subhúmedo con temperatura  
 anual de 15.7°C, con precipitación anual de 702 mm. Altitud de  
 2238 m.s.n.m. Vegetación: Salix bomplandiana en asociación con  
 otras plantas menores. Cultivo: Agricultura mixta.

Prof. cm	Color		Textura			D.A g/cc	D.R	P %	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	KGI 1:25	M.O %	Fósforo ppm	NO <sub>3</sub>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CICT	PSI %
	Seco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc														
0-10	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	38.2	39.8	22.0	0.50	1.91	73.4	6.8	5.5	52.5	15.4	47.5	0.8	12.0	1.1	1.2	67.8	1.7
10-20	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	46.0	45.8	8.2	0.50	1.40	64.2	6.0	5.9	52.7	12.6	39.5	10.6	16.8	1.4	0.8	68.4	2.0
20-30	10YR7/1 Gris claro	10YR3/1 Gris muy oscuro	28.4	45.6	26.0	0.56	1.77	68.0	7.5	6.6	52.0	28.0	27.4	9.4	12.8	1.6	0.7	30.0	4.3
30-40	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	40.2	43.8	16.0	0.55	1.46	62.1	7.1	6.4	48.2	27.0	29.8	9.2	11.4	1.1	1.0	49.0	2.4
40-50	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	27.6	42.1	30.2	0.59	1.53	61.0	6.7	5.9	42.5	13.3	22.5	13.8	12.0	1.3	0.7	46.0	2.9
50-60	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	43.6	49.8	20.0	0.43	1.40	69.2	6.0	5.3	45.1	12.3	23.3	11.2	16.4	1.4	0.8	40.0	3.5
60-70	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	42.4	35.8	21.8	0.42	1.36	79.0	7.5	6.4	44.9	23.0	-	13.2	15.0	1.5	0.7	67.2	2.3
70-80	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	42.0	37.6	21.0	0.30	1.86	78.4	6.0	5.7	42.7	13.3	-	11.2	16.6	1.4	0.8	60.2	2.3
80-90	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	43.6	35.6	20.8	0.33	1.53	80.2	5.8	5.0	46.1	12.6	-	13.6	12.2	2.0	1.0	59.4	3.4
90-100	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	44.0	36.0	20.0	0.34	1.73	80.2	6.1	6.0	43.7	13.3	-	10.6	15.4	1.8	0.8	69.8	2.6
100-110	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	38.2	33.8	28.0	0.31	1.57	80.3	6.2	5.8	42.0	14.4	-	6.2	19.0	1.8	0.8	50.4	3.7
110-120	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	44.4	33.6	22.0	0.44	1.68	73.3	5.9	5.5	42.3	16.1	-	13.0	11.6	1.8	0.8	60.0	3.0
120-130	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	35.8	33.8	30.4	0.33	1.77	81.3	6.3	5.9	41.7	14.7	-	13.2	13.0	1.5	0.8	51.8	3.0
130-140	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	26.0	46.0	28.0	0.49	1.90	73.8	6.9	6.3	45.6	12.3	-	16.6	3.6	1.1	0.8	46.4	2.5

GRAFICA 13 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 7



GRAFICA 14 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 7



ST = Sólidos Totales

CUADRO 14 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 7 .

Prof. cm	pH	C.E mmhos/cm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>==</sup>	HCO <sub>3</sub>	Solidos Totales %
			meq/l				meq/l			
20-30	7.6	6.5	12.0	10.0	31.9	0.56	35.0	10.2	2.4	3.3
30-40	7.4	6.4	14.0	6.0	38.4	0.50	31.0	17.1	2.8	3.0
60-70	7.5	2.5	6.0	10.0	41.0	0.56	37.0	10.0	2.8	3.8

CO<sub>3</sub><sup>==</sup> no se detectaron.



## Calicata 8

(Profundidad 0-100 cm)

El color del suelo en seco presenta 6 colores que son: gris oscuro 10 YR 4/1, de 0 a 10 cm y de 60 a 70 cm, gris claro 10 YR 6/1 de 10 a 20 cm, pardo grisáceo 10 YR 5/2 de 20 a 30 cm y de 40 a 50 cm, gris pardusco claro 10 YR 6/2 de 30 a 40 cm, gris muy oscuro 10 YR 3/1 de 50 a 60 cm y de 70 a 80 cm, gris 10 YR 5/1 de 80 a 90 cm. En húmedo se tiene gris muy oscuro 10 YR 3/1 de 20 a 40 cm, las demás capas son de color negro 10 YR 2/1.

La textura varía de franca a franca-arcillosa en la mayor parte de la calicata y solo se presentó de 80 a 90 la textura franca-arenosa.

La densidad aparente oscila de 0.68 a 0.30 g/cc, de 0 a 10 cm tiene un valor de 0.64 g/cc. La densidad real varía de 1.91 a 1.41 g/cc registrando uno de los valores más altos en la capa de 10 a 20 cm. La porosidad es alta y varía de 80.6 a 58.9 %, de 0 a 80 cm aumenta y de 80 a 100 baja hasta 64.1%.

El pH con agua destilada, es ligeramente alcalino de 0 a 10 cm de 10 a 30 cm tiende a la neutralidad, de 30 a 40 cm es ligeramente alcalino, de 40 a 80 cm es ligeramente ácido, de 80 a 90 cm es neutro y de 90 a 100 cm es ligeramente ácido, el rango de variación es de 7.5 a 6.3 . Con KCl varía de 6.9 a 5.0 ; de 10 a 20 cm es fuertemente ácido y de 20 a 40 es neutro.

El contenido de materia orgánica varía de 15.0 a 55.3 %, el contenido aumenta ligeramente con la profundidad.

El fósforo varía de 16.2 a 7.7 ppm, el valor disminuye al aumentar la profundidad.

Los nitratos oscilan de 41.1 a 20.1 ppm, disminuyendo el valor al aumentar la profundidad.

De los cationes intercambiables, el calcio varía de 19.2 a 8.0 meq/100 g, de 60 a 70 cm se tiene el valor más bajo. El magnesio varía de 16.2 a 1.8 meq/100 g, de 0 a 10 cm hay un valor de 13 meq/100 g y de 10 a 20 cm esta el valor más bajo. El sodio varía de 1.9 a 1.1 meq/100 g, se tiene el valor más alto en la superficie. Los valores para el potasio oscilan de 0.99 a 0.47 meq/100 g, aumentando ligeramente al aumentar la profundidad; el valor más bajo se localiza en la superficie.

La capacidad de intercambio catiónico total, varía de 74.2 a 48.4 meq/100 g, a partir de la superficie se tiende a aumentar el valor al aumentar la profundidad.

El porcentaje de sodio intercambiable, varía de 3.9 a 1.5, disminuyendo al aumentar la profundidad.

(Cuadro 15, gráfica 15)

En el extracto de las pastas de saturación, el pH varía de 7.8 a 7.2, teniendo una característica ligeramente alcalina.

La conductividad eléctrica varía de 2.5 a 1.4 mmhos/cm. El calcio soluble varía de 4.0 a 2.0 meq/l. El magnesio varía de 10.0 a 4.0 meq/l. El sodio varía de 31.9 a 28.2 meq/l, el potasio varía de 0.54 a 0.19 meq/l.

De los aniones solubles, los cloruros varían de 38.0 a 40.0 meq/l la concentración aumenta con la profundidad.

Los sulfatos varían de 11.9 a 4.2 meq/l.

No se registraron carbonatos. Los bicarbonatos oscilan de 2.8 a 2.4 meq/l.

Los sólidos totales fluctúan de 3.8 a 1.5 %, disminuyendo al aumentar la profundidad.

