

24209



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



ALGUNOS ESTUDIOS EDAFOLOGICOS EN SAN GREGORIO ATLAPULCO, XOCHIMILCO, D. F.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A
LETICIA SANCHEZ SARABIA

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.

I N D I C E

I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS	3
	1. Objetivo General	
	2. Objetivo Especifico	
III.	LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO	4
	1. Localización Geográfica	4
	1.1. Situación, extensión y límites del area de estudio	6
	2. Antecedentes Históricos	6
	2.1. Origen de los primeros pobladores	9
	2.2. Origen del nombre de Atlapulco	9
	3. Geología	10
	4. Suelos	17
	5. Hidrografía	19
	6. Clima	23
	7. Vegetación	26
IV.	ORIGEN Y NATURALEZA DE LAS CHINAMPAS	28
V.	ORIGEN Y NATURALEZA DE LOS SUELOS SALINOS Y SODICOS	31
	5.1. Diagnosis de Suelos Salinos Sodicicos	33
	5.1.1. Suelos Salinos	33
	5.1.2. Suelos Sodico-Salinos	34
	5.1.3. Suelos Sodicicos no Salinos	35
	5.2. Efecto de las Sales sobre las plantas	36

VI.	MATERIAL Y METODO	
6.1.	Trabajo de Campo	44
6.2.	Trabajo de Laboratorio	44
6.2.1.	Análisis Físicos de Suelos	
6.2.2.	Análisis Químicos de Suelos	
6.2.3.	Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación	
VII.	RESULTADOS	47
7.1.	Calicata No. I	47
7.2.	Calicata No. II	55
7.3.	Calicata No. III	62
7.4.	Calicata No. IV	70
7.5.	Calicata No. V	78
7.6.	Calicata No. VI	83
7.7.	Calicata No. VII	88
7.8.	Calicata No. VIII	96
VIII.	DISCUSION DE RESULTADOS	104
IX.	CONCLUSIONES	107
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	108

I. INTRODUCCION.

En México las culturas precolombinas, alcanzaron un desarrollo cultural basado en las actividades primarias; desarrollando sistemas agrícolas de alta complejidad y productividad.

Durante las épocas Precolombiana y Colonial, se acentuó la destrucción de los ambientes naturales de la cuenca, lacustres y forestales, originandose la desecación irreversible de los lagos de Chalco, Xochimilco y Texcoco.

La zona de Xochimilco ha sufrido una fuerte contaminación en sus aguas, lo que ha generado la contaminación de sus suelos, esto debido a que la explosión demográfica de la Metrópoli, genero una fuerte demanda de servicios, de los cuales el agua potable fué uno de los más importantes por lo que este recurso se extrajo de los manantiales que eran abundantes en aquel tiempo, lo que hizo disminuir el lavado y humedecimiento natural de los suelos, al bajar el nivel de agua, esto ocasionó el desecamiento de los lagos de Xochimilco y Chalco, a principios de siglo, y en 1948 el descenso de agua de los canales fué más notorio, llegandose a secar los canales de Tláhuac y Mixquic. La solución dada en el momento para resolver este problema, fué reducir el bombeo de $2.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$ a $1.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$ lo cual resulto ser una medida momentánea, después de lo cual se volvió a bombear agua, generandose un abatimiento que repercutió en las actividades Agrícolas y Turísticas, en este momento la solución fué restituir en parte el agua extraída, con aguas negras tratadas en las Planta Xochimilco, con un aporte de 400 l/seg. en 1959 y al ampliarse la Planta en 1976 se contaba ya con 1 250 l/seg.; aunandose a esta en 1976 se envían 1 200 l/seg. provenientes de la Planta tratadora del Cerro de la Estrella, tratandose de mantener el nivel de los canales en la Chinamperia, no obstante esto llevo a generar cambios en los ecosistemas acuáticos, además de afectar a los cultivos, debido a los elevados índices de contaminación por detergentes, metales pesados, bacterias, etc. lo cual ha originado la disminución en la producción de alimentos, además de afectar la actividad turística.

Aún con el problema de Salinidad creciente, los Agricultores utilizan actualmente pocos terrenos, para cultivos de autoconsumo y en una producción de flores que abastece el mercado de la Ciudad de México. Sin embargo de continuar aumentando la Salinidad en la zona, aún los terrenos actualmnte no afectados, tenderan a dejar de ser cultivados, lo que llevará a la desaparición irreversible de esta zona Chinampera.

II. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Realización de Estudios Edafológicos de Chinampas en San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.1. Caracterizar desde un punto de vista físico-químico los suelos de Chinampa de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.
- 2.2. Diagnosticar y caracterizar la Salinidad y Sodicidad en los mismos.

III. LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

1. Localización Geográfica.

La Cuenca de México se localiza en el extremo sur del Altiplano, sobre el paralelo de 19° de latitud norte, que coincide con la situación del Eje Neovolcánico. Su forma es la de un rectángulo irregular inclinado en sentido noreste-sureste, con longitud mayor de 120 km y menor de 80, y una superficie de 9,600 km². Del área total, el 40% es llano y el 60% accidentado, a causa de los lomeríos y vertientes de las sierras que la delimitan. Bordeada por cadenas de montañas que no se interrumpen en ningún punto, no es propiamente un valle porque no tiene una línea de drenaje general que la modele. Su denominación, sin embargo, es la de Valle de México. La elevación de la parte plana es en promedio de 2,250 m.s.n.m. Sus límites naturales más sobresalientes son: al norte, la Sierra de Pachuca, con altura máxima de 3,000 m.s.n.m.; al noreste, las sierras de Chichuacatlán y del Tepozán, que se derivan de la Sierra Madre Oriental; al este y al sureste, la Sierra Nevada, donde destacan en su porción septentrional los cerros Tláloc, Telapón y el Papayo, que sobrepasan los 3,500 m.s.n.m. y en la meridional el Iztaccíhuatl, de 5,286 m.s.n.m., y el Popocatepetl, de 5,452; al sur, la Sierra de Chichinautzin, cuya más alta cumbre es el Pico del Águila (3,952), en el Ajusco; al suroeste, la Sierra de las Cruces; al oeste, las sierras de Monte Alto y Monte Bajo; y al noroeste, la Sierra de Tezontlalpan o Tolcayuca, que al conectarse con la de Pachuca completa el circuito. Tienen jurisdicción política en esta área el Distrito Federal (14% del territorio) y los Estados de México (50%), Hidalgo (20%), Tlaxcala (9%) y Puebla (1%). Del Distrito Federal, sólo algunas porciones de Milpa Alta, Tlalpan, La Magdalena Contreras y Villa Alvaro Obregón, se localizan fuera de los límites del valle. En el interior de éste se encuentran otras formaciones orográficas: al norte, la Sierra de Guadalupe, cuya mayor altura, el Cerro del Sombrero (3,000 m.s.n.m.), marca el extremo septentrional de la Ciudad de México; al este, la Sierra de Santa Catarina y la Caldera, el volcán de Xico y el cerro del Pino, en jurisdicción de Chalco; y dentro del perímetro urbano, el Peñón de los Baños, el Peñón de Marqués y el Cerro de la Estrella.

El Distrito Federal, ocupa la porción suroeste de la Cuenca del Valle de México y pequeñas porciones de los Valles de Toluca y Cuernavaca, por lo que la mayor parte de su superficie se localiza en zonas montañosas del sur y suroeste principalmente.

Con una superficie de 1,499 km², considerada como la entidad de menor superficie del país, encierra la Ciudad más poblada de la República, la Ciudad de México, con una población de 14'500,000 habitantes. No solo se limita al Distrito Federal, sino que dentro de su zona Metropolitana incluye varios Municipios del Estado de México. Alvarez, (1985).

El Distrito Federal se divide en 16 Delegaciones: Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Venustino Carranza, Alvaro Obregón, Benito Juárez, Iztacalco, Cuajimalpa, Coyoacán, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco, Tláhuac y Milpa Alta. Ver Fig. 1

La Delegación de Xochimilco, con una extensión territorial de 125.6 km², se situó al sureste del Distrito Federal, entre los 99°09'41" y 99°00.21" de longitud oeste, a partir del Meridiano de Greenwich y entre los 19°17'35" y 19°08'57" de latitud norte. Limita al norte con las Delegaciones Iztapalapa y Coyoacán, al oeste con Tlalpan, al este con Tláhuac y al sur con Milpa Alta. Plan Lago de Xochimilco, (1989).

La Delegación de Xochimilco está constituida, aparte de la cabecera y sus 12 barrios, por 14 pueblos: San Andrés Ahuayuca, San Francisco Tlalnepantla, San Gegerio Atlapulco, San Lorenzo Atemoaya, San Lucas Xochimilco, San Luis Tlaxialtemalco, San Mateo Xalpa, Santa Cecilia Tepetlapa, Santa Cruz Acapulxica, Santiago Tepelcatlapan, Tepepan, Tulyehuaco y Xochimilco. Alvarez, (1985).

99°20'00"

99°10'00"

99°00'00"

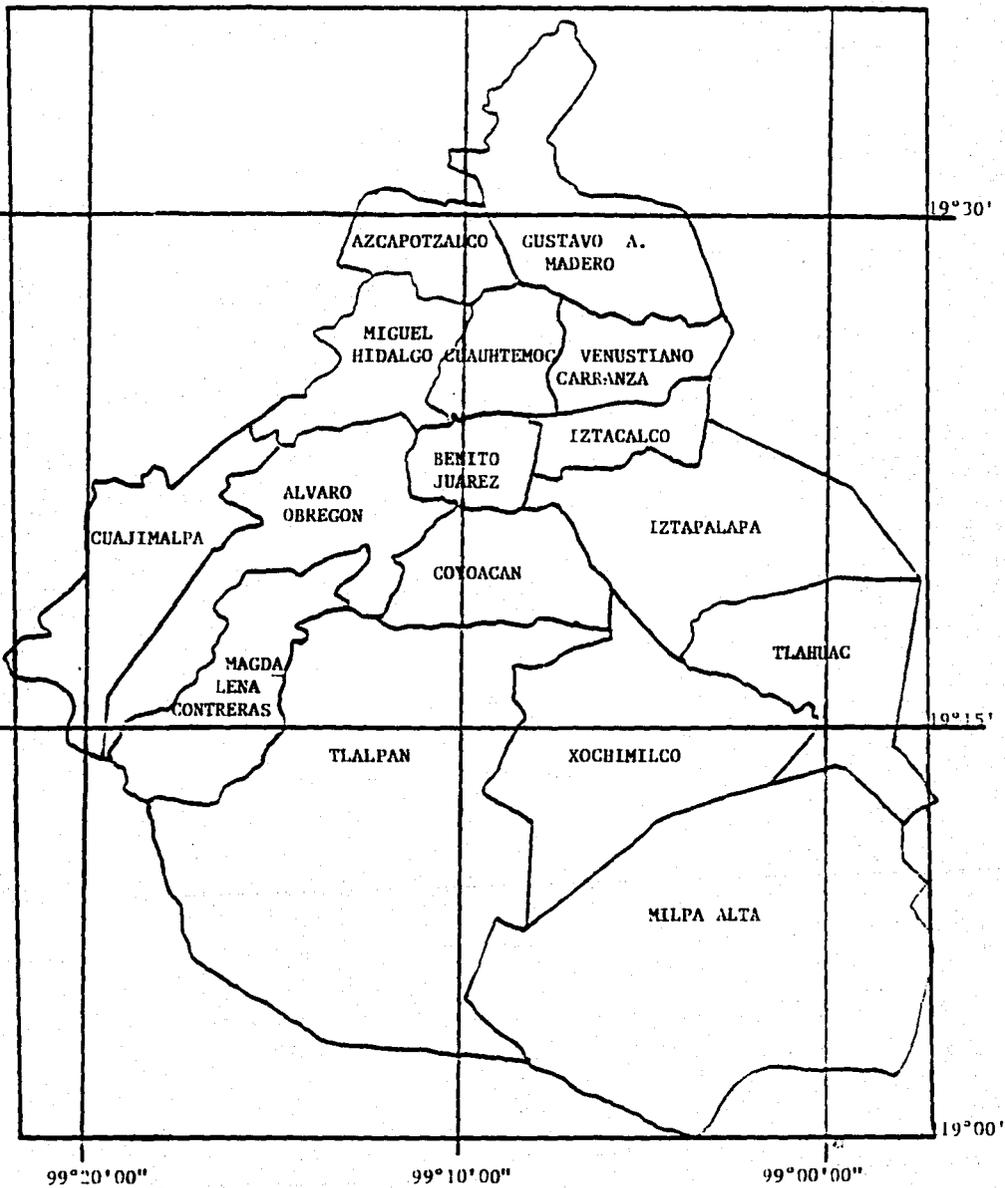


Fig. 1 Localización Geográfica de la Delegación de Xochimilco, D.F.

1.1. Situación, Extensión y Límites del Area de Estudio.

El Pueblo de San Gregorio Atlapulcco, se ubica en la orilla me dia meridional del vaso del extinto Lago de Xochimilco. Situandose entre los 99°02'30" de longitud oeste y los 99°15'00" y 19°17'00" de latitud norte, al oeste de la Delegación. Ubicandose la zona lacustre a los 2,238 m.s.n.m. Ver Fig. 5

Abanca una extensión de 8 km. de norte a sur y 6 km. de este a oeste, en su parte cerril, y de 8 km. en su parte boreal o del ejido. Ocu pando la región media meridional del vaso del Ex-lago de Xochimilco, la zona cerril de la falda boreal del Volcán Teutli y parte de la Sierra de Texcol-li.

Limita al norte con el ex- canal de Chalco; al sur con el Volcán Teutli, las tierras cerriles de Mexcalco, Tepeaxtlapalcateco, Xocotepec, Axotlan, Tepoxtlatlantzintla, Milpa Alta, Xaltepec y Acapan, San Pedro Athocpan, Zacatzinco Tenenec y San Bartolomé Xicomulco; al este con terre nos de Tulyehualco en la falda del Teutli y con chinampas de Tláhuac en la parte de la Ciénega; al oeste con terrenos de Santa Cruz Acalpíxca en su parte occidental de la Sierra de Texcol-li y con chinampas de Texhuilloc, Apatlaco y San Jeronimo de Xochimilco. Chapa, (1957).

2. Antecedentes Históricos.

Antes de que se fundara el Pueblo de San Gregorio Atlapulcco, la gran Laguna que cubría la Cuenca del Valle de México, estaba dividida en reducidas extensiones, en cierta forma por la acumulación de sedimentos y además por la aparición de grietas y hundimientos en la zona. Chapa, (1957).

En 1446, durante el reinado de Moctecuhzuma Ilhuicamina, 5^o Tecuhtli azteca, hubo una gran inundación en Tenochtitlán y por consejo de Netzahualcoyotl se mando construir un dique de rocas, rodeado de una hilera de estacas de 16 km. de largo, del cerro de la Estrella hasta Atza

coalco, dividiendo al gran Lago en 2 partes, a la del sur y oeste que contenían aguas dulces, se les dio los nombres de Chalco y México, y a la del oeste, que contenía aguas salobres, el de Texcoco.

El Lago presentaba orillas pantanosas, con un fondo plano y de poca profundidad, por tanto el Lago de Chalco pasaba su caudal al de Texcoco, que era más profundo, por el estrecho de Mexicaltzingo, realizándose obras que permitieron regularizar el paso de las aguas. No obstante los Aztecas también mandaron construir la Calzada de Tláhuac, con una longitud de 4,520 m. e iba de Tulyehualco, siguiendo en dirección noreste al pueblo de Tláhuac y terminando en Tlaltenco al norte, cerca del cerro de Santa Catarina, sirviendo como dique, además de dividir el Lago del sur en el de Xochimilco y Chalco.

La compuerta de Tláhuac, permitía la comunicación entre el Lago de Xochimilco y Chalco; por lo que durante la época de secas, Xochimilco vertía sus aguas en Chalco y en época de lluvias sucedía lo contrario. El sobrante de agua del Lago de Xochimilco, alimentado por los manantiales de Tlapechilcal-li y Acuezcómac, era enviado al canal de la viga por el dique de Mexicaltzingo, que era donde se regulaba la entrada de agua para evitar inundaciones.

Durante 1524 y 1540 se observó una repentina baja en el nivel de agua, lo que aunado a el continuo acarreo y acumulación de sedimentos provenientes de la barranca de Texcol-li y circunvecinas, ocasionó el relleno del estuario de Acapulco¹ rápidamente y se azolvó, lo que llevo a que se formaran las bases sobre las cuales se asentarían las primeras chinampas. Chapa, S., (1957). Al mismo tiempo se dió la desaparición de los depósitos fluviales de Yancuictlálpán y el Athoctl en la parte superior de la Cuenca del Texcol-li.

1 Por principio así se le llamo al pueblo, pero posteriormente se cambio a el de Atlapulco, debido a razones geográficas e históricas.

2.1. Origen de los primeros pobladores.

Los primeros pobladores del pueblo de San Gregorio Atlapulco, provinieron por un lado de los Tepetlapantlaca, que se establecieron en la loma de la Sierra de Texcol-li, después de la repartición de tierras realizada por Moctecuhzuma una vez conquistado Xochimilco; y por otro los Atlipantlacas, provenientes del poderoso Ex-reino de Acolhuacan, el cual abandonaron debido a la tiranía de Moctecuhzona, situandose sobre las primeras chinampas que aparecieron como camellones en el Ex-estuario de Acapulco, en la desembocadura de la barranca de Texcol-li, a los cuales se les dio el nombre de gentes de sobre el agua.

Durante los años de 1518 y 1519, los Tepetlapantlaca opusieron resistencia a los Atlipantlaca, sin que estos últimos abandonaran el territorio, por lo que para 1519 los Tepetlapantlacas quedaron establecidos entre los bosques de montaña y los Atlipantlacas ente los tulares y carrizales de la Laguna. Al establecerse estos últimos en los terrenos pantanosos, construyeron chinampas limitadas en sus extremos por canales vecinales que servían de vías de comunicación con los diversos rumbos del chinamperio. Siendo hasta el año de 1555 en que se estableció el pueblo de San Gregorio Atlapulco, pero fué hasta 1559 en que se le asigno este nombre por Don Luis de Velasco, una vez donadas las tierras a los naturales. Chapa,S.,(1957).

2.2. Origen del nombre de Atlapulco.

El nombre de Acapulco se debio a que las primeras familias Acolhuas, que llegaron a la región en 1518 se asentaron en el estuario de ese nombre, formando el calpul-li de los Acapulpanecos que fué la matriz del pueblo. Debido a que en aquel tiempo el estuario de Acapulco era el desparramadero donde se perdían las aguas de la barranca de Texcol-li, rellenando el estuario con sus sedimentos.

El Jeroglífico de Acapulco, consta de los signos **acatl**, caña o carrizo y dos manos **matl**, en actitud de desaparecer a aquellas, y **co**, lugar. De acuerdo a esto el Sr. Eufemio Mendoza lo describe como: **Acapoia** de **acatl**, caña; **poloa**, hacer lodo y **co**, en o lugar de, lo cual es igual a "lugar de cañas en el lodo". En tanto que el Jeroglífico de Acapulco, viene de **Atlahpolco**, el cual consta del signo **atl**, agua entre dos cerros; **Apotlactia**, donde se hunde algo en el agua, lo que es igual a "sumir o hundir algo en el agua".

La situación de la barranca de Texcol-li, entre los declives del Teutli y la sierra de Texcol-li, y la ubicación del pueblo de San Gregorio Atlapulco en la bajiplanicie en que desemboca la barranca, así como la evolución del pueblo en ese medio, comprueban los nombres de Acapulco y Atlapulco.

El nombre Acapulco fué significativo en la época inicial, cuando se verificó la destrucción de las aguas por el rellenamiento del estuario con los sedimentos arrastrados por la barranca, además por las modificaciones de los habitantes, al poner los cimientos de su pueblo. Siendo alrededor de 1700, cuando el rellenamiento del estuario generó la formación de la bajiplanicie donde se asentó el pueblo, que este tomó el nombre de Atlapulco, para significar la conquista de sus habitantes sobre su medio físico geográfico, al irlo adaptando a sus necesidades. Rocha, S., (1957).

3. Geología.

Mooser (1961) considera las Formaciones de la cuenca en 3 períodos: Terciario Medio, Terciario Superior y Cuaternario.

Las del Terciario medio es la más antigua que aflora en la Cuenca de México, representando una formación acumulativa de todos los productos volcánicos emitidos entre el Oligoceno Superior y el Mioceno. Las formas volcánicas superiores, fueron destruidas o sepultadas por el Vulcanismo del Cuaternario, por lo que sólo se aprecian restos de volcanes estra-

tificados, corrientes de lava, tobas y brechas. Como representante de esta época, se encuentra al oeste de Xochimilco la Sierra de Xochitepec, la cual posee un contenido petrográfico muy variable, encontrándose basaltos, andesitas basálticas, andesitas francas con anfíbolos y piroxenos, dacitas, lutitas y riolitas. Mooser, (1961).

Con respecto al Terciario Superior, se supone no se dio actividad dentro de la región, dándose en este período la formación de la Sierra de Guadalupe y la Formación Tarango, así como la Sierra de Santa Catarina, formada por la acumulación de material piroclástico de composición intermedia y básica constituida por arenas. Mooser, (1961).

Los depósitos del Cuaternario, son el resultado del último ciclo de vulcanismo, que duró 600 mil años, iniciándose en el Plioceno y alcanzando su máximo en el Pleistoceno. Encontrándose en la Cuenca una serie de fracturas con orientación de oeste a este, que coinciden con la fractura clarión², surgiendo de ellas material dentro del que predominan lavas y tobas. En el Pleistoceno las condiciones climáticas se caracterizaron por el predominio de bajas temperaturas y un alto grado de humedad, lo que originó que se formaran dos sistemas fluviales, que se extendían hacia el sur, desaguando en el alto Amacuzac, en el oriente y occidente de la Sierra del Tepozteco. El mayor de los sistemas fluviales tenía sus cabeceras en Zumpango y Pachuca, pasando al oeste de las Sierras de Guadalupe, seguía hacia el sur por abajo de donde se localiza actualmente el pueblo de Xochimilco, para llegar a la región de Cuernavaca por un cañón, que en la actualidad se encuentra cubierto por lavas basálticas de la Formación Chichinautzin. El otro sistema fluvial, se encontraba situado al pie de la Sierra Nevada, corriendo por abajo de Chalco y Amecameca, para desembocar en el alto Amacuzac en la región de Cuautla, este Valle también fue cubierto por basaltos de la Formación Chichinautzin, producto de la posterior actividad volcánica, que formó a los volcanes basálticos de Chimalhuacán y el Cerro de la Estrella, lo que aunado a una intensa actividad tectónica provocó hundimientos en la zona clarión, originando de esta manera el vulcanismo del Cuaternario Superior, conocida como serie volcánica Chichinautzin. La formación de esta barrera que interrumpe el drenaje hacia el Sur, provocó

un represamiento de aguas y materiales, que dieron origen a la Cuenca del Valle de México, esta fué rellenandose rápidamente debido a que se inició un nuevo ciclo de vulcanismo, que depositó una gran cantidad de material eruptivo, lo que aunado a el predominio de un clima periglacial en el que las lluvias y deshielos, arrastraron cantos rodados, gravas y arenas, cenizas, arcillas lacustres y restos de vegetación calcinada, y las depositaban sobre un material impermeable llevo al azolve de la Cuenca, permitiendo una saturación de agua, lo cual dió origen a Lagos someros. Durante la última manifestación de vulcanismo, se dió el nacimiento de los conos escoriáceos de la Sierra de Santa Catarina y de varios volcanes pequeños cercanos al Ajusco, entre los cuales esta el Teutli y el Xitle. Mooser, (1961). En Xochimilco y Chalco los sedimentos acarreados por las lluvias y la deyección de cenizas, tienen un espesor de 800 m. y los depósitos su perfciales de origen lacustre, consistentes en arcillas altamente hidratadas (jaboncillo), una profundidad de 50 a 60 m. en la zona central. Alvarez, (1985).

De este modo la Cuenca de México quedo delimitada al oriente por la Sierra de las Cruces, al sur la del Ajusco, al este la Nevada y al norte por la de Pachuca. Encontrandose en su interior la de Santa Catarina y la de Guadalupe, así como los cerros de Chapultepec, Peñón de Marqués, Estrella y Xico, y los volcanes Teutli y Xitle. La gran Laguna que cubría el centro de la cuenca, se dividió en varias, debido en gran medida a los levantamientos tectónicos, originandose el lago de: Xochimilco-Chalco, para la región sur; Texcoco, San Cristóbal, Xaltocan y Zumpango , para la región norte. Mooser, (1961). Ver Fig. 2 y 3

- 2 La zona de fractura clarión, es una línea tectónica de gran importancia, que atraviesa nuestro país de oeste a este, a la altura del paralelo 19° norte, su actividad se ha manifestado entre otras regiones, en la zona situada al sur de la Cuenca, en donde se localiza la Sierra de Chichinautzin. Los alineamientos de oeste a este de los conos volcánicos de la parte alta de esta Sierra y el alineamiento de conos de suroeste a noreste, entre los que se encuentran los de la Sierra de Santa Catarina, sugieren la existencia de importantes fracturas y fallas.

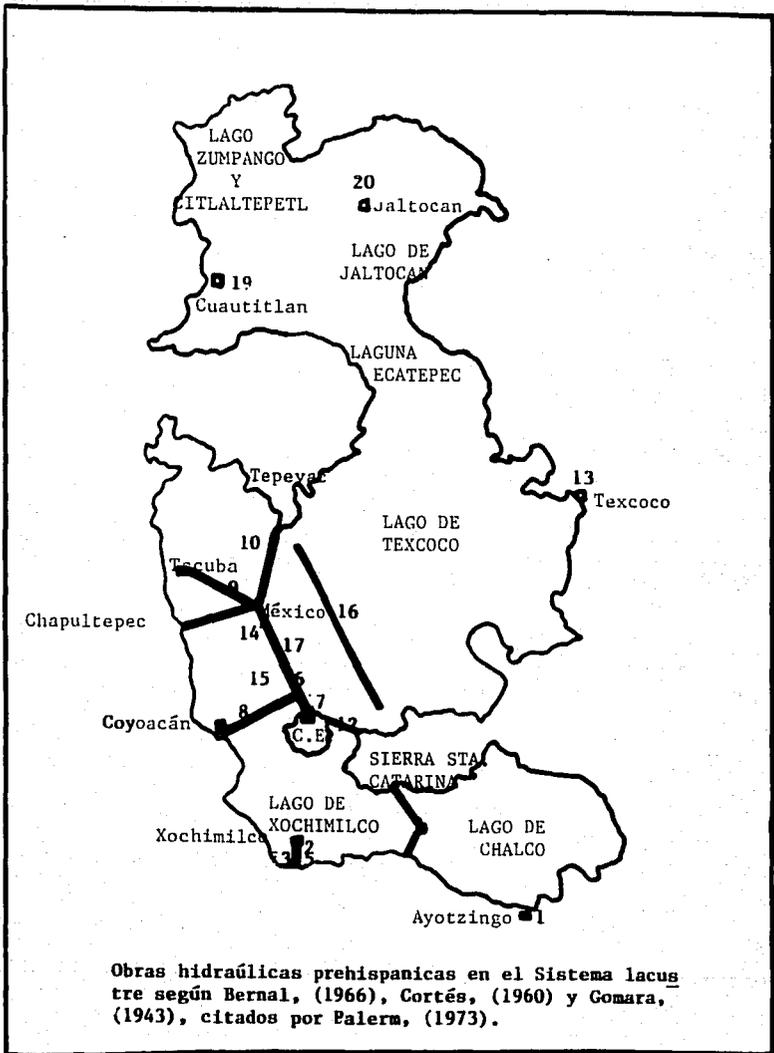


Fig. 2 Se aprecia la disposición de los Lagos en el Valle de México.

Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre según Bernal, (1966), Cortés, (1960) y Gomara, (1943), citados por Palerm, (1973).

I. En los lagos meridionales de agua dulce (Chalco-Xochimilco)

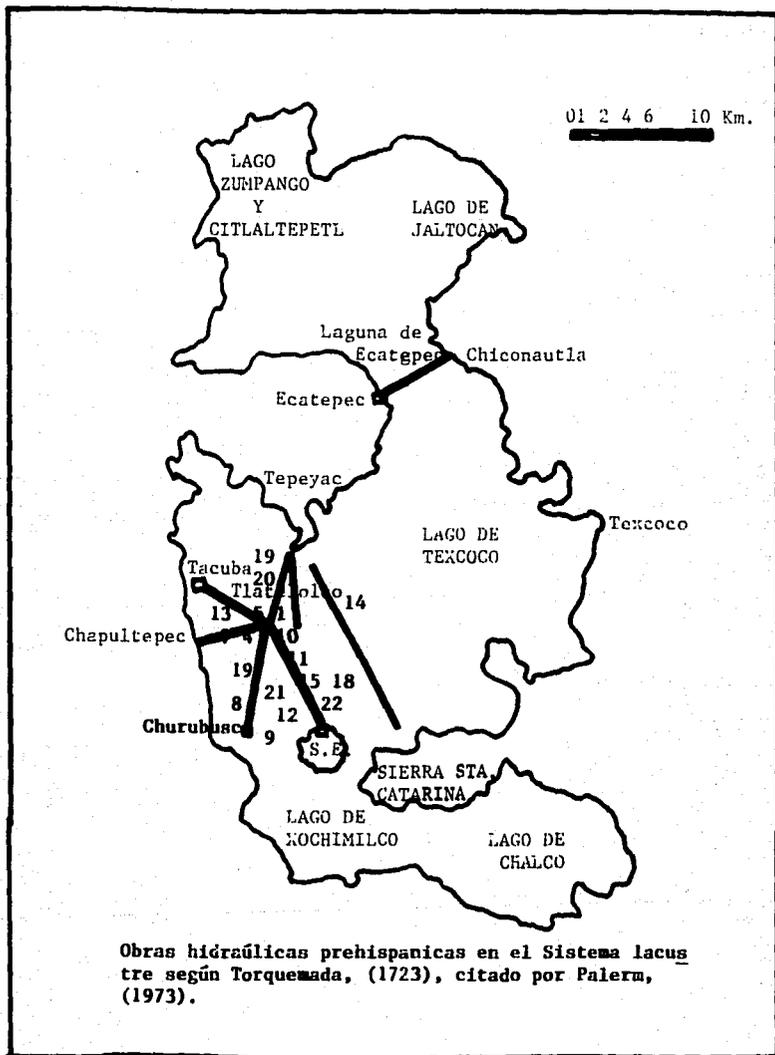
1. Ayotzingo, puerto de canoas
2. Xochimilco, puerto de canoas
3. Xochimilco, acequias hondas para navegar
4. Tláhuac, calzada desde Teutli a la Sierra de Santa Catarina
5. Xochimilco, calzada a tierra firme

II. En los lagos centrales de agua salobre (Texcoco-México)

6. Ixtapalapa-México, calzada
7. Ixtapalapa, ¿chinampas? estanques de agua dulce y acequias de agua dulce y salada
8. Coyoacan, calzada a la calzada Ixtapalapa-México
9. Tacuba-México, calzada
10. Tepeyac-México, calzada
11. Chapultepec-México, acueducto sobre calzada
12. Ixtapalapa, calzada-dique ¿Cerro de la Estrella-Sierra de Santa Catarina?
13. Texcoco, canal subterráneo de un palacio al lago
14. Tenochtitlán, red de canales para distribución de agua potable; estanques de agua dulce y salada
15. Oeste de la calzada Ixtapalapa-méxico, canales para navegar
16. Este de la Ciudad de México, calzada "atajando" la laguna (¿albarra dón de Nezahualcóyotl, desde Tepeyac hasta Sierra de Santa Catarina?)
17. México, canales para navegar alrededor de la ciudad

III. En los lagos septentrionales de agua dulce (Citlaltépetl-Zumpango-Jaltocan-Écatepec)

18. Jaltocan, acequias de agua dulce
19. Cuautitlan-Jaltocan, acequias
20. Jaltocan, calzada desde tierra firme



Obras hidráulicas prehispánicas en el Sistema lacustre según Torquemada, (1723), citado por Palerm, (1973).