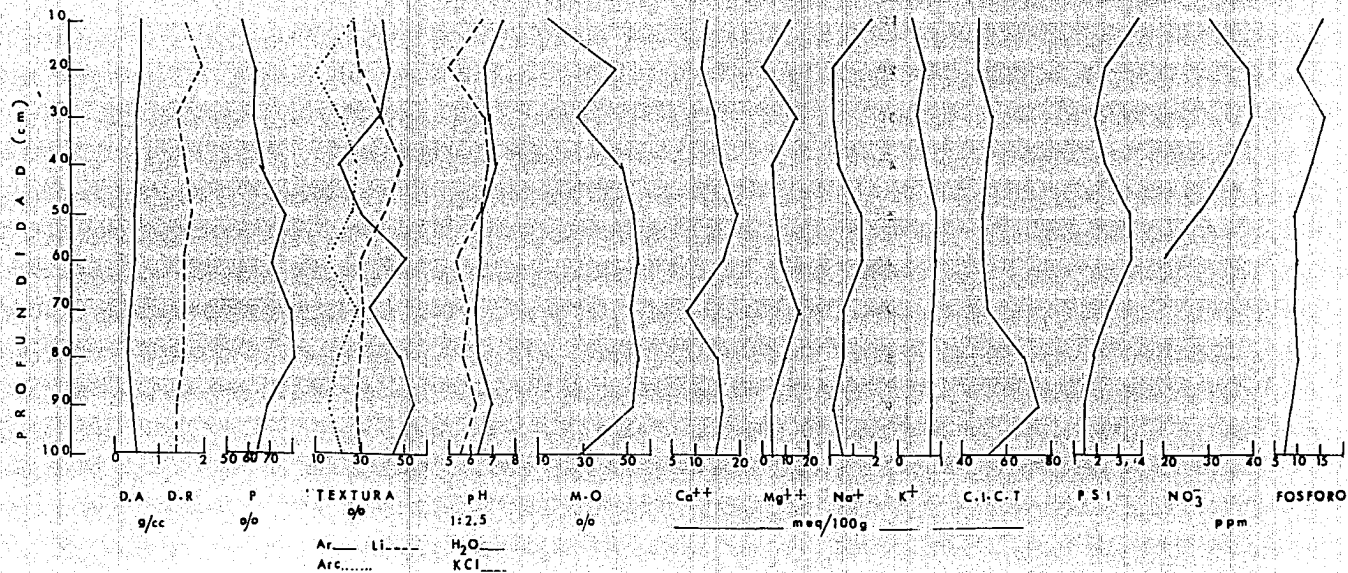
(Cuadro 16, gráfica 16 )

## Cuadro 15. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la Calicata No. 8

Procedencia: Chinampas de San Gregorio Atlapulco. Material parental:  
 Depósitos lacustres. Clima: Templado subhúmedo con temperatura anual  
 de 15.7°C, con precipitación anual de 702mm. Altitud de 2238 m.s.n.m.  
 Vegetación: Salix bomplandiana en asociación con otras plantas  
 menores. Cultivo: Agricultura mixta.

Prof. cm	Color		Textura			D.A g/cc	D.R	P %	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	M.O %	Pósforo NO <sub>3</sub> ppm	Ca <sup>++</sup> meq/100gr	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CICP	PSI		
	Seco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc														
0-10	10YR4/1	10YR2/1	42.8	27.6	29.6	0.64	1.56	58.9	7.5	6.6	15.1	15.5	31.4	13.8	13.0	1.9	0.4	48.4	3.9
	Gris oscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
10-20	10YR6/1	10YR2/1	44.4	31.8	12.6	0.68	1.91	64.4	6.8	5.0	46.4	10.5	39.5	12.8	1.8	1.1	0.7	48.6	2.4
	Gris claro	Negro	Franco																
20-30	10YR5/2	10YR3/1	40.2	38.0	23.8	0.53	1.46	63.8	7.0	6.8	29.3	16.2	41.1	15.8	16.2	1.1	0.5	54.2	2.0
	Pardo grisáceo	Gris muy oscuro	Franco																
30-40	10YR6/2	10YR3/1	22.0	48.6	29.4	0.55	1.67	66.9	7.2	6.9	48.9	13.7	35.4	16.0	5.0	1.2	0.7	51.8	2.4
	Gris pardusco claro	Gris muy oscuro	Franco-Arcilloso																
40-50	10YR5/2	10YR2/1	30.0	42.6	27.4	0.40	1.72	76.7	6.6	6.4	53.0	9.1	28.2	19.2	7.4	1.7	0.9	49.6	3.5
	Pardo grisáceo	Negro	Franco-Arcilloso																
50-60	10YR4/1	10YR2/1	50.8	31.4	17.8	0.43	1.53	71.8	6.5	5.4	55.3	10.2	20.1	16.2	9.6	1.7	0.9	50.2	3.5
	Gris oscuro	Negro	Franco																
60-70	10YR4/1	10YR2/1	35.8	33.8	30.4	0.33	1.57	79.0	6.3	5.9	52.1	9.1	-	8.0	17.6	1.3	0.8	52.0	2.6
	Gris oscuro	Negro	Franco-Arcilloso																
70-80	10YR4/1	10YR2/1	48.4	31.6	20.0	0.30	1.56	80.6	6.4	5.7	55.2	10.6	-	15.2	11.0	1.3	0.8	68.2	1.9
	Gris oscuro	Negro	Franco																
80-90	10YR5/1	10YR2/1	54.2	29.8	16.0	0.43	1.42	69.7	6.9	6.3	53.5	8.4	-	16.2	4.2	1.1	0.8	74.2	1.5
	Gris	Negro	Franco-Arenoso																
90-100	10YR4/1	10YR2/1	47.0	30.7	22.2	0.50	1.41	64.1	6.4	5.6	30.0	7.7	-	15.0	5.8	1.3	0.8	52.0	1.5
	Gris oscuro	Negro	Franco																

GRÁFICA 15 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 8

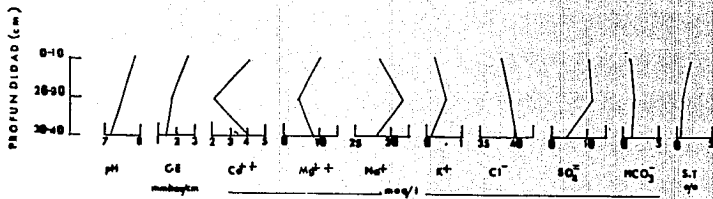


CUADRO 16 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 8 .

Prof. cm	pH	O.E mmhos/cm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> meq/l	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> meq/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Solidos Totales %
0-10	7.8	2.5	4.0	10.0	28.2	0.20	38.0	10.6	2.4	3.8
20-30	7.5	1.7	2.0	4.0	31.9	0.54	39.0	11.9	2.8	1.8
30-40	7.2	1.4	4.0	8.0	28.2	0.19	40.0	4.2	2.4	1.5

CO<sub>3</sub><sup>=</sup> no se detectaron.

GRAFICATA RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 8



ST=Solidos Totales

### Calicata 9

(Profundidad 0-120 cm)

El color del suelo en seco tiene 4 colores que son: pardo grisáceo 10 YR 5/2 de 10 a 20 cm y de 80 a 90 cm, gris claro 10 YR 7/1 de 20 a 30 cm, gris 10 YR 5/1 de 30 a 40 cm y de 100 a 110 cm, gris oscuro 10 YR 4/1 de 110 a 120 cm. El color en húmedo es gris muy oscuro 10 YR 3/1 de 20 a 30 cm y de 80 a 90 cm, las demás capas son de color negro 10 YR 2/1.

La textura varía de franca a franco-arcillosa, predominando la textura franca y localizándose únicamente la franco-arcillosa de 30 a 50 cm y de 100 a 110 cm.

La densidad aparente varía de 0.68 a 0.39 g/cc, tendiendo a disminuir con la profundidad el valor, el más alto corresponde al de la superficie y el más bajo corresponde al de 110 a 120 cm. La densidad real varía de 1.98 a 1.16 g/cc, registrando el valor más alto de 100 a 110 cm y el más bajo de 60 a 70 cm. La porosidad se registra alta y varía de 78.3 a 55.7 %, se tiene una ligera tendencia a aumentar con la profundidad.

El pH con agua destilada, varía de 8.0 a 5.8 teniendo una capas medianamente alcalino, neutro y medianamente ácido. El de valor más bajo se localizó de 110 a 120 cm. Con KCl variaron de 7.7 a 5.4, teniendo neutro de 20 a 30cm, alcalino de 30 a 40 cm y de 40 a 120 cm ácidos.



El contenido de materia orgánica es alto y varía de 25.7 a 55.9 %  
El fósforo oscila de 60.7 a 10.5 ppm, el valor más alto se presenta en la superficie y el más bajo de 110 a 120 cm.

Los nitratos varían de 47.8 a 35.4 ppm, la concentración más alta se presenta de 20 a 30 cm.

De los cationes intercambiables, el calcio varía de 17.8 a 7.0 meq/100 g, registrando el valor más alto de 60 a 70 cm. El magnesio varía de 18.8 a 8.4 meq/100 g, de 40 a 50 cm se registra el valor más alto. El sodio varía de 2.02 a 1.1 meq/100 g, localizando el valor más alto en las capas de la superficie. El potasio oscila de 1.03 a 0.81 meq/100 g, el valor más alto se tiene de 10 a 20 cm.

La capacidad de intercambio catiónico total, varía de 58.6 a 46.4 meq/100 g, el valor más alto se localiza de 110 a 120 cm.

El porcentaje de sodio intercambiable, varía de 4.0 a 2.2, el valor más alto se encuentra en la superficie y disminuye al aumentar la profundidad.

(Cuadro 17, gráfica 17)

En el extracto de las pastas de saturación, el pH es alcalino y varía de 7.5 a 7.3 . La conductividad eléctrica varía de 3.1 a 1.9 mmhos/cm. El calcio soluble oscila de 12.0 a 2.0 meq/l, el magnesio varía de 14.0 a 4.0 meq/l; la concentración de magnesio es más alta que la del calcio.

El sodio oscila de 45.8 a 26.5 meq/l, el valor más alto se registra en la superficie. El potasio varía de 0.60 a 0.21 meq/l, el valor más alto esta de 90 a 100 cm.

De los aniones solubles, los cloruros varían de 42.0 a 36.0 meq/l Los sulfatos varían de 10.6 a 2.5 meq/l , ambos aniones disminuyen con la profundidad. No se encontraron carbonatos.

Los bicarbonatos varían de 2.8 a 2.0 meq/l, el valor aumenta con la mayor profundidad.

Los sólidos totales fluctúan de 3.8 a 1.5 %.

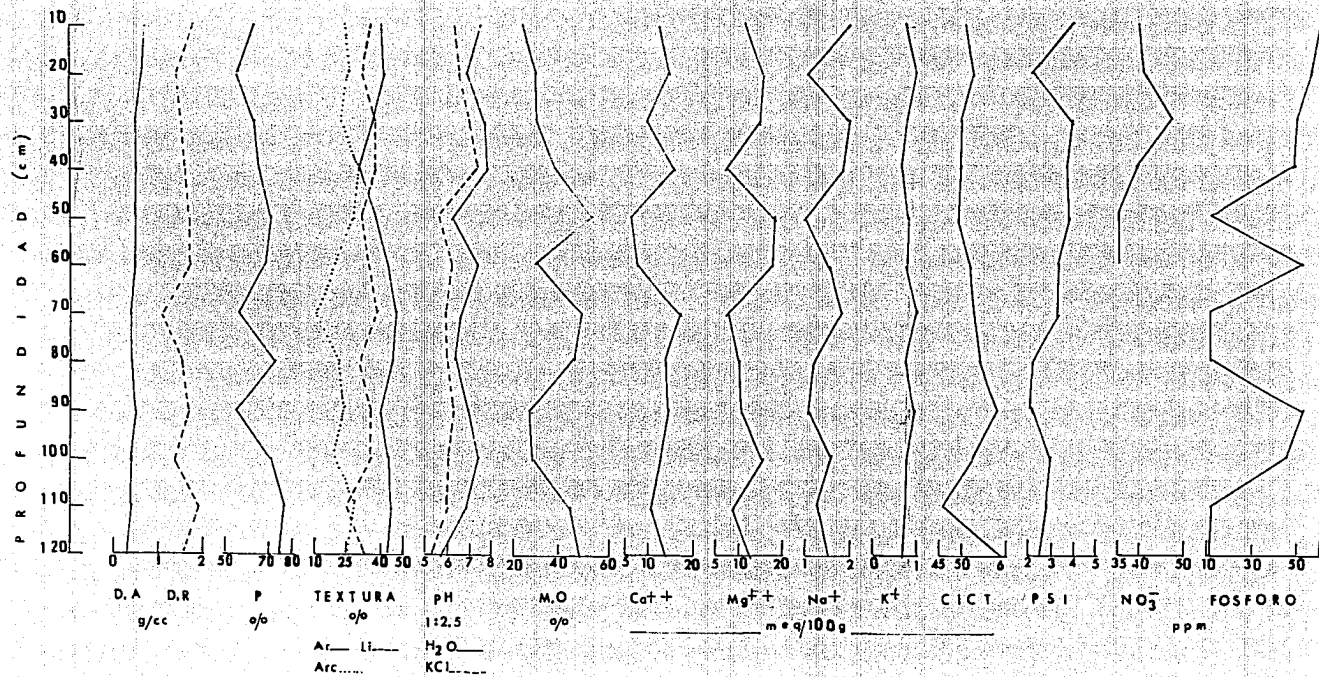
(Cuadro 18, gráfica 18)

Cuadro 17. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la Calicata No. 9  
 Procedencia: Chinampas de San Gregorio Atlapulco. Material parental:  
 Depósitos lacustres. Clima: Templado subhúmedo con temperatura anual  
 de 15.7°C, con precipitación anual de 702mm. Altitud de 2238 m.s.n.m  
 Vegetación: Salix bomplandiana en asociación con otras plantas  
 menores. Cultivo: Agricultura mixta.

Prof. cm	Color		Textura			D.A g/cc	D.R %	P H <sub>2</sub> O	pH KCl	M.O %	Fósforo ppm	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CIOT	PSI %	
	Seco	Húmedo	4Ar	4Li	4Arc														
0-10	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	41.0	35.0	24.0	0.68	1.85	62.9	7.5	6.4	25.7	60.7	40.8	13.8	12.0	2.0	0.8	50.4	4.0
10-20	10YR5/2 Fardo grisáceo	10YR2/1 Negro	42.4	32.0	25.6	0.63	1.45	56.7	7.0	6.5	30.0	57.0	41.0	15.6	16.2	1.1	1.0	53.0	2.2
20-30	10YR7/1 Gris claro	10YR3/1 Gris muy oscuro	36.4	39.8	23.8	0.53	1.56	65.9	7.8	7.0	31.7	51.7	47.8	10.2	15.4	2.0	0.8	50.6	3.9
30-40	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	30.0	39.8	30.2	0.54	1.65	67.3	8.0	7.7	39.5	49.5	39.5	16.2	8.4	1.9	0.7	50.8	3.7
40-50	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	38.2	32.9	28.8	0.50	1.72	70.9	6.3	5.7	55.9	12.3	35.4	7.0	18.8	1.0	0.8	49.8	3.8
50-60	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	44.4	35.2	20.4	0.53	1.74	69.1	7.4	6.3	31.4	53.0	35.4	8.4	18.4	1.6	0.8	52.6	3.4
60-70	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	48.2	39.2	12.6	0.40	1.16	57.0	6.6	6.0	50.1	12.6	-	17.8	8.4	1.8	1.0	53.0	3.4
70-80	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	46.2	31.6	22.2	0.40	1.53	73.8	6.4	6.0	47.5	12.6	-	14.8	11.0	1.2	0.8	54.2	2.3
80-90	10YR5/2 Fardo grisáceo	10YR3/1 Gris muy oscuro	40.2	35.8	24.0	0.53	1.75	55.7	7.0	6.3	28.6	53.0	-	15.6	11.8	1.1	1.0	58.4	2.2
90-100	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	44.4	35.2	20.4	0.42	1.47	71.5	7.4	6.1	29.1	45.0	-	13.0	15.8	1.6	0.8	53.0	3.0
100-110	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	44.8	25.6	29.6	0.43	1.90	78.3	6.9	6.0	45.4	12.3	-	11.4	9.0	1.3	0.8	46.4	2.8
110-120	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	43.0	33.0	24.0	0.39	1.60	75.7	5.8	5.4	50.0	10.5	-	14.0	13.2	1.5	0.7	58.6	2.5

— NO SE DETERMINO

GRAFICA 17 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 9

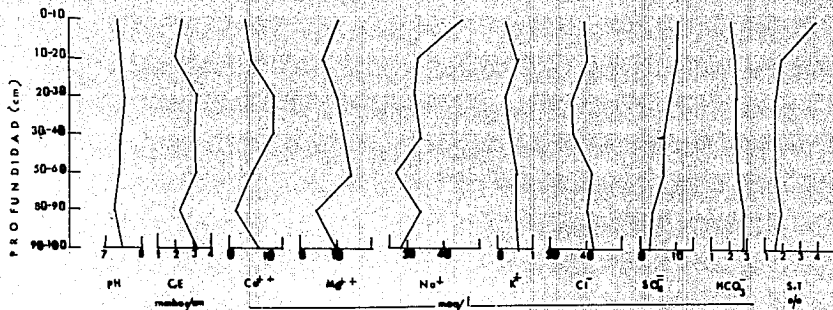


CUADRO 18 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALIGATA 9 .