Fig. 3 Se aprecia la disposición de los Lagos de el Valle de México. Representación con ligeras modificaciones con respecto al anterior.

**Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre
según Torquemada, (1723) citado por Palerm, (1973).**

1. Tenochtitlán, chinampas flotantes (¿almacigos?)
2. Tlatelolco, acequias "huertas" y "jardines" (¿chinampas?)
3. Este de la Cd. de México, albarradón de Nezahualcoyotl, separando las lagunas de México y de Texcoco (desde el Tepeyac a la Sierra de Santa Catarina).
4. Tenochtitlán-Tlatelolco, zanja o acequia, lindero entre las 2 ciudades.
5. Tlatelolco, canal para navegar desde el lago al mercado.
6. Tepeyac-México, calzada-dique
7. Chapultepec-México, acueducto sobre la calzada.
8. Churubusco-México, acueducto sobre calzada.
9. Churubusco, control de la corriente de unos manantiales
10. México, acequias y "camellones" (¿chinampas?) en la ciudad.
11. México, acequias para navegar en la ciudad.
12. México-Ixtapalapa, calzada
13. México-Tacuba, calzada
14. Tepeyac-San Lazaro, albarradón de Ahuizotl para proteger a la ciudad
15. México, acequia para navegar en la plaza
16. Texcoco, río canalizado
17. Texcoco, estanques y albercas, con un canal subterráneo hasta el lago
18. México, chinampas y huertas en toda la ciudad y hacia el poniente por más de una legua
19. Muchos pueblos alrededor de la ciudad de México, en las aguas divididas por acequias y chinampas
20. Ecatepec-Chiconautla, calzada dique para controlar el paso de las aguas septentrionales hacia el lago de Texcoco (¿prehispánica?)
21. Mexicalcingo-México, acequia que desaguaba los lagos de Chalco-Xochimilco en la laguna de México.
22. México, acequia para navegar al mercado de San Hipólito

4. Suelos.

Muchos son los factores, entre ellos el vulcanismo, el clima y el más importante la acción antrópica, que han favorecido la alteración de los procesos formadores del Suelo. Por tanto los suelos de la región sureste del Distrito Federal, han tenido su origen a partir del depósito del material coluvio-aluvial, transportado por la fuerza de gravedad y por el agua, así como por acción del hombre, el cual ha contribuido a elevar el nivel del mismo, al agregar suelo proveniente de otras zonas.

De acuerdo a la clasificación de suelos del proyecto FAO-UNESCO, realizado en la región sureste del Distrito Federal, Moncada, (1976) y en consideración de Cervantes, (1983), la unidad de suelo reportada en la zona comprendida entre Xochimilco y Tláhuac en casi toda la planicie y en las partes altas de lugares con poca pendiente, o en las partes bajas de los valles es Andosol Háptico, los cuales son suelos formados a partir de material vítreo, es decir, que más del 60% son cerizas volcánicas vítricas, cenizas y otros materiales piroclásticos vítricos en las fracciones de limos, arenas y gravas; presentan color oscuro debido a lo poco intemperizado de la ceniza volcánica y su contenido de materia orgánica; su textura varía entre arenosa, limo-arcillosa o más fina, y esto les permite retener gran cantidad de humedad; con elevadas cantidades de materia orgánica en sus primeros 30 cm. por lo que la densidad aparente es baja; la C.I.C. es alta, con calcio y magnesio como bases intercambiables y nitrógeno en forma estable. En tanto que en la zona plana de la región sureste, extendiéndose desde Xochimilco, hacia el oriente, hasta el límite con el Estado de México, es la porción ocupada por Andosoles Gleyicos, que presentan todas las características de los suelos de Ando, mostrando como rasgo distintivo saturación hídrica en cualquier periodo del año, con una influencia de aguas freáticas localizadas entre los 75 y 150 cm. de profundidad; con textura que varía de arenosa o limo arenosa en la superficie a arcillosa en profundidad, encontrándose en la porción ocupada por toda la zona de chinampas del Distrito Federal. Cervantes, (1983).

Otros Investigadores han realizado estudios en esta zona, entre otros Granados (), Fuentes y Aguilera (1951), Aguilera (1973), Venegas (1978), Cervantes y Torres (1981), Lugo (1984), Trejo (1984), Escobedo (1987), Bautista y Aguilera (1988) y Fernández (1988), los cuales reportan las siguientes propiedades físico-químicas del suelo: colores muy oscuros, densidades aparentes y reales bajas, textura franca, migajón-arcilloso, migajón-arcillo-arenoso y migajón-arenoso, pH de 7.5 a 10.5, altos porcentajes de materia orgánica, C.I.C. alta, con altos contenidos de nutrientes, exceso de sales y sodio.

5. Hidrografía.

Al norte del pueblo de San Gregorio Atlapulco, se extiende en la parte media del lecho del Ex-Lago de Xochimilco, ocupado por la zona Chinampera, con una extensión de 204 Has. y con los siguientes límites: desde Acuexcomac colindando con Tláhuac hacia el este; por el sur con San Sebastian Tlacoapa, Tlapechical-li, Oztitzinco, Atenco, Axayopa, Tlilac, Tecaltitla y San Pablito; por el oeste colindando con Apatlaco de la zona chinampera de Xochimilco; y hacia el norte se extiende el Ejido de San Gregorio Atlapulco, que llega hasta el canal de Chalco. Chapa, (1957).

Las chinampas están separadas por canales con agua de poca profundidad y de escasa corriente, por lo que la importancia hidrográfica de la zona Chinampera, es debida al hecho de que los canales que limitan las chinampas mantienen a estas húmedas, sirviendo además como vías de acceso dentro de la misma. Ver Fig. 4 y 5

Dentro de la zona chinampera de San Gregorio Atlapulco, los canales más importantes por su extensión y volumen de agua son:

CANAL DEL BORDO O DE LA CIENEGA GRANDE. Con una longitud de 3,500 m. y con una anchura de 14 m., en el cual se capta las aguas residuales provenientes de la Ciudad de México.

CANAL DE APATLACO, Con una longitud de 2,000 m. y una anchura de 7 m. y una profundidad de 1.5 m. Este canal hace tiempo era uno de los menos contaminados de la zona, y con excepción de lirio acuático que impedía la navegación en el mismo, no presentaba serios problemas de contaminación, pero en la actualidad este recibe la desembocadura de drenajes y además el agua proveniente de los lavaderos ubicados en el pueblo de San Gregorio Atlapulco, por lo que las chinampas cercanas a la desembocadura, han empezado a presentar problemas de contaminación.

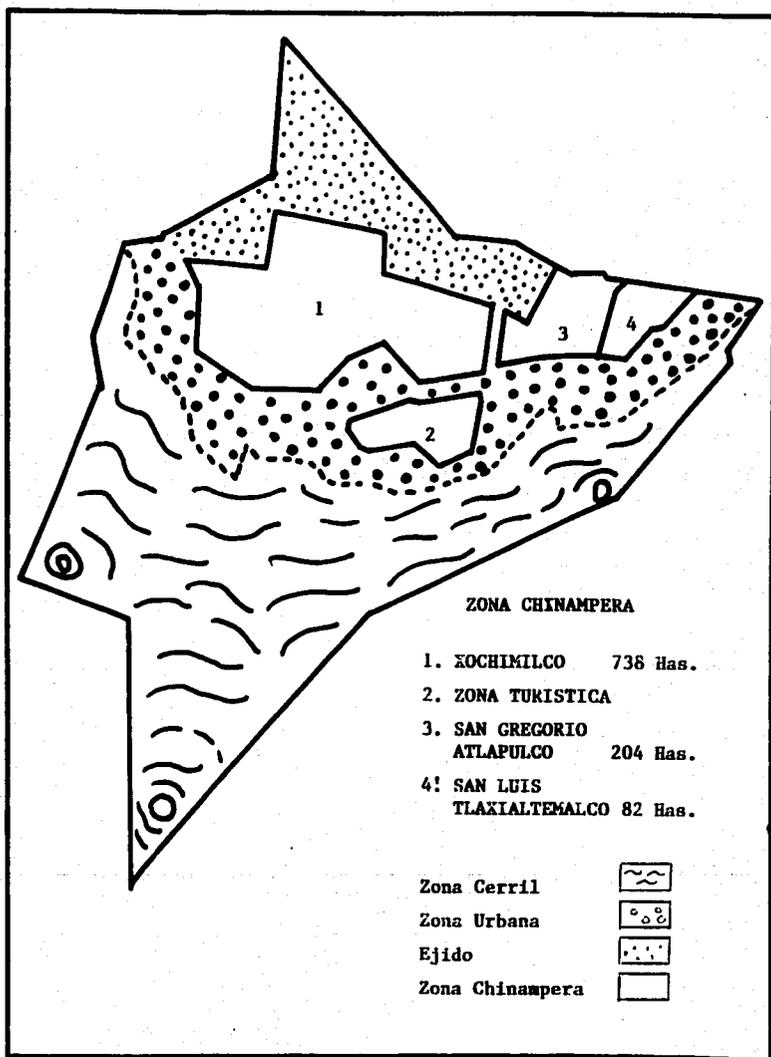


Fig. 4 Localización de las Zonas Chinamperas de Xochimilco, D. F.

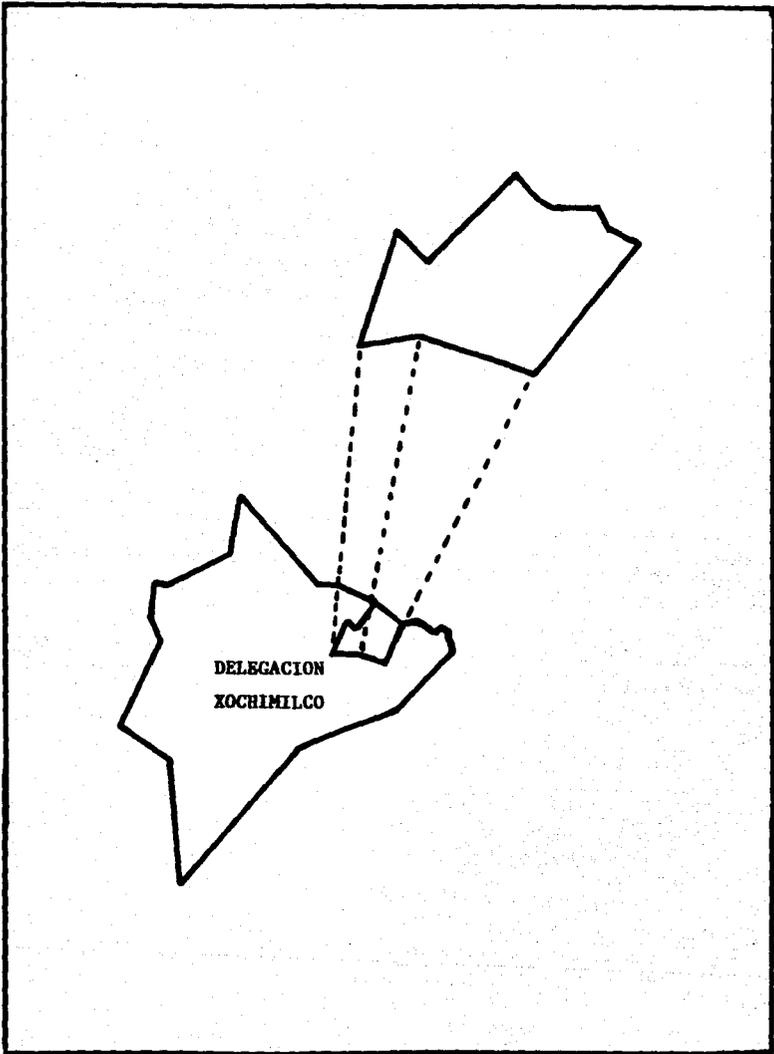


Fig. 5 Se aprecia la ubicación de la Chinampas de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D.F.

CANAL DE CHALCO. Con alto problema de contaminación debido a que recibe los drenajes de la población circunvecina al mismo, así como las aguas provenientes del vivero de San Luis Tlaxialtemalco. Aguilera y Col., (1984).

6. Clima.

El clima esta definido como un conjunto de fenómenos metereológicos que van a caracterizar el estado medio de la atmósfera en un lugar dado de la superficie terrestre. El estado medio se expresa por la conjugación de las propiedades físicas que son las siguientes: Temperatura, Precipitación y Húmedad, dirección y fuerza de los vientos y presión atmosférica. Siendo la Temperatura y la Precipitación los factores que tienen un mayor efecto en el aprovechamiento de los Suelos, debido a que todos los fenómenos fisiológicos que se dan en las plantas están determinados por la Temperatura y la Húmedad. Moncada, (1976)

De acuerdo a la latitud en la cual se ubica la región del sureste del distrito Federal, la insolación recibida en la zona, durante todo el año es uniforme, vairando muy poco la temperatura. San Gregorio Atlapulco se encuentra a una altitud de 2,238 m.s.n.m. que es menor a 2,400 m.s.n.m. y cercana a los 2,250 m.s.n.m. por lo que la oscilación térmica anual de las temperaturas medias mensuales es entre 5° y 7°C. Siendo la Isoterma anual de 15°C, aumentando un promedio de 0.49°C por cada 100 m. a partir de los 2,250 m.s.n.m.

Los vientos y lluvias que dominan en la zona, provienen del noroeste, alcanzando su mayor intensidad de Febrero a Abril. Las lluvias son más abundantes de Junio a Septiembre y un deficit hídrico en los meses restantes. Por tanto los meses con mayor variación de temperatura son los secos y los de menor variación los húmedos. Las heladas se presentan de Noviembre a Enero.