Prof. cm	pH	C.E mmhos/cm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> meq/cm	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> meq/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Solidos Totales %
0-10	7.3	2.3	4.0	10.0	45.8	0.23	39.0	10.6	2.0	3.8
10-20	7.4	1.9	5.0	6.0	32.6	0.57	40.0	10.2	2.4	1.9
20-30	7.5	3.1	12.0	10.0	31.9	0.21	36.0	8.5	2.4	1.5
30-40	7.4	3.0	12.0	12.0	33.6	0.31	36.0	6.8	2.4	1.5
50-60	7.4	3.1	6.0	14.0	26.5	0.51	41.0	6.8	2.4	1.6
80-90	7.3	2.2	2.0	4.0	33.6	0.52	40.0	3.4	2.8	1.8
90-100	7.4	3.1	8.0	10.0	28.2	0.60	42.0	2.5	2.8	1.6

CO<sub>3</sub><sup>-</sup> no se detectaron.

GRAFICA 18 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 9



S.T.=Sólidos Totales

## Calicata 10

(Profundidad 0-150 cm)

El color del suelo en seco presenta los siguientes: gris oscuro 10 YR 4/1 predominando en la mitad de las muestras de la calicata ; el pardo grisáceo 10 YR 5/2 se presenta de 0 a 30 cm y de 110 a 120 cm, gris pardusco claro 10 YR 6/2 de 50 a 60 cm, de 90 a 100 cm y de 130 a 140 cm, gris 10 YR 5/1 de 30 a 40 cm y de 100 a 110 cm. En húmedo el color que predomina es el negro 10 YR 2/1, existiendo gris muy oscuro 10 YR 3/1 de 10 a 20 cm y de 50 a 60 cm.

La textura que se registra es la franca como predominante y la franca -arcillosa, que se presenta de 0 a 10 cm, de 30 a 40 cm, de 80 a 90 cm y de 140 a 150 cm.

La densidad aparente varía de 0.69 a 0.58 g/cc, teniendo el valor más alto de 70 a 80 cm. La densidad real varía de 1.99 a 1.28 g/cc, el valor más alto se localiza de 10 a 20 cm. La porosidad es alta y varía de 51.1 a 69.9 %, localizando el valor más alto de 100 a 150 cm.

El pH con agua destilada es alcalino de 20 a 40 cm y de 110 a 120 es neutro, variando de 8.8 a 6.9 . Con KCl los valores varían de 6.0 a 7.7, registrando de 80 a 90 cm el valor más alto.

La materia orgánica varía de 59.2 a 25.3 %, el valor más alto esta de 50 a 60 cm.

El fósforo varía de 68.7 a 49.5 ppm, registrando en las capas de 10 a 30 y de 90 a 100 cm el valor más alto, mientras que de 130 a 140 cm se registra el más bajo.

Los nitratos varían de 31.4 a 15.3 ppm, el valor más alto se encuentra en la superficie y el más bajo de 40 a 60 cm.

De los cationes intercambiables, el calcio varía de 13.8 a 6.2 meq/100 g. El magnesio varía de 20.4 a 9.2 meq/100 g, el valor más alto esta de 80 a 90 cm. El sodio varía de 2.0 a 1.2 meq/100 g.

El potasio varía de 0.70 a 1.07 meq/100 g y de 50 a 70 cm se encuentra el valor más alto.

La capacidad de intercambio catiónico total, varía de 68.0 a 32.0 meq/100 g, de 140 a 150 cm tiene el valor más bajo y de 120 a 130 cm esta el valor más alto.

Los valores del porciento de sodio intercambiable varían de 2.0 a 3.8, de 90 a 100 cm esta el valor más alto.

Cuadro 19, gráfica 19)

En el extracto de las pastas de saturación, el pH es alcalino con valores de 7.7 a 7.2 . La conductividad eléctrica varía de 3.0 a 1.3 mmhos/cm, de 0 a 10 cm se tiene un valor de 2.8 mmhos/cm.

El calcio soluble varía de 16.0 a 2.0 meq/l, el magnesio varía de 10.0 a 4.0 meq/l , el sodio es alto y tiene valores de 56.5 a 30.0 meq/l, el potasio varía de 0.69 a 0.19 meq/l.



De los aniones solubles, los cloruros varían de 26.0 a 37.0 meq/l los valores aumentan con aumento de la profundidad. Los sulfatos oscilan de 18.8 a 6.8 meq/l, de 80 a 90 cm se registró el valor más alto y el más bajo de 140 a 150 cm.

No se encontraron carbonatos. Los bicarbonatos varían de 2.8 a 1.2 meq/l y los sólidos totales varían de 3.4 a 1.0 %.

(Cuadro 20, gráfica 20)

Cuadro 19. Resultados de los análisis físico-químicos de la Calicsta No. 10  
 Procedencia: Chinampas de San Gregorio Atlapulco. Material parental:  
 Depósitos lacustres. Clima: Templado subhúmedo con temperatura anual  
 de 15.7°C, con precipitación anual de 702mm. Altitud de 2239m.s.n.m.  
 Vegetación: Salix bomplandiana en asociación con otras plantas  
 menores. Cultivo: Agricultura mixta.