Se cuenta con 2 estaciones metereológicas, cercanas a San Gregorio Atlapulco, la estación Moyoguarda y la estación Xochimilco. De los registros de estas y con base al Sistema de Clasificación Climática de Koppen modificado por García (1981), el clima dominante es:

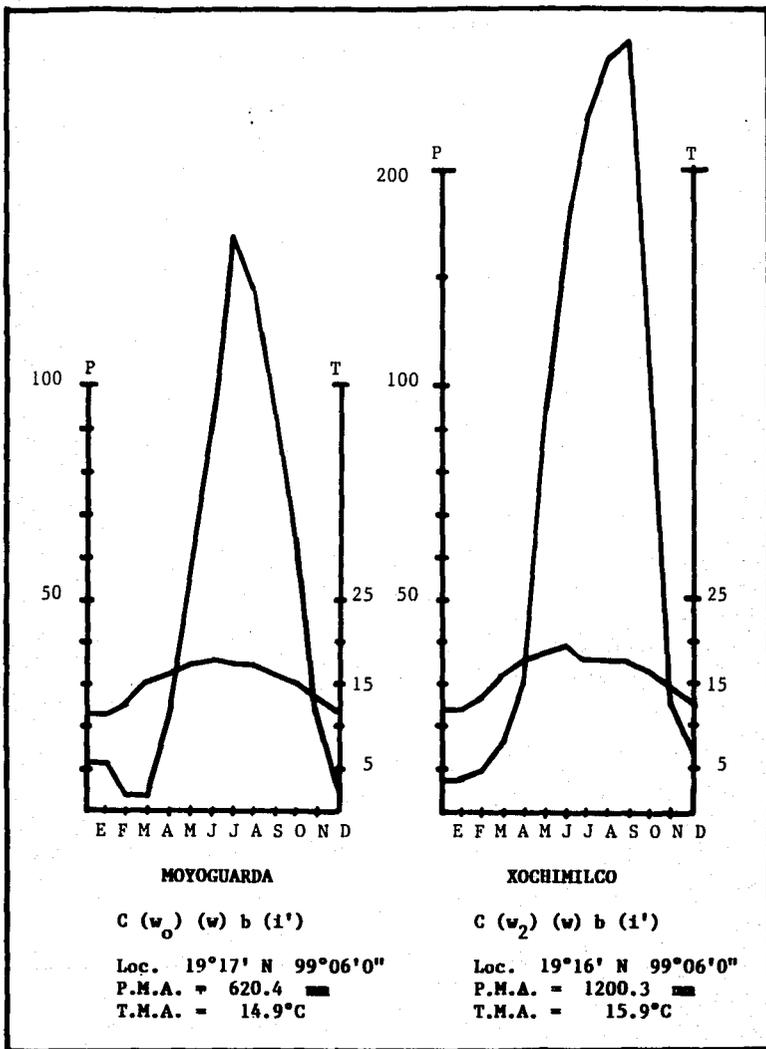


Fig. 6 Climogramas de las dos Estaciones Meteorológicas más importantes de la zona de Estudio (García, 1981).

ESTACION MOYOGUARDA: C(w₀) (w) b (i')

Con una precipitación media anual de 620.4 mm

Una temperatura media anual de 14.9°C.

Clima templado subhúmedo con lluvias en verano. El más seco de los templados subhúmedos, con lluvias en verano y con un cociente P/T menor de 43.2. Porcentaje de lluvia invernal menor de 5% de la total anual. Temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y la temperatura media anual entre 12° y 18°C. Con poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales (entre 5° y 7°C). Ver Fig. 6

ESTACION XOCHIMILCO (localizada un grado al sur de la de Moyoguarda): C(w₂) (w) b (i')

Difiere sólo en cuanto al grado de humedad.

Con una precipitación media anual de 1200.3 mm

Con una temperatura media anual de 15.9°C.

Ver Fig. 6

7. Vegetación.

La Delegación de Xochimilco, presenta debido a sus características geográficas, una vegetación nativa representada por un estrato arboreo en la zona montañosa, en tanto que en las faldas de las mismas un estrato formado por pastos y hierbas.

Los pequeños bosques localizados en las zonas montañosas están formados por latifoliadas como Quercus sp. (encino) y Alnus sp. (aile) que son los más abundantes, así como pequeños bosques de coníferas, en donde predomina el género Pinus, en tanto que en otras zonas con fines recreativos, se ha introducido bosques de Eucaliptus sp.

En la zona baja, donde se localiza la Chinamperia, domina la agricultura de temporal, cultivandose entre otros: Zea mays L. (maíz), Beta vulgaris var. cicla L. (acelga), Apium graveolens L. (apio), Brassica oleracea L. (col), Spinacia oleracea L. (espinaca), Lactuca sativa var. orejona y romana (lechuga), Raphanus sativus L. (rábano), Portulaca oleracea L. (verdolaga), Cynara scolymus L. (alcachofa), Daucus carota L. (zanahoria), Beta vulgaris Moq. (betabel), Sechium edule Sw. (chayote), Cucurbita pepo L. (calabaza), Brassica napus L. (nabo), Matricaria chamomilla L. (manzanilla), Allium porrum L. (poro), Petroselinum crispum Nym. (perejil), Coriandrum sativum L. (cilantro). Además de encontrarse como especies silvestres: Chenopodium ambrosioides L. (epazote) y en ocasiones Brassica napus L. (nabo). En algunas chinampas, también se cultiva Phaseolus vulgaris var. negro y bayo (fríjol) y Capsicum en su var. verde largo (chile), en tanto que en las zonas más cercanas a las faldas de los cerros también se cultiva Amarantus sp. (amaranto) y en toda la chinamperia Así como cultivo de plantas de ornato, entre las más comunes Matthiola incana R. Br. (alhelí), Euphorbia pulcherrima Willd. (flor de nochebuena), Crysanthemum sp. L. (crisantemo) y Zantedeschia aethiopica (alcatraz) entre otras.

Rodeando a las chinampas encontramos hileras de Salix bonplandiana (ahuejote) típicos de esta región, así como con frecuencia Alnus sp. (aile) Buddleia sp. (tepozán) y Schinus molle L. (pirul) estos dos últimos en menor abundancia y frecuencia. En tanto que sobre la superficie de las chinampas, sobre todo en las abandonadas, encontramos Urtica dioica var. augostifolia Willd. (ortiga), así como especies de gramíneas como Ecinochloa crusgavonia (zacate robusto), Cynodom dactylon (zacate rastrero) y Hordeum adscendens (zacate criollo).

La superficie de los canales e cubre de una gran variedad de plantas acuáticas que presentan adaptaciones que les permiten mantenerse en la superficie, entre las más comunes se encuentran Eichornia crassipes (lirio acuático), Hydrocotyle ranunculoides (ombligo de venus), Nymphaea mexicana Zuc. y N. alba Linn. (ninfas) arraigadas al cieno mediante sus rizomas y sobresaliendo sus grandes hojas, Wolffia columbiana, W. ligulata Hegelm. (chilicastle) y Lemna gibba Linn. y L. minima Phil. (lentejilla chichicastle), encontrándose representantes de la familia Typhaceae, que son plantas herbáceas acuáticas, tales como el tule o espadaña Thypha latifolia L. Mendoza, (1961); Lugo, (1984); Sánchez, (1974) y Chapa, (1957).

IV. ORIGEN Y NATURALEZA DE LAS CHINAMPAS.

Recurriendo a la lingüística para comprender el significado de la palabra **chinampa** se tiene que en las épocas próximas a la Conquista, se dan los siguientes significados.

Fray Alonso de Molina, en su Vocabulario de la Lengua Castellana y Mexicana, da la definición: "**Chinámítl**, seto o cerco de cañas". Molina, (1970:21) citado por Lechuga, (1977).

Cecilio Robelo, descompone el término **Chinampa** del modo siguiente: **Chinámítl**, tejido de cañas o varas; **pa**, en o sobre, "sobre el tejido de cañas o varas". Terreno de corta extensión en los lagos vecinos de la Ciudad de México, donde se cultivan flores y hortalizas. Antiguamente estos huertos o jardines flotaban. Robelo, s/f:138, citado por Lechuga, (1977).

Para Luis Cabrera, la **Chinampa** es un terreno de corta extensión en los lagos del Valle de México, donde se cultivan flores y legumbres. Originalmente las chinampas se formaban sobre un **pepechtli o chinámítl** de cañas o ramas cubierto por tierra vegetal, de donde venía la idea de que eran jardines flotantes. Las chinampas son meramente pequeños islotes ya consolidados y fijos, donde se cultivan las hortalizas y jardines pequeños. Etimología de **chinampa**: **Chinámítl**, tejido de ramas o cañas y **pan**, encima de. Cabrera, 1975:73, citado por Lechuga, (1977).

Otros historiadores que se refieren en sus trabajos a las **chinampas** son Joseph de Acosta, (1940), Juan de Torquemada en Lameiras, (1974:23), Enrique Semo, (1975) y Coe, (1964) entre otros, todos ellos citados por Moncada, (1976).

La cultura Teotihuacana floreció en los años 200 y 900 d.c. siendo un pueblo capaz de realizar chinampas, observándose que la red de canales de Xochimilco, al igual que la red de otros pueblos chinamperos, entre estos San Gregorio Atlapulco, se encuentran dirigidos a un punto situado entre los 15° y 17° al este del norte verdadero, en la misma orientación

que presentan las calles de las ruinas de Teotihuacan, lo cual demuestra la influencia del pueblo Teotihuacano sobre los que se ubicaron en los márgenes del Lago, siendo la zona Xochimilco-Chalco la de mayor importancia en la horticultura chinampera. De acuerdo a esto Coe, (1964) estima la antigüedad de las chinampas en 2,000 años.

José de Acosta (1590), Ponce (1585) y Torquemada (1605) en sus trabajos mencionan que las chinampas flotaban, debido a que cuando subía el nivel del agua estas se inundaban. El hecho de si flotaban, ha sido muy discutido, siendo apoyado por Clavijero (1780), Humboldt (1809), Orozco y Berra (1855) y Santa Marfa (1912), Sapper (1923) asegura la existencia de estas en Tláhuac. Lechuga, (1977).

Armillas y West, citado por Moncada (1976) plantean la información más completa, sobre sistemas de construcción, reparación y siembra de las chinampas, tomando como punto de apoyo la zona Xochimilco-Chalco.

La zona más perecedera, extensa y típica de las chinampas, es la que se localiza a lo largo de las orillas meridionales de los Ex-lagos de Xochimilco y Chalco, subsistiendo aún en la actualidad 8 pueblos chinamperos: Xochimilco, Nativitas, Acalpíxca, Atlapulco, Tlaxialtemalco, Tláhuac, Tetelco y Míxquic. Se reseña en documentos coloniales, la existencia de chinampas cerca de Azcapotzalco y Popotla, entre la calzada de Tlacopan (Puente de Alvarado) y el actual Monumento a la Revolución, así como al sureste del Cerro de Chapultepec. Desde la Colonia hasta 1938, existieron chinampas a lo largo del canal de la Viga, por Santa Anita e Iztacalco hasta Culhuacán, las cuales junto con las de Iztacalco e Iztapalapa, fueron abandonadas y rellenadas durante 1940.

La técnica usada en el cultivo sobre chinampas, se ha mantenido con muy pequeñas modificaciones, a como se realizaba en tiempos prehispánicos. West y Armillas, (1965); Moncada, (1976); Escobedo, (1987) y Bautista, (1988). Ver Fig. 7

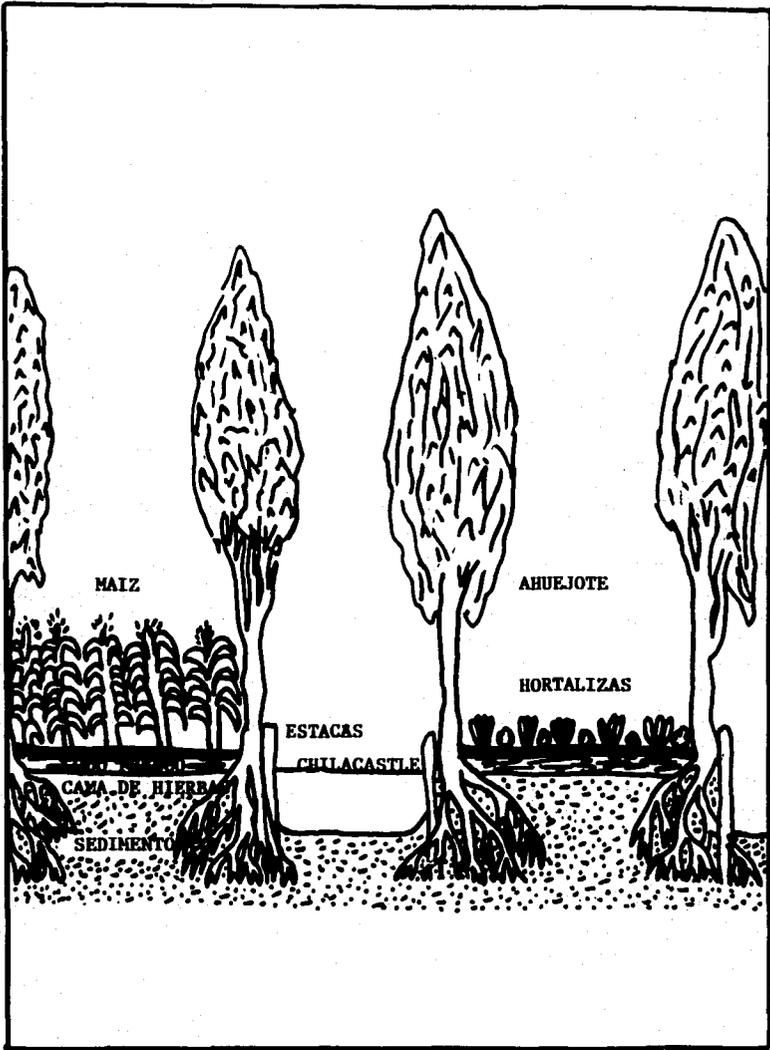


Fig. 7 Corte Seccional de chinampas y canales (tomado de Coe, 1964)

V. ORIGEN Y NATURALEZA DE LOS SUELOS SALINOS Y SODICOS.

Para los fines agrícolas, estos suelos representan un problema que requiere de la aplicación de medidas especiales y prácticas de manejo adecuadas. Las sales solubles producen efectos dañinos en las plantas; al aumentar el contenido de sal en la solución del suelo y el grado de saturación de los materiales intercambiables del suelo, con sodio intercambiable, este efecto se presenta cuando los constituyentes solubles son sales de sodio y de naturaleza más permanente que el contenido salino de la solución del suelo, ya que el sodio intercambiable generalmente persiste después que las sales solubles se han eliminado.

Las sales solubles del suelo consisten principalmente en varias proporciones de los cationes sodio, calcio y magnesio, y de los aniones cloruro y sulfato; el catión potasio y los aniones bicarbonatos, carbonato y nitrato, se encuentran en cantidades menores. La fuente principal de donde provienen estas sales, son los minerales primarios que se encuentran en los suelos y en las rocas de la corteza terrestre.

En orden de importancia le siguen los océanos, donde se generan las llamadas "sales cíclicas". Otra fuente son los volcanes, los microorganismos capaces de fijar y liberar nitrógeno y dióxido de carbono y los desechos industriales.