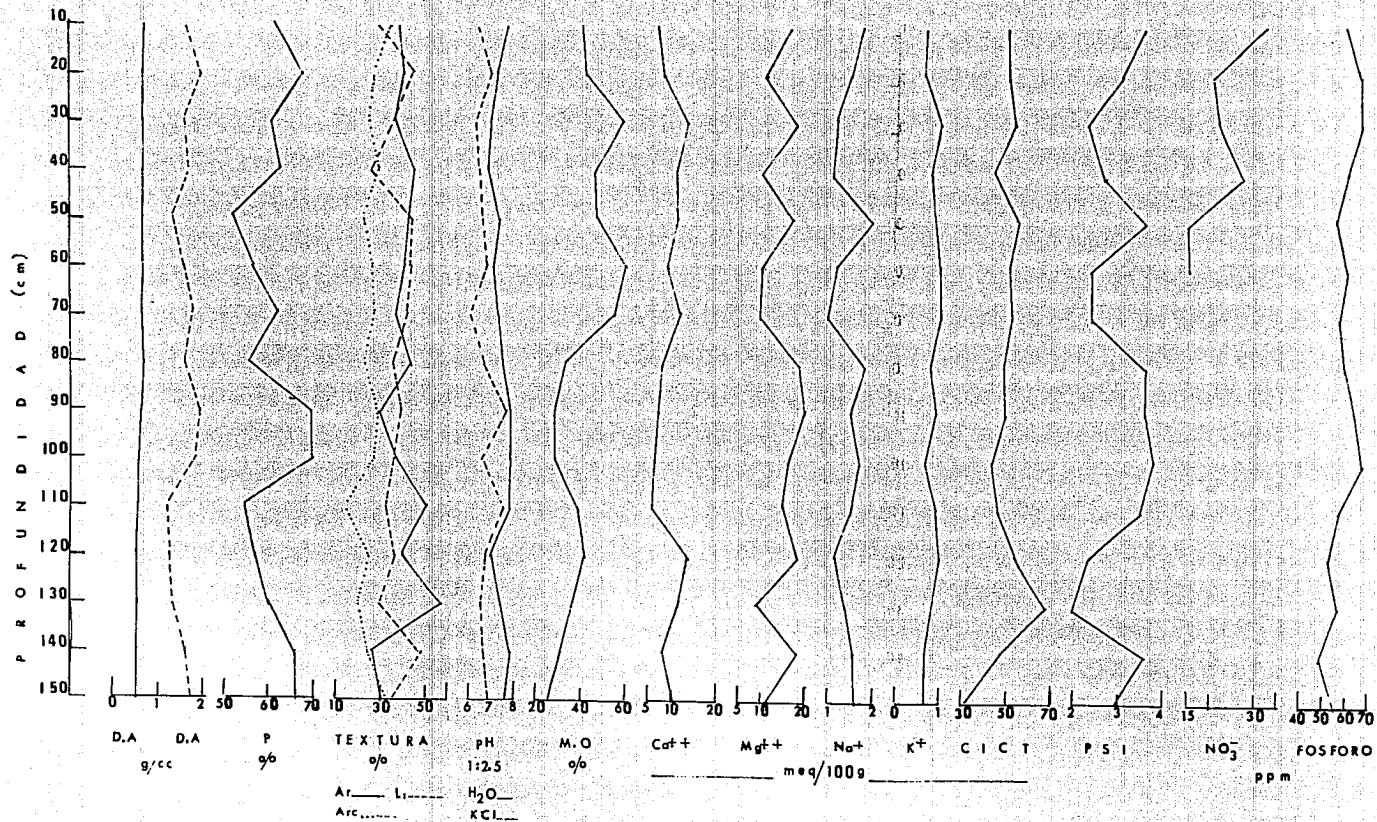
Prof. cm	Color		Textura			D.A g/cc	D.R	P %	pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCI 1:25	M.O %	Fósforo NO <sub>3</sub> ppm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CICL	PSI	
	Seco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc														meq/100gr
0-10	10YR5/2 Pardo grisáceo	10YR2/1 Negro	38.0	28.0	34.0	0.64	1.63	60.9	7.6	6.4	40.4	69.7	31.4	7.0	16.8	1.7	0.7	50.6	3.5
			Franco-Arcilloso																
10-20	10YR6/2 Gris pardusco claro	10YR2/1 Negro	40.0	43.8	16.2	0.63	1.95	67.9	7.2	6.9	42.0	68.7	20.1	8.8	11.0	1.5	0.7	52.1	3.3
			Franco																
20-33	10YR5/2 Pardo grisáceo	10YR2/1 Negro	38.2	37.0	24.8	0.62	1.59	60.0	7.0	6.3	58.2	68.7	22.5	13.8	18.8	1.2	1.0	53.6	2.3
			Franco																
30-40	10YR5/1 Gris	10YR2/1 Negro	44.4	25.6	29.6	0.62	1.64	62.3	6.9	6.4	46.0	61.0	27.4	11.2	10.4	1.1	0.8	44.8	2.6
			Franco-Arcilloso																
40-50	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	42.4	43.6	22.0	0.64	1.31	51.1	7.3	6.6	47.7	56.2	15.3	11.6	17.2	2.0	0.9	55.8	3.6
			Franco																
50-60	10YR6/2 Gris pardusco claro	10YR2/1 Negro	40.2	43.3	16.0	0.66	1.54	56.8	7.1	6.8	59.2	60.7	15.3	9.8	10.8	1.2	1.0	51.8	2.4
			Franco																
60-70	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	38.0	43.6	18.4	0.67	1.73	61.3	7.3	6.0	55.3	57.0	-	12.0	9.2	1.0	1.0	52.8	2.4
			Franco																
70-80	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	41.2	35.8	23.0	0.69	1.56	55.9	7.5	6.7	33.0	60.7	-	8.4	18.8	1.8	0.8	48.8	3.6
			Franco																
80-90	10YR4/1 Gris obscuro	10YR2/1 Negro	39.4	39.6	30.0	0.59	1.90	69.0	7.8	7.7	28.8	65.0	-	7.8	20.4	1.5	0.9	49.8	3.6
			Franco-Arcilloso																
90-100	10YR6/2 Gris pardusco claro	10YR2/1 Negro	36.4	36.2	27.4	0.58	1.87	69.9	7.9	6.7	29.3	68.7	-	7.0	16.2	1.7	0.7	44.6	3.8
			Franco																
100-110	10YR5/1 Gris	10YR2-1 Negro	50.4	33.8	15.8	0.59	1.78	54.1	7.8	7.5	38.5	58.7	-	6.2	15.2	1.5	0.9	45.0	3.5
			Franco																

- NO SE DETERMINO

Continuación. Resultados de los análisis fisicoquímicos la Calicata No. 10

Prof. cm	Color		Textura			D.A g/cc	D.R	P %	pH		M.O %	Fósforo ppm	NO <sub>3</sub> ppm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CICP	PSI
	Jeco	Húmedo	%Ar	%Li	%Arc				H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:25									
110-120	10YR5/2 Pardo grisáceo	10YR2/1 Negro	39.0	36.0	25.0	0.58	1.36	57.2	7.0	6.8	41.8	53.0	-	13.6	18.2	1.2	1.0	54.2	2.3
120-130	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	58.8	30.6	20.6	0.59	1.47	60.0	7.5	6.6	36.8	56.2	-	12.0	9.6	1.4	0.8	68.4	2.0
130-140	10YR6/2 Gris pardusco claro	10YR2/1 Negro	27.8	48.0	24.2	0.59	1.76	66.1	7.9	6.8	31.9	49.5	-	8.2	18.6	1.6	0.7	46.0	3.6
140-150	10YR4/1 Gris oscuro	10YR2/1 Negro	31.8	36.2	32.0	0.59	1.78	66.9	7.7	6.9	25.3	55.0	-	10.2	12.0	1.6	0.7	32.0	3.0

GRAFICA 19 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 10

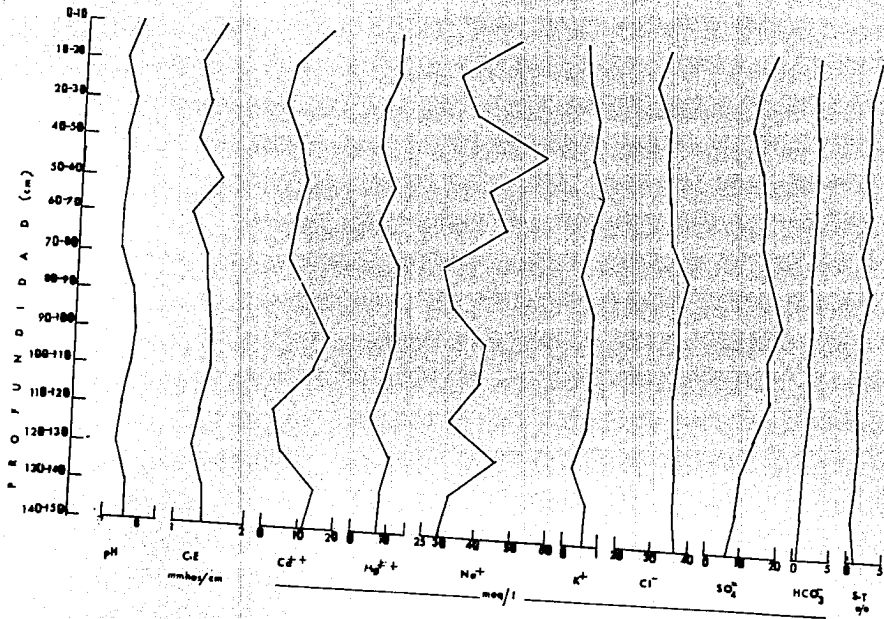


CUADRO 20 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 10 .

Prof. cm	pH	C.E mmhos/cm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> meq/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Solidos Totales %
			meq/cm							
0-10	7.5	2.8	14.0	8.0	47.1	0.19	29.0	13.7	1.6	3.4
10-20	7.1	1.5	4.0	8.0	31.2	0.21	26.0	10.2	1.2	1.5
20-30	7.4	2.1	2.0	4.0	35.6	0.52	30.0	8.5	2.0	1.9
40-50	7.2	1.5	6.0	4.0	56.5	0.45	30.0	11.9	2.4	1.2
50-60	7.3	3.0	8.0	8.0	40.0	0.69	31.0	13.7	2.4	3.0
60-70	7.2	1.3	6.0	4.0	45.8	0.46	32.0	12.8	2.4	1.0
70-80	7.2	2.2	4.0	10.0	28.2	0.20	37.0	15.7	2.0	3.8
80-90	7.6	2.4	10.0	10.0	31.3	0.63	35.0	18.8	2.8	1.5
90-100	7.7	2.7	16.0	10.0	40.2	0.64	35.0	15.4	2.4	1.6
100-110	7.6	2.7	12.0	8.0	39.1	0.62	34.0	17.1	2.8	1.4
110-120	7.4	2.2	2.0	4.0	31.7	0.57	35.0	13.0	2.4	2.3
120-130	7.3	1.9	4.0	10.0	45.6	0.22	36.0	9.4	2.0	2.0
130-140	7.6	2.6	14.0	8.0	32.8	0.67	36.0	8.5	2.0	1.0
140-150	7.6	2.7	12.0	8.0	30.0	0.60	37.0	6.8	1.6	2.1

CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> no se detectaron.