La acumulación de sales se encuentra asociada con procesos naturales o inducidos, los cuales de una u otra forma favorecen condiciones para los problemas de ensalitramiento.

El problema de las sales, surge cuando estas son transportadas a otras regiones donde causan el ensalitramiento o lo aumentan, con excepción del transporte atmosférico de sales, el movimiento de estas se encuentra íntimamente ligado a los movimientos de agua. Una vez que las sales han sido introducidas en una determinada cuenca, la acumulación de sales es probable si se presentan las siguientes condiciones naturales o inducidas:

Condiciones naturales.

- a) Depresiones con drenaje impedido.
- b) Planicie con inundaciones periódicas por aguas marinas o salinas.
- c) Deltas de ríos.

Condiciones inducidas.

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

Clark, citado por USDA, (1982) ha estimado que el contenido medio de cloro y azufre de la corteza terrestre es de 0.05% y 0.06%, respectivamente. El sodio, calcio y magnesio de 2 a 3%. Durante el proceso de intemperización química que comprende la hidrólisis, hidratación, solución, oxidación y carbonatación, estos constituyentes son liberados gradualmente adquiriendo mayor solubilidad.

Los iones bicarbonatos se forman como una consecuencia de la solución del CO_2 que puede ser de origen atmosférico o biológico y el agua que contiene CO_2 forma un ácido débil que es un activo agente químico intemperizante que libera grandes cantidades de cationes en forma de bicarbonatos. Los iones bicarbonatos y carbonato están relacionados entre sí, y la cantidad que hay de cada uno es una función del pH de la solución.

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

sales de otras localidades. Aceves, (1981) y USDA, (1982).

5.1. Diagnósis de Suelos Sódicos Salinos.

Existen varias clasificaciones de suelos salinos, cada una de las cuales presenta ciertas ventajas e inconvenientes. Las más importantes son la Rusa, Frances y Americana. La clasificación Rusa combina los principios de la pedogénesis, geoquímica de las sales y fisiología vegetal, dándose a los suelos de este tipo, denominaciones tales como Solonchak, Solonetz, Taky, los cuales son de amplia divulgación en literatura especializada. Duchaufor, (1984). La clasificación propuesta por el U.S. Salinity Laboratory, Richard, (1982) y Pizarro, (1978) es muy simple y practica.

5.1.1. Suelos Salinos.

El término **salino** se aplica a suelos ccuya conductividad del extracto de saturación es mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, con un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15. Generalmente el pH es menor de 8.5. Estos suelos incluyen al tipo descrito por Hilgard, (1906) como suelos "alcali blanco" y a los Solonchaks de los autores rusos. El establecimiento de un drenaje adecuado en estos suelos, permite eliminar por lavado las sales solubles, volviendo a ser nuevamente suelos normales.

Generalmente estos suelos se reconocen por la presencia de costras de sal en la superficie. La salinidad de un suelo pued ocurrir cuando éste tiene un perfil característico y plenamente desarrollado, o cuando posee material edáfico no diferenciado como en el caso del aluvi6n.

Las características químicas de los suelos salinos quedan determinadas principalmente por el tipo y cantidad de las sales presentes; la cantidad de sales solubles presentes controla la presión osm6tica de la solución del suelo. El sodio rara vez representa más de la mitad del total de cationes solubles y por lo tanto, no es absorbido en forma importante.

Las cantidades relativas de calcio y magnesio presentes en la solución del suelo y en el complejo de intercambio, varían considerablemente. Tanto el potasio soluble como el intercambiable son, en general, constituyentes de menor importancia, aun cuando ocasionalmente se tornen en constituyentes mayores. Los aniones principales son el cloruro, el sulfato y a veces el nitrato. Pueden presentarse también pequeñas cantidades de bicarbonato, pero invariablemente solubles casi no se encuentran. Aparte de sales rápidamente solubles, los suelos salinos pueden contener sales de baja solubilidad, como el sulfato de calcio (yeso) y carbonatos de calcio y magnesio (caliza y dolomita).

Los suelos salinos casi siempre se encuentran floculados debido a la presencia de un exceso de sales y a la ausencia de cantidades significativas de sodio intercambiable. En consecuencia, la permeabilidad es igual o mayor a la de los suelos similares no salinos.

5.1.2. Suelos Sódico-Salinos.

Son los suelos cuya conductividad del extracto de saturación es mayor de 4 mmhos/cm a 25°C y el porcentaje de sodio intercambiable es mayor de 15%. Este tipo de suelos se forma como resultado de los procesos combinados de salinización y acumulación de sodio. Siempre que contengan un exceso de sales, su apariencia y propiedades son similares a las de los suelos salinos; cuando hay exceso de sales el pH raramente es mayor de 8.5 y las partículas permanecen floculadas. Si el exceso de sales solubles es lavado, las propiedades de estos suelos pueden cambiar notablemente, llegando a ser idénticas a las de los suelos sódicos no salinos. A medida que la concentración de sales disminuye en la solución, parte del sodio intercambiable se hidroliza para formar hidróxido de sodio que, a su vez con el CO₂ presente en la atmósfera del suelo puede formar carbonato de sodio.

En cualquier caso el lavado de un suelo puede hacerlo mucho más alcalino (pH mayor de 8.5), las partículas coloidales se dispersan y el suelo se vuelve desfavorable para la estrada de agua y para las labores de labranza. Aunque el retorno de las sales solubles puede hacer que baje el

pH y restaure las partículas a una condición floculada, el manejo de los suelos sódico-salinos sigue siendo un problema hasta que se elimine el exceso de sales y de sodio intercambiable de la zona del cultivo y se restablezcan las condiciones físicas del suelo.

En ocasiones, estos suelos contienen yeso y cuando son lavados, el calcio se disuelve reemplazando al sodio intercambiable, lo cual tiene lugar con la eliminación simultánea del exceso de sales.

5.1.3. Suelos Sódicos no Salinos.

Son los suelos en los cuales el porcentaje de sodio intercambiable es mayor de 15% y la conductividad del extracto de saturación es menor de 4 mmhos/cm a 25°C. El pH generalmente varía entre 8.5 y 10. Estos suelos corresponden a los llamados "alcali negro" por Hilgard, (1906) y en ciertos casos a los Solonetz de los autores rusos.

Siempre que en los suelos o agua de riego no se encuentre yeso, el drenaje y lavado de los suelos sódicos salinos conduce a la formación de suelos sódicos no salinos, debido a que la hidrólisis del sodio intercambiable, frecuentemente eleva el pH. En los suelos altamente sódicos, la materia orgánica dispersa y disuelta puede depositarse en la superficie debido a la evaporación, causando así un ennegrecimiento y dando origen al término "alcali negro".

Después de largo tiempo, los suelos sódicos no salinos adquieren características morfológicas peculiares, debido a la gran dispersión de la arcilla parcialmente saturada con sodio, esta puede ser transportada hacia abajo, acumulándose en los niveles inferiores y da como resultado, unos cuantos centímetros de suelo superficial, los cuales presentan una textura relativamente gruesa y quebradiza, aunque más abajo, donde se acumula la arcilla, el suelo puede desarrollar una capa densa y de baja permeabilidad, con estructura prismática o columnar. Sin embargo, es común que en los suelos se presente la condición de sodio como consecuencia de la irrigación, lo cual indica que no ha pasado mucho tiempo para el completo desarrollo de

la estructura columnar típica, pues el suelo tiene baja permeabilidad y es muy difícil de labrarse.

El sodio intercambiable en un suelo sódico no salino puede tener una marcada influencia en sus propiedades físicas y químicas. Al aumentar la proporción de sodio intercambiable, el suelo tiende a ser más disperso y el valor de pH aumenta a veces hasta 10. La solución de los suelos sódicos no salinos, es relativamente baja en sales solubles, tiene una composición que difiere considerablemente de la de los suelos normales y de los salinos. Mientras los aniones presente consisten en su mayor parte de cloruros, sulfatos y bicarbonatos, también pueden presentarse pequeñas cantidades de carbonatos. A pH muy elevado y en presencia de iones carbonato el calcio y el magnesio se precipitan de manera que las soluciones del suelo, de suelos sódicos no salinos, usualmente contienen sólo pequeñas cantidades de estos cationes, predominando el sodio. Grandes cantidades de potasio intercambiable y soluble, pueden presentarse en algunos de estos suelos, no obstante el efecto del contenido excesivo de este catión, en las propiedades de los suelos no se ha estudiado ampliamente. USDA, (1982).

5.2. Efecto de las sales sobre las plantas.

Cuando un cultivo se desarrolla en suelos salinos, las plantas presentan achaparramiento con una variabilidad considerable en su tamaño, el color verde azulado característico y manchones en el suelo sin plantas.

La extensión y frecuencia de manchones desnudos en muchas áreas, se puede tomar como un índice de la concentración de sales en el suelo. Debido a que la mayoría de las plantas son más sensibles a la salinidad durante la germinación, que en las últimas etapas de su desarrollo, los manchones son más bien indicadores de salinidad alrededor de la semilla, durante su germinación, que del estado general de salinidad del perfil del suelo. Frecuentemente, las prácticas de cultivo contribuyen a la acumulación de sales alrededor de la semilla, con la consiguiente falla, en su germinación. El vigor de las plantas adyacentes a los manchones puede dar

idea de la distribución de las sales en el suelo. Las plantas desarrollan vigorosamente en zonas adyacentes a manchones exentos de vegetación, en tanto que la presencia de plantas achaparradas en la misma posición, indica una distribución más general de la salinidad en el área. Si el grado de salinidad no es lo suficientemente elevado como para producir ese tipo de manchones, la característica principal en la apariencia general del cultivo, es una marcada irregularidad en su vigor vegetativo.

No son claros los efectos debidos a la baja fertilidad del suelo y aquellos causados por la salinidad. Las plantas achaparradas debido a la baja fertilidad, son comunmente verde amarillentas, las debido a la salinidad verde azulosas. La apariencia azulosa es el resultado de una cubierta cerosa de espesor poco común, sobre la superficie de las hojas y el color más oscuro se debe a un incremento en el contenido de clorofila por unidad de superficie foliar, sobre la base de peso verde. La remolacha, las crucíferas (col, mostaza y especies relacionadas), alfalfa, algunos pastos y otros cultivos, generalmente desarrollan una coloración verde azulosa notalbe, cuando crecen en suelos salinos. Por otra parte la clorosis no puede ser considerada como un síntoma definido de salinidad.

Algunas especies desarrollan áreas necróticas características, así como quemaduras en las puntas y en los márgenes de las hojas, cuando crecen en suelos salinos, como ejemplo de estos tenemos a los frutales de hueso.

El enrollamiento de las hojas es una manifestación común de la deficiencia de humedad en las plantas, pero estos síntomas pueden ser indicativos de salinidad cuando ocurren en presencia de una humedad del suelo aparentemente adecuada; sin embargo, otros factores que causa mal funcionamiento del sistema radicular, tales como enfermedades de la raíz y mantos freáticos elevados, pueden producir síntomas foliares similares, entonces no basta con observar las características externas, sino, que hay que hacer un estudio detallado, tal como análisis foliar. USDA, (1982).

Los efectos de las sales sobre las plantas de cultivo pueden dividirse de la siguiente manera:

1. Efectos directos sobre la planta, que se pueden manifestar de diferentes formas.
 - 1.a. Altas concentraciones de sales solubles en la solución del suelo que se traduce en altas presiones osmóticas que afectan el crecimiento de la planta.
 - 1.b. Acumulación de ciertos iones en concentraciones tóxicas para los cultivos.
2. Efectos indirectos sobre la planta.
 - 2.a. Sustitución de los iones Ca^{++} y Mg^{++} en el complejo de intercambio del suelo, por el ión Na^+ , con el consiguiente deterioro de la estructura del suelo, el que tiende a hacerse impermeable al paso del agua y aire, impidiendo por esta razón el desarrollo normal de los cultivos. Además los suelos con alto contenido de Na^+ en el complejo de intercambio presentan una tendencia a formar costras que dificultan la emergencia de las plántulas.
 - 2.b. Presencia de ciertos iones en concentraciones y proporciones, tales que, independientemente de los efectos señalados, alteran los procesos normales de absorción y nutrición de las plantas.

La disminución del crecimiento de los cultivos, en condiciones de alta presión osmótica de la solución del suelo, generalmente se atribuye a una disminución de la disponibilidad de la humedad del suelo; es decir, a un aumento del esfuerzo de humedad del suelo y, por consiguiente, a un mayor gasto de energía por parte de la planta para obtener agua del suelo y conservar la turgencia de sus células.

Las sales dominantes en la solución del suelo generalmente son cloruros, sulfatos, bicarbonatos, (estos últimos en condiciones de pH muy alto) de sodio, magnesio, calcio y otros cationes en menor proporción. Por

su grado de solubilidad y correspondiente participación en el aumento de la presión osmótica de la solución del suelo, Kostyakob citado por Palacios, (1969) clasifica las sales de la siguiente manera:

NaCl	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃
MgCl ₂	MgSO ₄	MgCO ₃
CaCl ₂	CaSO ₄	CaCO ₃

Las sales nocivas, son las localizadas arriba de la línea, las que se encuentran abajo no son peligrosas debido a su baja solubilidad y tendencia a precipitarse con lo que dejan de influir en la presión osmótica. En este cuadro los carbonatos incluyen a los bicarbonatos.

La solubilidad de las sales depende principalmente de la temperatura de la solución, del pH, de la presencia de otros iones en la solución y de la concentración de CO₂ en solución y en el aire del suelo.

Los iones tóxicos son aquellos que afectan el crecimiento de los cultivos aun cuando se encuentren en concentraciones pequeñas y ejercen su influencia independientemente de los efectos debidos a las altas concentraciones de sales solubles. Los principales iones tóxicos son el cloruro, el sodio, los bicarbonatos, entre otros.

Los iones cloro y sodio son tóxicos para muchos cultivos. El cloruro se acumula en las hojas hasta en concentraciones de 1 a 2% sobre peso seco, cuando en la solución del suelo se encuentran en concentraciones de 700 y 1500 ppp. Allison, citado por Palacios, (1969). A estas concentraciones se presentan quemaduras en las hojas ocasionando su caída, la muerte de los brotes y aún de las plantas. La acumulación de sodio en las hojas en cantidades mayores de 0.05% sobre peso seco, produce síntomas similares. Estos efectos son independientes del daño causado por la deterioración estructural debido a la presencia de altos niveles de sodio inter

cambiable en el suelo.

El ion bicarbonato puede ser tóxico para ciertos cultivos senxibles como frijol y pasto Dallis. El exceso de bicarbonatos puede ocasionar clorosis por hierro. Estos peligros son independientes del efecto que produce, o puede producir este ión, debido a su tendencia a precipitar el calcio y magnesio de la solución del suelo con las consiguientes consecuencias del deterioro estructural del suelo y lateraciones nutricionales.

El boro y el litio también son tóxicos, para las plantas y con muy pocas ppm resultan bastante tóxicas para las plantas produciendo "que maduradas". Allison citado por Palacios, (1969).

El principal efecto indirecto de las sales sobre los cultivos se debe a la sustitución del calcio y magnesio por el sodio en el complejo de intercambio del suelo. Esto trae como consecuencia un deterioro de la estructura del suelo que se manifiesta por una tendencia a la impermeabilidad al agua y al aire del suelo que dificulta o impide el desarrollo de los cultivos.

A medida que las sales solubles de las aguas de riego se acumulan, se empiezan a sobrepasar los límites de solubilidad del carbonato de calcio y magnesio y del sulfato de calcio que se precipitan. Este efecto se acenúa si existen bicarbonatos en la solución del suelo. Cuando el porcentaje de sodio en solución es mayor de 50% empieza la sustitución del calcio y magnesio del complejo de intercambio. Sin embargo, mientras existan cantidades considerables de sales solubles el suelo permanecerá floculado y con buenas características de permeabilidad; pero si el exceso de sales solubles es lavado, se aumenta el porcentaje de sodio en la solución y se acelera la sustitución del calcio por el sodio en el complejo de intercambio del suelo y este se impermeabiliza.

Arancy citado por Palacios, (1969) ha visto que en el proceso anterior, puede ocurrir más rápidamente cuando en la solución del suelo se tienen sales básicas de sodio (carbonatos, bicarbonatos y silicatos) que

favorecen la casi completa sustitución del calcio por el sodio. Inversamente las sales neutras de sodio (cloruros y sulfatos) producen únicamente una sustitución parcial del calcio por el sodio.

La presencia de ciertos iones en determinadas concentraciones producen efectos nocivos en las cosechas por alteraciones de los procesos normales de absorción y nutrición de las plantas, independientemente de los efectos señalados. Así por ejemplo, las altas concentraciones de sulfato disminuyen la absorción de calcio y promueven una mayor utilización del sodio.

Un alto contenido de calcio restringe la absorción del potasio. Una baja relación del calcio con respecto del magnesio ocasiona alteraciones en la nutrición. Palacios, (1969). Ver Cuadro 1

Cuadro No.1 Cultivos tolerantes a la Salinidad en el extracto de saturación, según Palacios (1969).

CULTIVOS	TOLERANTES	MODERADAMENTE TOLERANTES	SENSIBLES	
Comunes	12-8 mmhos/cm	8-4 mmhos/cm	3-2 mmhos/cm	
	Cebada	Centeno	Frijol	
	Remolacha	Trigo	Maíz	
	Azucarera	Avena	Arroz	
	Nabo	Mijo	Lino	
	Algodón	Sorgo	Girasol	
		Soya	Higuerilla	
		Sesvania		
Hortícolas	8-5 mmhos/cm	5-3 mmhos/cm	3-2 mmhos/cm	
	Betabel	Jitomate	Name	Rábano
	Bretón	Brócoli	Melón	Apio
	Esparrago	Colifloro	Col	Ejote
	Espinaca	Lechuga	Pimiento	
		Maíz dulce	Zanahoria	
		Patata	Pepino	
		Camote	Calabaza	
	Cebolla	Chicharo		
Frutales	8 mmhos/cm	6-3 mmhos/cm	3-1.5 mmhos/cm	
	Palma datilera	Granada	Naranja	Durazno
		Higuera	Toronja	Chabacano
		Olivo	Limón	Zarzamora
		Vid	Manzana	Frambuesa
			Pera	Aguacate
		Ciruella	Fresa	
		Almendra		
Cultivos	12-6 mmhos/cm	6-3 mmhos/cm	3-2 mmhos/cm	
Forrajeros	Pasto salado	Trebol dulce	Trébol blanco	
	Pasto bermuda	Pasto ingles	Trébol híbrido	

Agropiro	Pasto dallis	Trébol rojo
Pasto rhodes	Alfalfa	Trébol ladino
Cuernecillo	Dactilo	Pimpinela
	Gramma azul	
	Reed canary	
	Bromo suave	
	Zacate avena	
	Trébol agrío	
	Centeno, Trigo y Avena para Heno.	

VI. MATERIAL Y METODO.

6.1. Trabajo de Campo.

Se realizaron muestreos en la zona Chinampera de San Gregorio Atlapulco, en los meses de Noviembre y Enero, colectandose 8 calicatas, con una profundidad que fluctuaba de 40 a 200 cm., hasta llegar al nivel freático, tomándose la muestra cada 10 cm. El total de material colectado fué de 99 muestras de Suelo. Ver Fig. 8

6.2. Trabajo de Laboratorio.

Una vez seco y tamizado el suelo, se realizaron los análisis de Laboratorio.

6.2.1. Análisis Físicos.

- 1.a. Color en seco y en húmedo, por comparación con las tablas de color Munsell, (1954).
- 1.b. Densidad Aparente, por el método de la Probeta. Bayer, (1956).
- 1.c. Densidad Real, por el método del Picnómetro de 25 cc. Bayer, (1956).
- 1.d. Porcentaje de Espacio Poroso, por el cociente de la Densidad Aparente y la Real.
- 1.e. Por el método de Bouyoucos, (1963).

6.2.2. Análisis Químicos.

- 2.a. Reacción del Suelo (pH), determinado con un Potenciómetro Corning, Mod. 7, usando una relación 1:5 y 1:10 de suelo-agua y con una solución salina de KCl 1N, pH 7, en la misma relación.

- 2.b. Porcentaje de Materia Orgánica, por el método de Walkley y Black, modificado por Walkley, (1974).
- 2.c. Capacidad de Intercambio Catiónico Total (C.I.C.T.), por el método de Saturación-Desplazamiento por Centrifugación con cloruro de calcio, alcohol 96°, cloruro de sodio y Títulación con Versenato. Jackson, (1982).
- 2.d. Bases Intercambiables (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+), por el método de Peech-English, determinándose el calcio y magnesio por Versenato; y el sodio y potasio por Flamometría, en un Espectrofotometro de Flama, Corning Mod. 400. Jackson, (1982).

6.2.3. Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación.

- 3.a. pH de Extracto, en un Potenciometro, Corning Mod. 7.
- 3.b. Conductividad eléctrica, medido con un puente de Conductividad, Phillips.
- 3.c. Calcio y Magnesio, por Versenato. Jackson, (1982).
- 3.d. Sodio y Potasio, por Flamometría en un Espectrofotometro de Flama, Corning Mod. 400. Jackson, (1982).
- 3.e. Cloruros, por el método de Mohr, ().
- 3.f. Carbonatos y Bicarbonatos, por el método Volumétrico. Reitemier, (1943).
- 3.g. Sulfatos, por Gravimetría en forma de Sulfato de Bario. Jackson, (1982).
- 3.h. Relación de Adsorción de Sodio (RAS), por el método 20 b. del Manual de Suelos Salinos y Sodicos. Richards, (1980).
- 3.i. Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), por el método 20b. del Manual de Suelos Salinos y Sodicos. Richards, (1980).

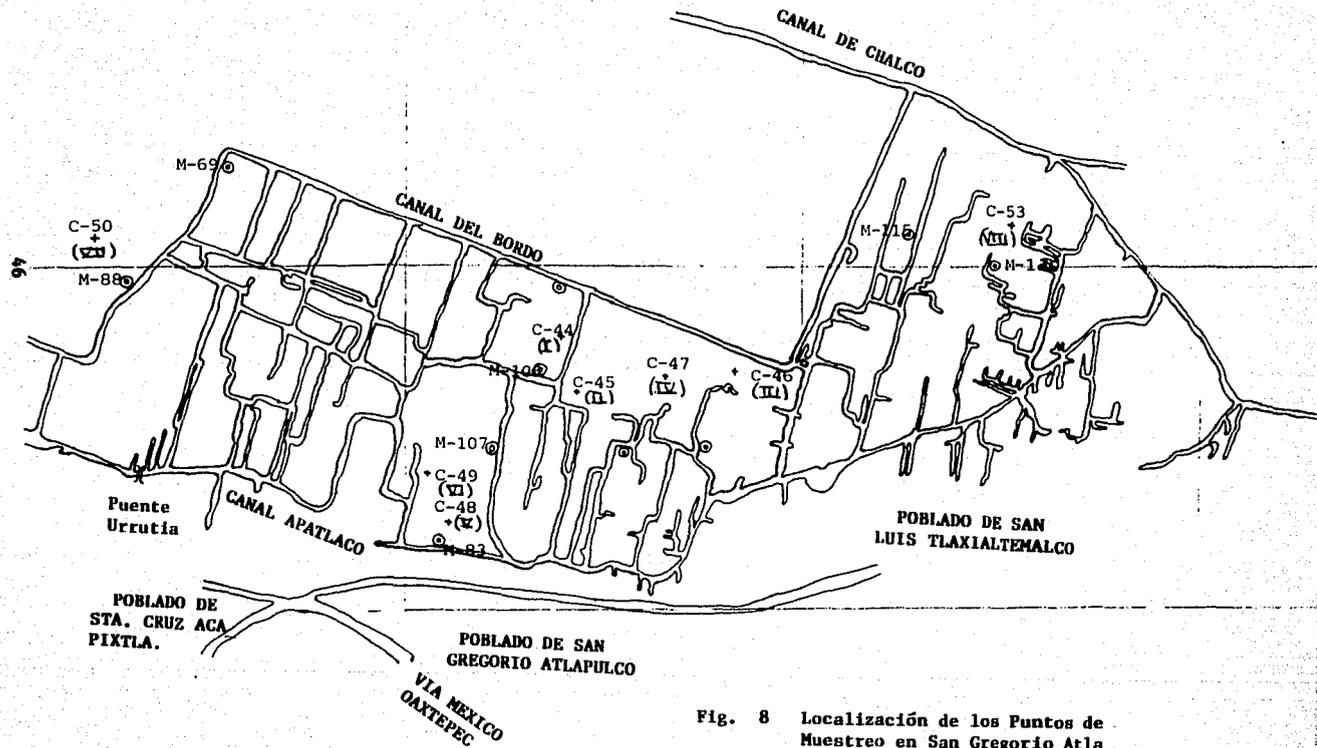


Fig. 8 Localización de los Puntos de Muestreo en San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

VII. RESULTADOS.

7.1. CALICATA No. I

Características generales de la chinampa: Se localiza a 120 m. al norte del canal del Bordo y Ciénega de San Gregorio y al sur del canal Tlacualoco, con una superficie de 280 m X 9 y 16 m. (en su lado más angosto y ancho respectivamente). Bordeando a la chinampa se encuentran árboles como Buddleia sp. (tepozán) y Salix bonplandiana (ahuejote) y en los canales adyacentes Typha latifolia (tule).

Uso de la chinampa: Potrero

Características generales de la calicata: La distancia de la calicata con respecto al canal Tlacualoco es de 200 m.; con una profundidad de 40 cm., hasta llegar a la napa freática; a lo largo de la calicata se puede observar una gran cantidad de raíces y lombrices; el color del suelo es oscuro; el nivel de la napa freática en esta temporada (Noviembre) se localizó a 40 cm. pero al aproximarse a la zona del canal del Bordo, la napa freática iba subiendo hasta llegar a la superficie; la eluviación origina la acumulación de sales en la superficie del suelo, sin embargo estas no se observaron.

En el Cuadro No. 1 y gráfica No. 1, se pueden observar las características Físico-Químicas siguientes:

El Color del suelo en toda la calicata es homogéneo, siendo pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco y negro (10YR 2/1) en húmedo, esto es debido a los altos porcentajes de materia orgánica presentes en el suelo.

La densidad aparente, se mantiene constante desde lo 0 a los 30 cm. con un valor de 0.71 gr/cc y de 30 a 40 cm. de 0.67 gr/cc, los valores disminuyen conforme aumenta la profundidad, porque el contenido de materia orgánica va disminuyendo y por tanto disminuye el espacio poroso.

La Densidad real, presenta valores entre 1.9 y 2.1 gr/cc, siendo heterogéneo a lo largo de la calicata, situándose el valor más alto en los últimos 10 cm, ya que el contenido de materia orgánica es más bajo aquí.

El Porcentaje de espacio poroso, presenta valores elevados, entre 63.6 y 67.9 %.

La Textura que se presenta es frana y migajón-arcilloso, predominado está última en las profundidades de 20 a 40 cm., con un contenido de arena de 31 a 40%, limo de 33 a 39% y arcilla de 23 a 27%.

La Materia orgánica presenta un intervalo que va de 14.8 a 11.4%, encontrándose el valor más alto en la superficie y el más bajo en los últimos 10 cm. de la calicata.

La Reacción del suelo (pH) en la relación 1:10 con agua destilada va de 9.5 a 9.9, encontrándose el más bajo a los 10 cm. y el más elevado a los 30 cm. el pH en relación 1:10 con KCl, va de 8.8 a 9.0; aumentando el pH real con respecto al potencial, entre 0.7 y 0.9 unidades.

El Calcio intercambiable, varía de 46.0 a 31.3 meq/100 gr. presentándose el valor más alto a los 30 cm. y el más bajo a los 40 cm.

El Magnesio intercambiable, varía de 42.6 a 32.6 meq/100 gr. encontrándose el valor más alto a los 40 cm. y el más bajo a los 10 cm.

El Sodio intercambiable, con un intervalo que va de 41.3 a 32.6 meq/100 gr. encontrándose el valor más alto a los 10 cm. y el más bajo en los últimos 20 cm.

El Potasio intercambiable, presenta valores muy bajos, que van de 0.3 a 0.1 meq/100 gr., encontrándose el valor más alto a los 10 cm.

La Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.), varía ligeramente a lo largo de la calicata, no siendo homogénea y presentando valores que

van de 63.6 a 58.1 meq/100 gr. observandose que el valor más alto se encuentra en los últimos 10 cm., esto debido al alto porcentaje de materia orgánica y arcilla.

En el Cuadro No. 1.2 y gráfica No. 1.2, se pueden observar los análisis Químicos del extracto de la pasta de saturación.

La Conductividad eléctrica (C.E.), varía entre 5.6 a 4.2 mmhos/cm a 25°C, encontrandose el valor más alto en los primeros 10 cm. debido a que es en esta capa en donde por eluviación tienden a acumularse las sales, lo cual coincide con los valores altos de cloruros y sulfatos.

El Calcio soluble, varía de 17.2 a 10.7 meq/lt., encontrandose el valor más alto en los primeros 10 cm. y el más bajo a los 10 cm. siguientes.

El Magnesio soluble, varía de 17.2 a 10.7 meq/lt., encontrandose el valor más a los 10 cm y el más bajo a los 20 cm.

El Sodio soluble, con un intervalo que va de 79.6 a 63.9 meq/lt. el valor más alto se encuentra a los 20 cm. y disminuye.

El Potasio soluble, varía de 0.56 a 0.36 meq/lt., con el valor más alto a los 30 cm. y el más bajo a los 20 cm.

Los Cloruros, con un intervalo que va de 16.0 a 20.0 meq/lt., con el valor más alto a los 20 cm.

Los Carbonatos, no se presentan por el método de Reiternier, (1943).

Los Bicarbonatos, con un intervalo que varía de 30 a 40 meq/lt., el valor más bajo se encontró a los 10 cm. y en el resto se encuentra el valor más alto.

Los Sulfatos, varían de 53.1 a 26.6 meq/lt., encontrandose el valor más alto a los 10 cm. y el más bajo a los 40 cm.

La Relación de Adsorción de Sodio (RAS), presenta un valor más alto de 23.7 a los 30 cm. y el más bajo de 20.0 a los 40 cm.

El Porcentaje de sodio intercambiable (PSI), con un valor de 24.7% a los 20 cm. y disminuye a 21.6 % a los 40 cm.