GRAFICA 20 RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LAS PASTAS DE SATURACION DE LA CALICATA 10



10. FOTOGRAFIAS DESCRIPTIVAS DE ALGUNOS LUGARES  
DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Foto 1

Zona denominada "La huerta", a partir de esta zona el canal de Apatlaco es denominado "canal de San Gregorio". A partir de este lugar, se realizó el muestreo de suelos.



Foto 2

En este lugar nacía uno de los últimos manantiales del pueblo denominado "Tililac", que daba vida y esplendor a la región.

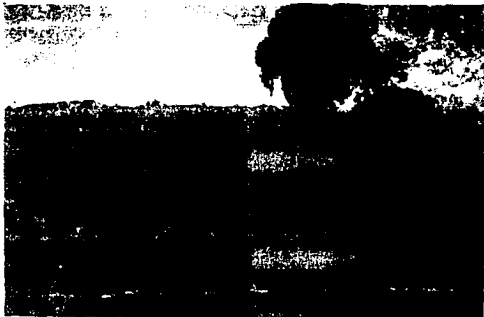


Foto 3 y 4

Las siguientes imágenes muestran: la calicata de mayor profundidad y la más somera, desde el nivel freático, hasta la superficie.

Calicata No. 2 Profundidad..... .90 m Lugar ..... Tlilac



Calicata No. 3  
Profundidad ..... 1.70 m  
Lugar ..... Axayopan



Foto 5

Actualmente el riego se lleva a cabo, mediante el bombeo de las aguas de origen residual y pluvial que existen en las zanjas y canales que circundan a las chinampas.



Foto 6

Lugar donde vertían sus aguas a los canales, tanto el manantial de Tlapechicali como el Coacolocho ó Coacotl.

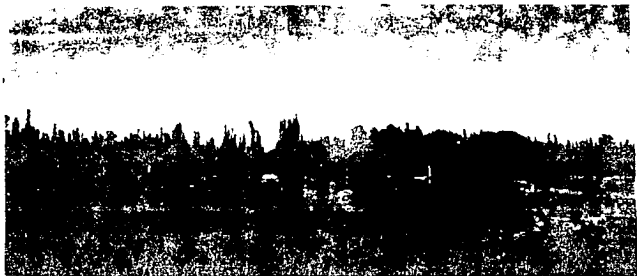


Foto 7 y 8

Canoa con "agua-lodo" extraído del fondo de los canales con el zoquimaitl, para la formación de los "chapines".

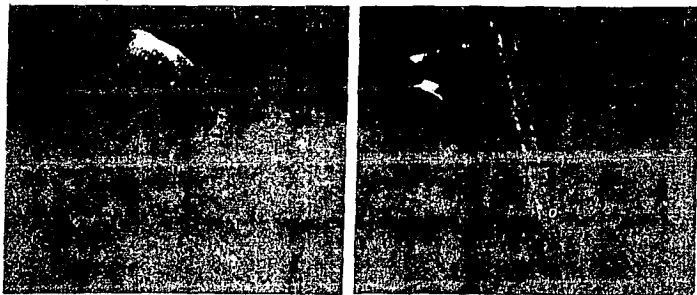


Foto 9

Una vez cubierta la superficie de los camellones con el agua-lodo (8 a 10 cm de profundidad), se espera a que se seque parcialmente y se procede a cortar los chapines, según el tamaño deseado para cada cultivo.



Foto 10

En la actualidad se sigue practicando la recolección de vegetación acuática de los canales, para llevarla a las chinampas y esparcirla en la superficie; mejorando así, las características del suelo.



Foto 11

El estiércol seco de ganado vacuno al igual que otros, son amontonados en los márgenes de los embarcaderos y de aquí llevados hacia las chinampas, para ser utilizados con la misma finalidad que la vegetación acuática.



Foto 12

Algunas de las especies representantes de la flora típica de la zona estudiada.

Salix bomplandiana conocido comunmente como "ahuejote", se localiza por lo general en los márgenes de las chinampas.

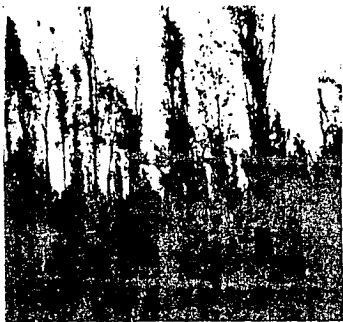


Foto 13

De las especies vegetales flotantes en los canales y zanjas, aparecen en la siguiente imagen una asociación de Hydrocotyle ranunculoides el llamado "centavillo", Lemna gibba conocido como "chilacastle" Patamogeton pectinatus "pasto acuático y Elchornia crassipes llamado "huauchinango".



Foto 14 y 15

Los medios de transporte, son base primordial para la distribución de los productos agrícolas, hacia los mercados de consumo. En estas imágenes, se observa como se lleva a cabo el embarque de productos agrícolas como: calabazas, zanahorias, coliflores y rábanos.



Foto 16

La floricultura, es una actividad que comienza a tener auge en tierras donde los canales y zanjas circundantes han desaparecido ó contienen poca agua actualmente.

En seguida, se muestran rosas sembradas en bolsas de plástico, que son regadas con agua de pozo y en ocasiones con agua potable entubada.



Foto 17

La floricultura es un nuevo recurso en el uso del suelo, que representa progreso y bienestar para las familias de San Gregorio.



Foto 18

Dedicación, constancia y amor por la tierra, son los factores determinantes en la conservación de la alta productividad de las chinampas.

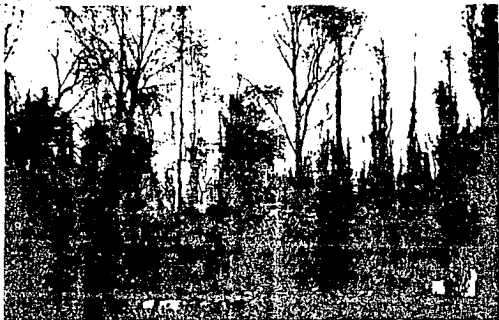


Foto 19

Es tarea del pueblo y autoridades, buscar soluciones concretas y alternativas para evitar la extinción de las chinampas.



## 11. DISCUSION

Los resultados obtenidos en los análisis realizados a las 10 calicatas muestreadas, presentan una gran heterogeneidad debida principalmente a la intervención del hombre, en la formación de los suelos de chinampas (factores antrópicos).

El color que predomina en seco es, gris oscuro 10 YR 4/1 y en húmedo es negro 10 YR 2/1. La calicata 2 es la única que presenta una homogeneidad de gris oscuro 10 YR 4/1 en seco y negro 10 YR 2/1 en húmedo, se registra esto a todo lo largo de la calicata. El color en seco de gris claro 10 YR 7/1 se presenta en la calicata 3 en la profundidad de 90 a 100 cm, en la 7 de 20 a 30 cm y en la 9 de 20 a 30 cm.

La variación de color que se presenta en las calicatas, se debe principalmente a la cantidad de materia orgánica que es aportada continuamente a la superficie de estos suelos, en forma de abonos orgánicos, vegetación acuática y agua-lodo.

La tonalidad más clara puede deberse, a una notable disminución de aporte de materiales orgánicos como los citados anteriormente y al posible aumento de sales en estos suelos.

La textura a lo largo de las diferentes calicatas, varía presentando las modalidades de franca, franco-arcillosa, franco-limosa y franco-arenosa. El porcentaje de arcillas varía a lo largo de todas las calicatas de 34.0 a 4.2, los limos de 59.6 a 20.0 y las arenas de 72.4 a 22.0 .



La textura predominante es la franco-arenosa, encontrando en la calicata 4 con un porcentaje de 72.4 de arena. Esto puede deberse a que los chinamperos acostumbran agregar lama o arena directamente a las superficies de los suelos, para elevar su nivel ó mejorarlos.

En las calicatas 2,3,4,5,6,7 y 9; la textura en los primeros 10 cm es franca, en las calicatas 8 y 10 es franco-arcillosa y en la calicata 1 es franco-limosa; esto puede ser causado por la constante agregación de agua-lodo en las superficies de las chinampas.

Las densidades aparentes son bajas, los valores varían de 0.60 a 0.30 g/cc, la materia orgánica influye en parte a variar los valores de la densidad aparente, pues se observa, que a densidades bajas, los porcentajes de materia orgánica son altos.