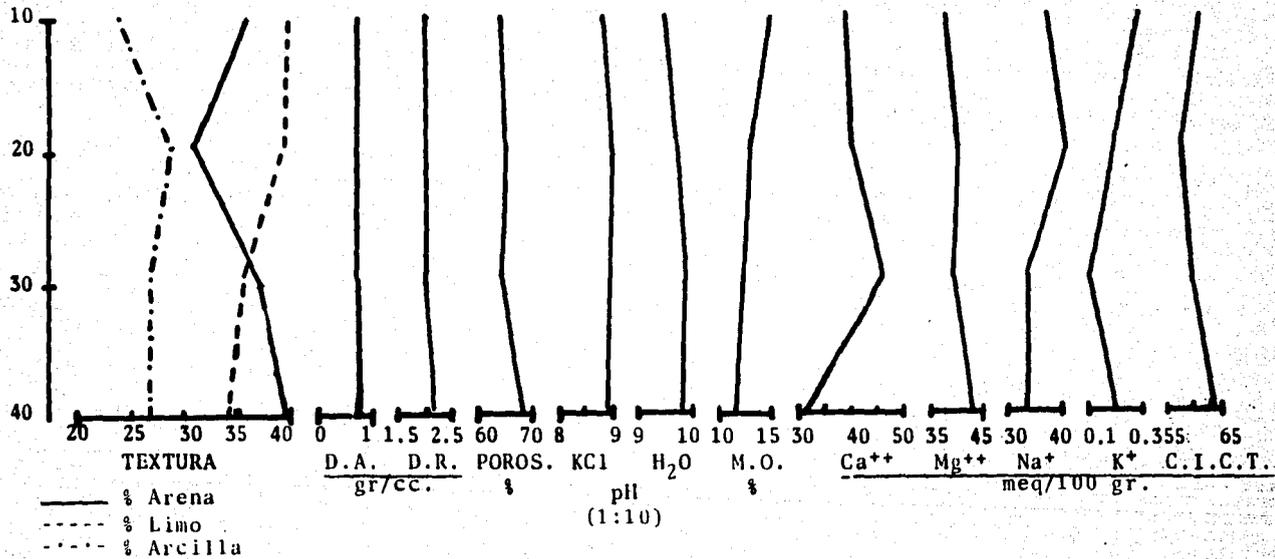
De acuerdo a que estos Suelos tienen un pH mayor de 8.5, con un contenido elevado de sales, sobre todo de cloruros, bicarbonatos y sulfatos que se refleja en una conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C y un porcentaje de sodio intercambiable mayor al 15 %, nos indica que esta calicata tiene características de un Suelo Salino-Sódico.

Cuadro No. 1 Resultados de los Análisis Físico-químicos de la Calicata No. 1
Chinanpería de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	COLOR		TEXTURA			D.A. D.R.		POROS. %	M.O. %	KCl		pH		C.I.C.T.				
	SECO	HUMEDO	Arena	Limo	Arcilla	g/cc.	g/cc.			1:5	1:10	H ₂ O	1:5	1:10	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
0 - 10	10YR 5/2 pardo grisáceo	10YR 2/1 negro	36.4	40.0	23.6	0.71	1.96	63.8	14.8	8.6	8.8	9.2	9.5	39.4	38.0	37.0	0.3	60.8
10 - 20	10YR 5/2 pardo grisáceo	10YR 2/1 negro	31.2	39.6	29.2	0.71	2.00	65.0	13.1	8.7	8.9	9.5	9.7	40.0	40.3	41.3	0.2	58.1
20 - 30	10YR 5/2 pardo grisáceo	10YR 2/1 negro	37.2	35.6	27.2	0.71	1.95	63.6	12.4	8.8	9.0	9.7	9.9	46.0	39.2	32.6	0.1	60.4
30 - 40	10YR 5/2 pardo grisáceo	10YR 2/1 negro	39.2	33.6	27.2	0.67	2.10	67.9	11.4	8.7	8.9	9.7	9.8	31.3	42.6	32.6	0.2	63.6

Gráfica No. 1 Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Calicata No. I
San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

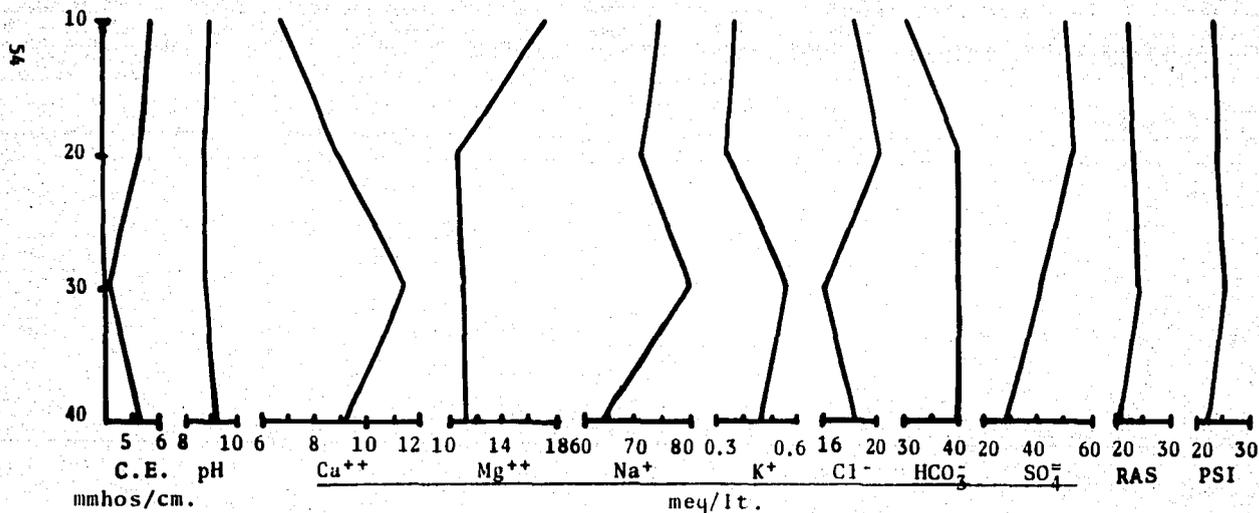
52



Cuadro No. 1.1 Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. I Chinamperia de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	C.E. mmhos/cm	pH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	RAS	PSI %
meq/lt.												
0 - 10	5.6	8.9	6.5	17.2	74.3	0.37	18.0	- -	30.0	49.7	21.6	29.5
10 - 20	5.4	8.8	8.7	10.7	71.3	0.34	20.0	- -	40.0	53.1	22.9	24.5
20 - 30	4.2	8.9	11.7	11.3	79.6	0.56	16.0	- -	40.0	41.1	23.7	24.5
30 - 40	5.2	9.1	9.1	11.3	63.9	0.46	18.0	- -	40.0	26.6	20.0	22.0

Gráfica No. 1.1 Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. I San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



7.2 CALICATA No., II

Características generales de la chinampa: Con una superficie de 36 m. X 12 m.; bordeando a la chinampa se encuentran árboles como Salix bonplandiana (ahuejote) y Buddleia sp. (tepozán).

Uso de la chinampa: Cultivo de hortalizas, como Portulaca oleracea (verdo laga), Brassica oleracea var. botritis (coliflor) y Beta vulgaris (acelta). No se usan fertilizantes, solo estiércoles y Eicchornia crassipes (lirio acuático).

Características generales de la calicata: Con una profundidad de 110 cm. se encontró la napa freática; a lo largo de la calicata se observan pocas raíces; el color del suelo es muy homogéneo y oscuro debido a los altos porcentajes de materia orgánica.

En el cuadro No. 2 y gráfica No. 2, se pueden observar las características Físico-Químicas siguientes:

El Color del suelo en seco que predomina en la calicata va de pardo grisáceo claro (10YR 6/2), pardo grisáceo (10YR 5/2), gris (10YR 6/1) a los 100 cm. y gris oscuro (10YR 4/1) a los 80 cm.; y en húmedo va de gris muy oscuro (10YR 3/1) a negro (10YR 2/1), con un cambio notable a los 40 cm. observándose un color pardo muy oscuro (10YR 2/2).

La Densidad aparente, presenta un intervalo que va de 0.62 a 0.34 gr/cc., encontrándose el valor más alto a los 10 cm. y el más bajo a los 110 cm.

La Densidad real, fluctúa entre los valores de 1.26 a 1.90 gr/cc., encontrándose el valor más bajo a los 100 cm. y el más alto a los 100 cm.

El Porcentaje de espacio poroso, es alto con valores que van de 82.1 a 55.1 %, encontrando el valor más alto a los 100 cm. y el más bajo a los 10 cm.

La Textura, es franca, interrumpida en dos ocasiones por un migajón-arcilloso a los 70 y 100 cm., con un contenido de arena de 30 a 44 %, limo de 30 a 46 % y arcilla de 19 a 38 %.

El Porcentaje de materia orgánica, es elevado, con valores de 27.0 a 12.4 % encontrándose el valor más alto a los 100 y el más bajo a los 60 cm.

La Reacción del suelo (pH) en la relación 1:10 con agua destilada presenta un intervalo que va de 7.5 a 9.1, el valor más alto en los últimos 20 cm. de la calicata y en los primeros cm. el más bajo; en la misma relación pero con KCl va de 7.0 a 8.0 encontrando el valor más alto a los 100 cm. y el más bajo en los primeros 30 cm.

El Calcio intercambiable, varía de 50.0 a 32.6 meq/100 gr., el más alto se encuentra a los 90 cm. y el más bajo a los 110 cm., la mayoría de los valores oscilan alrededor de los 40 meq/100 gr.

El Magnesio intercambiable, varía de 73.7 a 36.7 meq/100 gr., el más alto a los 100 cm. y el más bajo a los 50 cm., la mayoría de los valores oscilan alrededor de los 40 meq/100 gr. al igual que el calcio.

El Sodio intercambiable, va de 29.3 a 19.6 meq/100 gr., en el cual el valor más alto se encuentra a los 100 cm., aunque la mayoría se ubican más bien entre 20.0 y 25.0 meq/100 gr.

El Potasio intercambiable, con el valor más alto de 0.4 meq/100 gr. a los 10 y 30 cm. y de 0.3 meq/100 gr. de los 20 a 40 cm. y a partir de los 50 hasta los 110 cm. posee un valor de 0.2 meq/100 gr. que es el más bajo.

La Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.), presenta valores que se encuentran en un intervalo que va de 39.0 a 79.0 meq/100 gr. y se mantiene constantes a lo largo de la calicata hasta los 70 cm., presenta un valor más bajo a los 70 cm., aumenta y alcanza el valor más alto a los 110 cm., esta se relaciona con la materia orgánica y el contenido de arcilla, ya que donde se da el valor más alto de C.I.C.T., el contenido de arcilla es de 33 % y la

materia orgánica es 26.3 %.

En el cuadro No. 2.2 y la gráfica No. 2.2, se pueden observar los análisis Químicos del extracto de la pasta de saturación.

La Conductividad eléctrica varía de 11.0 a 6.0 mmhos/cm a 25°C; con un valor más alto a los 60 cm. y el más bajo a los 110 cm., en general la conductividad eléctrica es elevada a lo largo de toda la calicata, oscilando los valores alrededor de los 9.0 mmhos/cm a 25°C, no obstante el valor más elevado refleja los altos contenidos de bicarbonatos, cloruros y sulfatos.

El Calcio soluble, varía de 4.3 a 25.0 meq/lt., no se encontro este catión a los 10 y 30 cm.; el valor más alto se ubico a los 40 cm. y el más bajo a los 100 cm.

El Magnesio soluble, varía de 81.7 a 38.6 meq/lt., el valor más alto se encuentra a los 30 y 50 cm., en contraste con el más bajo que se localizo a los 110 cm.

El Sodio soluble, varía de 108.7 a 54.1 meq/lt., los valores más altos se encuentran de 50 a 60 cm., coincidiendo con la conductividad eléctrica alta, así como cloruros, bicarbonatos y sulfatos.

El Potasio soluble, varía de 0.67 a 0.11 meq/lt., el valor más alto se encuentra a los 10 cm. y luego disminuye, se mantiene más o menos constante.

Los Cloruros, con un intervalo que va de 14.0 a 8.0 meq/lt., con el valor más alto a los 10 y 100 cm. y el más bajo de 30 a 40 cm.

Los Carbonatos, no se encontraros por el método de Reitemier, (1943).

Los Bicarbonatos, varían de 30.0 a 15.9 meq/lt., con el valor más alto a los 10 y 100 cm. y el más bajo de 70 a 80 cm.

Los Sulfatos, tienen una distribución homogénea a lo largo de la calicta,

ya que el valor más bajo de 100.2 meq/lt., se encontró a los 10 cm., en tanto que todos los restantes oscilan alrededor de 250.0 meq/lt.

La Relación de adsorción de sodio (RAS), presenta valores que van de 10.8 el más bajo a los 110 cm. a 16.6 el más alto, siendo los valores heterogéneos a lo largo de la calicata.

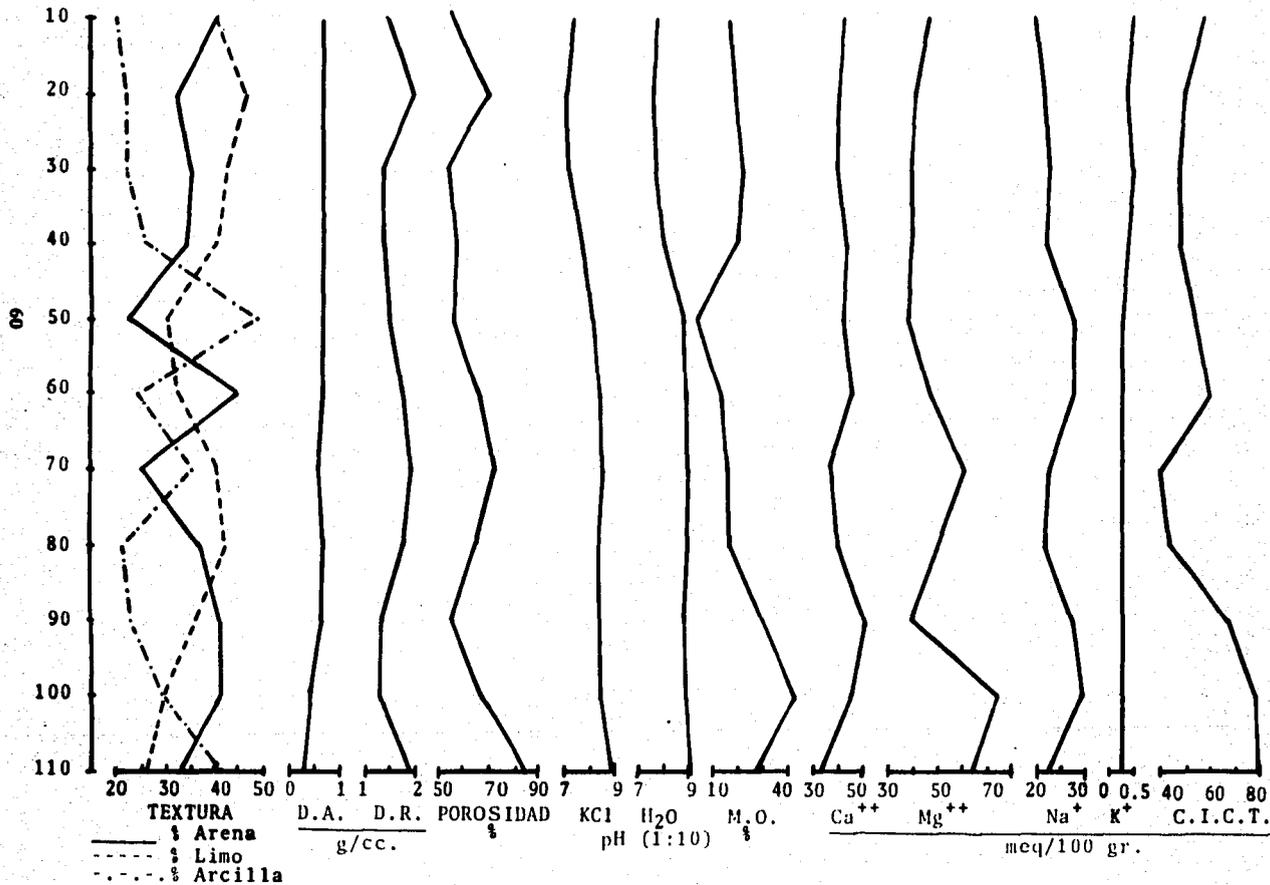
El Porcentaje de sodio intercambiable (PSI), presenta un valor más bajo de 12.6 % a los 100 cm. y el más alto de 18.4 % a los 40 cm.