Esto nos indica que no hay una compactación de los suelos, que disminuya el desarrollo radicular de los cultivos que se establecen en estos lugares. Las densidades reales son bajas, varían de 1.98 a 1.46 g/cc; al establecer la relación entre densidad aparente y densidad real, se obtiene un alto porcentaje de porosidad que en la mayor de las veces es superior a 50, con lo que se deduce que los suelos tienen una buena aereación que coadyuba al buen desarrollo de los cultivos.

El pH que se presenta en las calicatas con agua destilada (relación 1:2.5), oscila de 9.0 a 5.7 y con KCl varía de 7.9 a 5.0 .

La calicata 1 y 2 presentan pHs alcalinos en las capas cercanas a la superficie, con valores de 9.0 a 7.8 ; las calicatas 1,2,3 y 4 presentan pHs alcalinos, sólo en algunas capas intermedias. Esta alcalinidad, se debe a una elevada saturación de bases principalmente el  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ .

La mayor parte de las muestras estudiadas, tienen una dominancia de pHs ácidos.

El porcentaje de materia orgánica encontrado en todas las calicatas es bastante alto, los valores varían de 70.0 a 59.4 % en la mayoría de los casos.

Esta característica da al suelo propiedades que aumentan la fertilidad por tener: una alta capacidad de intercambio catiónico total, aporta  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{=}$ ,  $\text{SO}_4^{=}$  y otros elementos en menor concentración; además es útil como fuente de energía, para los organismos del suelo que requieren de la materia orgánica para la realización de sus actividades bioquímicas.

Los contenidos de fósforo oscilan de 68.7 a 5.9 ppm. En las calicatas 3 (120 a 170 cm) y 8 (60 a 100 cm), el fósforo disminuye hacia la mayor profundidad hasta 5.9 ppm. La concentración que se encontró de fósforo es alta, debido a la gran cantidad de agua contaminada con detergentes y abonos orgánicos que continuamente se agregan a los suelos de las chinampas.

Los abonos orgánicos al descomponerse, aportan una gran cantidad de fósforo asimilable que aumenta el poder de fertilidad en el suelo.

Las concentraciones de nitratos, son altas oscilando de 51.2 a 10.4 ppm; en las calicatas 5 y 6 los valores disminuyen con la profundidad, existiendo las concentraciones más bajas hacia la mayor profundidad al igual que la materia orgánica. Gracias a la descomposición de la materia orgánica, se incorpora al suelo una gran concentración de nitratos aprovechables para las plantas.

En cuanto a los cationes intercambiables el calcio tiene valores de 20.0 a 5.0 meq/100 g de suelo, existiendo una variación más o menos uniforme en todas las calicatas a excepción de las capas de 30 a 70 cm, en donde hay una disminución notable de los valores.

El magnesio varía de 20.8 a 1.8 meq/100 g de suelo, disminuyendo los valores hacia la parte media en todas las calicatas (30 a 50 cm) y aumentan en la superficie (0 a 20 cm).

En las calicatas 1,2,3,7 y 10, la concentración de calcio es menor que la del magnesio, excepto en las calicatas 5 y 8 en donde el calcio es mayor que el magnesio.

El sodio oscila de 5.4 a 0.93 meq/100 g de suelo; los valores más altos se presentan en las calicatas 1,2 y 3.

El potasio varía de 2.0 a 0.3 meq/100 g de suelo, el resultado es muy uniforme en todas las calicatas.

Las concentraciones de potasio fueron menores que los demás cationes.

La capacidad de intercambio catiónico total varía de 76.2 a 50.0 meq/100 g, estos valores se deben al alto contenido de materia orgánica y al porcentaje de arcillas existente, que va a favorecer la adsorción de cationes en todas las calicatas.

El porcentaje de sodio intercambiable, varía de 12.1 a 1.3. Las calicatas 1,2 y 3, tienen los porcentajes más altos de sodio, aunque estos suelos no presentan problemas de sodicidad.

En el extracto de las pastas de saturación, el pH de la solución es alcalino con una variación de 8.6 a 7.0, el valor de 7.0 sólo se presenta en la calicata 4 de 80 a 90 cm. La conductividad eléctrica varía de 7.8 a 1.2 mmhos/cm, disminuyendo el valor al aumentar la profundidad en todas las calicatas, a excepción de la calicata 3. En las calicatas 6,8,9 y 10, los valores de la conductividad eléctrica son menores de 4 mmhos/cm.

El calcio soluble fluctúa de 18.0 a 2.0 meq/l. El magnesio varía de 44.0 a 2.0 meq/l, la calicata 3 presenta las concentraciones más altas. El sodio disminuye de 62.8 a 19.7 meq/l. El potasio oscila de 1.01 a 0.10 meq/l. El sodio soluble, es el catión más abundante de la solución del suelo, le sigue el magnesio, el calcio y potasio. De los aniones solubles, se registró que los cloruros son muy altos en su concentración y varían de 83.0 a 22.0 meq/l, la calicata 3 es la que tiene la concentración más alta.

Los sulfatos oscilan de 22.4 a 1.8 meq/l, la concentración disminuye en la profundidad.

No se detectaron carbonatos, usando el método de Reitmeier, 1946. Los bicarbonatos varían de 3.9 a 0.8 meq/l. Los cloruros, son los aniones que tienen la mayor concentración, le siguen los sulfatos y por último los bicarbonatos; si se relacionan los cationes y los aniones solubles, se forman las sales más abundantes en estos suelos que son: los cloruros de sodio, cloruros de magnesio, los sulfatos de sodio y sulfatos de magnesio.

Los sólidos totales, oscilan de 3.8 a 1.0 %.

## 12. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en las calicatas de San Gregorio Atlapulco, se concluye lo siguiente:

Estos suelos son potencialmente fértiles, presentan una textura franca que permite a las raíces vegetales, se puedan extender libremente y favorecen una aereación adecuada en toda la capa arable, confiriendo capacidad para soportar una intensa explotación agrícola.

El contenido de materia orgánica es alto, lo que favorece un almacenamiento de los cationes intercambiables como el calcio, magnesio y potasio. La materia orgánica, también da al suelo una capacidad amortiguadora, que atenúa los efectos químicos que suceden cuando los agricultores agregan a sus suelos, fertilizantes y otras sustancias que integran con el riego de aguas residuales.

El pH se considera óptimo, pues las variaciones fueron de 8 a 6, lo que permite un desarrollo adecuado para la mayoría de los cultivos que se establecen en la región.

Los contenidos de nitratos, fósforo, calcio, magnesio y potasio, se consideran suficientes para el buen desarrollo vegetal.

La capacidad de intercambio catiónico total es alta, debida a la existencia de un alto contenido de arcillas y materia orgánica.

De acuerdo a las reglas de USDA (1982), para clasificar los suelos se tiene que :

La calicata 1 en las capas de 0 a 10 cm y de 60 a 110 cm, el suelo se considera no salino, registrando conductividades eléctricas de 3.0 a 2.1 mmhos/cm, pHs de 8.3 a 6.4 y porcentajes de sodio intercambiable de 8.1 a 5.5; de 10 a 60 cm se considera salino por tener conductividades eléctricas de 5.8 a 4.5, pHs de 8.5 a 8.4 y porcentajes de sodio intercambiable de 9.9 a 7.9 .

La calicata 2 de 0 a 40 cm es salino, registra C.E. de 5.0 a 3.9, pHs de 9.0 a 8.6 y PSI con valores de 12.1 a 9.3 ; de 40 a 90 cm es no salino, por tener C.E. de 3.3 a 1.2, pHs de 8.3 a 7.4 y PSI de 10.2 a 7.5 .

La calicata 3 de 0 a 10 cm es no salino, con una C.E. de 2.6 mmhos/cm pH de 7.8 y PSI de 11.5 ; de 10 a 100 cm es salino, con C.E. de 7.8 a 4.1, pHs de 8.2 a 7.5 y PSI de 11.9 a 5.0 .

La calicata 4 de 0 a 20 cm es salino, con C.E. de 6.4 a 4.1, pHs de 7.1 a 7.0 y PSI de 2.3 a 2.1 y de 20 a 130 cm es no salino, con C.E. de 3.5 a 2.2, pHs de 8.2 a 6.7 y PSI de 3.6 a 1.3 .

La calicata 5 de 40 a 50 cm es salino, con una C.E. de 5.8, pH de 7.2 y PSI de 4.2 ; de 50 a 90 es no salino, con C.E. de 3.9 a 1.4, pHs de 7.5 a 7.2 y PSI de 3.0 a 1.6 .

La calicata 7 de 20 a 40 cm es salino, con C.E. de 6.5 a 6.4, pHs de 7.5 a 7.1 y PSI de 4.3 a 2.4 ; de 60 a 70 cm es no salino, con una conductividad eléctrica de 2.5, pH de 7.5 y PSI de 2.3 .

Las calicatas 6,8,9 y 10 no presentan problemas de salinidad.

En lo referente a los cationes solubles, se tiene que el sodio es el más abundante, le sigue el magnesio, el calcio y por último el potasio. Entre los aniones los cloruros son los más abundantes, le siguen los sulfatos y bicarbonatos (no se encontraron carbonatos). Por lo anterior, se puede predecir que las sales que más se forman son cloruros de sodio, cloruros de magnesio, sulfatos de sodio y sulfatos de magnesio.

La heterogeneidad encontrada en estos suelos, es debida a que no se ha llevado a cabo una evolución morfo genética natural del suelo, ya que se trata de suelos antrópicos, en donde el hombre recicla constantemente materiales en las superficies de las chinampas, como la vegetación acuática, agua-lodo y otros materiales durante todo el año.

El cultivo en chinampas, en la actualidad sigue siendo uno de los sistemas de mayor potencialidad productiva, pues las técnicas agrícolas utilizadas en sus diversas modalidades, son las apropiadas para su explotación a pesar de la contaminación del agua que le rodea.

El instrumental usado en la labranza, es sencillo pero adecuado, para las actividades agrícolas que se desarrollan en las chinampas. La construcción de almácigos o semilleros, sigue siendo la clave principal para el aprovechamiento del uso del suelo, permitiendo que los cultivos se puedan suceder unos a otros durante todo el año, sin importar la época del mismo.



La siembra de cultivos en chapines, sigue siendo la forma más adecuada para que los vegetales se desarrollen en sus primeros estadios de vida, en condiciones favorables y seguras.

En cuanto al sembrado de semillas, se tiene que cada modalidad responde a la forma de desarrollo y a la forma de cosecha que se espera de los cultivos. Así se tiene que el maíz, se siembra "a chorrillo" si se trata de obtener forraje, pero no semilla en cambio si lo que se pretende es obtener cosecha de semillas, entonces se opta por la siembra "por mateado".

En casos de cultivos donde se espera cosechar los vegetales con todo y raíz, se prefiere la siembra "al voleo" como sucede con el rábano, verdolaga, etc. En casos como el de la alfalfa se puede sembrar "al voleo", aunque también se puede sembrar también "a chorrillo".

En los casos de plantas que se desea pasen sus primeros estadios de vida, bajo condiciones especiales se procede a sembrar en "chapines" y después se transportan a los lugares, donde terminarán su desarrollo completo, como sucede con las lechugas, tomates, brócolis, etc.

### 13. BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, H.N. 1962. Notas de suelos. Colegio de postgraduados de ENA. Chapingo. México.
- Aguilera, H.N. 1990. Tratado de edafología de México. Tomo I Fac. de Ciencias. UNAM. México.
- Aguilera, H.N. et al. 1987-1991. Rehabilitación de suelos de chinampa y sus relaciones con las plantas cultivadas. I, II, III, IV y V informes de trabajo al CONACYT. Fac. de Ciencias. UNAM. México.
- Alfaro, S.G. y Orozco, Ch.F. 1980. Estudio edafológico del Ejido de Xochimilco. Ciénega Grande. Tesis. Fac. de Ciencias UNAM. México.
- Allison, L.E. et al. 1982. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salino-sódicos. USDA. Limusa. México.
- Armillas, P. 1971. Gardens on swamps, en Science. Vol. 174. USA. 653-661 pp.
- Bautista, Z.F. 1988. Algunos estudios edafológicos en San Gregorio Atlapulco, Xochimilco. Tesis. UNAM. México.
- Barbosa, R.R. 1973. La estructura económica de la Nueva España. 1519-1810 siglo XXI. Editores México.
- Cabrera, L. 1975. Diccionario de Aztequismos. 20 Ed. Oasis. México. 365 pp.

- Cajuste, J. 1977. Química de suelos con enfoque agrícola. Colegio de postgraduados del Colegio de Chapingo. México. 258-260 pp.
- Carrasco, P. 1976. La sociedad mexicana antes de la conquista en historia general de México. Tomo 1 165-286 pp.
- Cervantes, B.J. 1976. Suelos. Programa Cuenca de México. Sección de geomorfología. Inst. de Geografía. UNAM. México.
- Clavijero, F.J. 1968. Historia antigua de México. Ed. Porrúa. México.
- Coe, M.D. 1964. The chinampas of México. Scientific American. Vol. 211 No. 1 90-98 pp.
- Coe, M.D. 1971. The chinampas of Xochimilco, en: plant agriculture readings from Scientific American. USA. 28-36 pp.
- Chapa, S.N. 1939. La fundación de la Ciudad de Xochimilco. revista trimestral mexicana, investigaciones históricas. Tomo 1 Abril No. 3 . México. 303-311 pp.
- Chaveró, A. 1984. Los aztecas o mexicas, fundación de México-Tenochtitlan. Ed. Porrúa. México.
- Dengo, G. 1968. Estructura geológica, historia tectónica y morfológica de América Central. Centro regional de ayuda técnica. Ed. México.
- Fitz, P.E. 1978. Introducción a las ciencias del suelo. Ed. Publicaciones culturales. México. 8-81 pp.

- García, E. 1989. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México.
- Gómez, P.A. y Venegas R. 1976. La chinampa tropical. INIREB. México.
- Hiroishi, S.M. 1974. Estudios de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas de los volcanes Xitle, Teutli, Chichinautzin y Cerro de tres cumbres. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. México.
- Jackson, M.L. 1982. Análisis químico de suelos. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Lechuga, S.M. 1977. Análisis de un elemento de la estructura económica azteca, la chinampa. Tesis. ENAH. UNAM. México.
- Lombardo, S. 1973. Desarrollo urbano de México-Tenochtitlan, según las fuentes históricas, SEP-INAH. México. 239 pp.
- López, R.E. 1981. Geología de México. Tomo III. 2a. Edición. Instituto de Geología. UNAM. México.
- Marroquín, R.M. y Rivera, M. 1914. Memoria descriptiva de las obras de provisión de agua potable para la Ciudad de México. Ed. por la junta directiva de la SCOP. México.
- Mendoza, R.M. 1961. Estudio geográfico de la Delegación de Xochimilco. Tesis de maestría. Fac. de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. UNAM. México.
- Molina, A. 1977. Vocabulario en lenguas castellana y mexicana. 2a. Edición. Ed. Porrúa. México.

- Mooser, F. 1961. Informe sobre la geología de la Cuenca del Valle de México y zonas colindantes. Sría. de recursos hidráulicos. Comisión hidrológica de la Cuenca del Valle de México. México.
- Munsell Color Company, 1975. Munsell soil color chart. Baltimore Maryland. USA.
- Muñoz, G.C. 1947. Bosquejo geológico e hidrológico de la Cuenca del Valle de México. Esc. Nacional de Ingenieros. Tesis. México.
- Ortega, T.E. 1978. Química de suelos. Ed. Patena AC. Chapingo. México. 23-93 pp.
- Ortega, R. 1986. Las chinampas de Xochimilco, presente, pasado y futuro. Biología. Vol. 15 No. 14 . México.
- Palerm, A. 1973. Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del Valle de México. SEP-INAH. México. 9-244 pp.
- Palmer, R.G. y Frederick, R. T. 1977. Introductory soil Science laboratory manual, the Iowa University Press. USA.
- Peña, H.E. 1978. El trabajo agrícola en un pueblo chinampero, San Luis Tlaxialtemalco. Tesis. UNAM. México.
- Ramos, C.P. 1990. Estudio edafológico de algunas chinampas de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. México.
- Vallejo, A.C. 1992. Contaminación de suelos en algunas calicatas en San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco. Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. México.

West, R.C. y Armillas, P. 1950. Las chinampas de México poesía y realidad de los jardines flotantes. Cuadernos americanos. Vol. 50. México. 165-182 pp.

Wolffer, J. 1976. La cuenca en la geografía, en memorias de las obras del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal, Departamento del D.F. Vol. 1 México. 41-78 pp.

Yarza, T.E. 1971. Volcanes de México. 2a. Edición. Ed. Aguilar. México.