De acuerdo a la conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, a el pH menor de 8.5 y un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15 %; y que además presentan una conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C un pH menor de 8.5 y un porcentaje de sodio intercambiable mayor de 15 % (a los 10, 50 y 100 cm) se caracterizan como Suelos Salinos y Sodico-Salinos.

Cuadro No. 2 Resultados de los Análisis Físico-químicos de la Calicata No. 11
Chinampieria de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	COLOR		TEXTURA			D.A. D.R.		TONOS.	M.O.	pH		H ₂ O		Cations				C. I. C. T.
	SECO	HUMEDO	Arena	Limo	Arcilla	D.A.	D.R.			KCl	1:5	1:10	1:5	1:10	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	
			%	%	%	g/cc.												
0 - 10	10YR 6/2 gris pardo claro	10YR 3/1 gris muy osc.	40.0	40.4	19.6	0.62	1.38	55.1	14.8	7.2	7.2	7.6	7.6	41.5	44.9	19.6	0.4	56.0
10 - 20	10YR 5/2 pardo grisáceo	10YR 2/1 negro	32.0	46.4	21.6	0.58	1.88	69.1	18.2	7.1	7.2	7.5	7.6	39.4	39.8	20.6	0.3	48.2
20 - 30	10YR 5/2 pardo grisáceo	10YR 2/1 negro	36.0	42.0	22.0	0.59	1.27	53.5	21.0	7.0	7.0	7.4	7.5	38.3	37.7	22.3	0.4	45.8
30 - 40	10YR 5/2 pardo grisáceo	10YR 2/1 negro	34.4	40.0	25.6	0.57	1.32	56.8	17.8	7.4	7.5	7.8	7.9	42.2	37.7	20.6	0.3	46.2
40 - 50	10YR 6/2 gris pardo claro	10YR 2/2 pardo muy osc.	19.4	32.2	48.2	0.61	1.37	55.5	19.2	8.0	8.0	8.5	8.6	40.5	36.7	26.6	0.2	52.2
50 - 60	10YR 6/2 gris pardo claro	10YR 2/1 negro	44.4	32.0	23.6	0.58	1.69	65.7	12.4	8.2	8.3	8.7	8.8	43.8	46.5	26.6	0.2	59.2
60 - 70	10YR 5/2 pardo grisáceo	10YR 2/1 negro	25.2	40.0	34.8	0.54	1.94	72.2	14.6	8.3	8.4	8.8	8.9	36.2	60.2	22.3	0.2	39.0
70 - 80	10YR 5/2 pardo grisáceo	10YR 2/1 negro	37.2	42.0	20.8	0.61	1.71	64.3	16.4	8.2	8.3	8.8	8.9	39.4	49.0	20.6	0.2	43.2
80 - 90	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	41.2	36.0	22.8	0.57	1.28	55.5	27.8	8.2	8.3	8.7	8.8	50.0	38.8	26.6	0.2	66.6
90 - 100	10YR 5/2 pardo grisáceo	10YR 2/1 negro	41.2	30.0	28.8	0.42	1.26	66.7	27.0	8.5	8.6	9.0	9.1	44.9	73.7	29.3	0.2	78.2
100 - 110	10YR 6/1 gris	10YR 3/1 negro	30.0	36.8	33.2	0.34	1.90	82.1	26.3	8.6	8.9	9.0	9.1	32.6	64.5	22.3	0.2	79.0

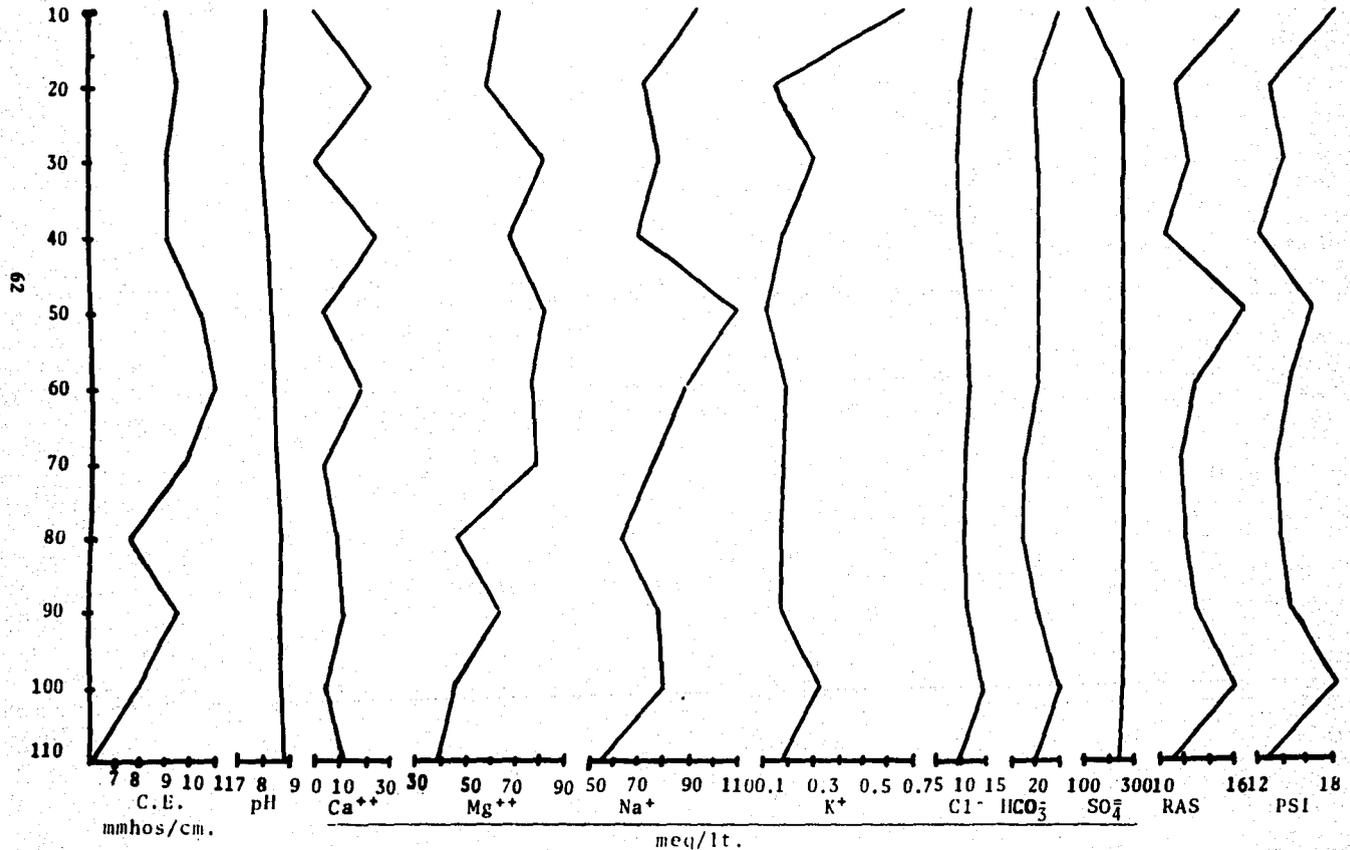
Gráfica No. 2 Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Calicata No. II.
San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



Cuadro No. 2. 1 Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. II Chinamperia de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	C.E. mmhos/cm	pH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	RAS	PSI %
meq/lt.												
0 - 10	9.1	8.0	- -	63.6	92.6	0.67	14.0	- -	30.0	100.2	16,4	18,7
10 - 20	9.5	7.9	22.7	59.0	71.7	0.15	10.0	- -	20.0	250.3	11,2	13,3
20 - 30	9.0	7.9	- -	81.7	78.3	0.30	8.0	- -	20.0	249.3	12,2	14.4
30 - 40	9.1	8.2	25.0	68.1	70.4	0.18	8.0	- -	20.0	249.4	10,3	12,2
40 - 50	10.5	8.3	4.5	81.7	108.7	0.11	12.0	- -	20.0	251.5	16,6	18.8
50 - 60	11.0	8.4	18.2	77.2	88.0	0.19	13.0	- -	20.0	251.2	12,7	14,8
60 - 70	9.6	8.5	4.5	79.4	75.0	0.17	11.0	- -	15.0	250.2	11,6	13,7
70 - 80	7.5	8.6	9.3	47.7	63.9	0.17	10.0	- -	15.0	247.6	12.0	14.1
80 - 90	9.5	8.5	11.3	63.6	78.3	0.17	12.0	- -	20.0	250.2	12,8	15,0
90 - 100	7.9	8.6	4.3	45.1	79.6	0.33	14.0	- -	30.0	248.0	16,0	18,3
100 - 110	6.0	8.8	11.3	38.6	54.1	0.17	9.0	- -	20.0	245.3	10,8	12,8

Grafica No. 2.1. Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. II San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



7.3. CALICATA No. III

Características generales de la chinampa: Se localiza a 300 m. del canal del Bordo; con una superficie de 200 m X 15 m.; bordeada por Salix bonplandiana (ahuejote) y Buddleia sp. (tepozán); rodeada en sus 4 lados por canales de poca profundidad.

Uso de la chinampa: Cultivo de Brassica oleracea var. botrytis (coliflor) Brassica oleracea var. coliliflora (brocoli), Spinacia oleracea (espinaca) y Hordeum adscendens (pasto).

Características generales de la calicata: Con una profundidad de 140 cm.; se observan pocas raíces; el color del suelo es oscuro y entre los 100 y 110 cm. se observa un color ocre.

En el Cuadro No. 3 y gráfica No. 3, se pueden observar las características Físico-Químicas siguientes:

El Color del suelo en seco va de gris oscuro (10YR 4/1) de 0 a 80 cm y de 100 a 120 cm. a gris (10YR 5/1) a los 90 cm. y de 130 a 140 cm.; y en húmedo de gris muy oscuro (10YR 3/1) a los 90 cm y de 130 a 140 cm., a negro (10YR 2/1).

La Densidad aparente, varía de 0.71 a 0.46 gr/cc. alcanzando su valor más alto a los 60 cm. y el más bajo a los 100, 110 y 140 cm., debido al alto porcentaje de materia orgánica presente.

La Densidad real, va de 1.30 a 2.16 gr/cc, se encontraron solo 2 valores mayores a 2.00 gr/cc, uno a los 50 cm y otro a los 130 cm.; y el valor más bajo a los 100 cm.

El Porcentaje de espacio poroso, es muy alto varía de 52.7 a 72.4 %, los valores más altos coinciden con densidades aparentes y reales altas.

La Textura es muy homogénea a lo largo de la calicata, predominando la textura franca, interrumpida a los 60 y 120 cm. por una textura migajón-limoso siendo los contenidos de arena de 25 a 41 %, limo de 35 a 53 % y arcilla de 16 a 26 %.

El Porcentaje de materia orgánica, es bastante heterogéneo, ya que tiene un rango que va de 12.4 a 49.6 %, el valor más bajo se da a los 130 cm. y el más alto a los 100 cm., aunque en realidad los valores se encuentran en su mayoría entre 12.4 y 35.0 %.

La Reacción del suelo (pH) en relación 1:10 con agua destilada alcanza valores de 7.8 a 9.0, dándose el valor más alto a los 40 cm. y el más bajo a los 140 cm; con respecto al pH con KCl, en la misma relación, los valores varían de 7.4 a 8.4, y al igual que en el caso anterior el valor más bajo se dio a los 140 cm. y el más alto de 30 a 40 cm.; disminuyendo el pH potencial con respecto al real, entre 0.4 y 0.6 unidades.

El Calcio intercambiable, varía de 55.4 a 24.5 meq/100 gr. alcanzando valores menores a 30 meq/100 gr. a partir de los 130 a 140 cm. y el valor más alto se tiene a los 100 cm.

El Magnesio intercambiable, varía de 61.2 a 31.5 meq/100 gr., los valores mayores a 50.0 meq/100 gr. se encuentran a los 60, 90 y 100 cm., oscilando los restantes entre los 32.0 y 43.0 meq/100 gr.

El Sodio intercambiable, varía de 22.3 a 6.8 meq/100 gr., los valores menores a 10.0 meq/100 gr. se dieron de los 130 a 140 cm., el resto fluctúa entre 10.0 y 22.3 meq/100 gr. y los valores más altos se dieron de 100 a 110 cm.

El Potasio intercambiable, tiene el valor más alto de 1.9 meq/100 gr. a los 30 cm. y un valor más bajo de 0.6 meq/100 gr. a los 100 cm.

La Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.), varía de 54.0 a 120.0 meq/100 gr. encontrándose los valores más altos de 100 a 110 cm. debido al alto porcentaje de materia orgánica y a valores altos de arcilla,

se encuentra un valor de 36.8 meq/100 gr. a los 130 cm, el cual coincide con el porcentaje de materia orgánica más bajo y menos de 20 % de arcilla.

En el Cuadro No. 3.2 y gráfica No. 3.2, se pueden observar los análisis Químicos del extracto de la pasta de saturación.

La Conductividad eléctrica, a lo largo de la calicata varía de 11 a 3.6 mmhos/cm a 25°C, el valor más alto se presenta de 0 a 40 cm, esto refleja el alto contenido de sulfatos, cloruros y sodio solubles, el valor más bajo se da a los 130 cm y este también refleja la concentración de cloruros, sulfatos y sodio, los que se encuentran en menor cantidad.

El Calcio soluble, varía de 4.5 meq/lt. a 9.1 meq/lt, con un valor alto de 31.8 meq/lt. que se encuentra a los 10 cm.; y a los 40cm, y de los 60 a 100 cm. no se presenta este catión.

El Magnesio soluble, con un intervalo muy amplio que va de 18.2 a 154.5 meq/lt., el valor más alto se encuentra a los 10 cm., y el más bajo a los 130 cm.; el contenido de este catión va disminuyendo conforme aumenta la profundidad de la calicata.

El Sodio soluble, con un intervalo que va de 105.6 a 53.0 meq/lt., encontramos el valor más alto a los 10 cm. y el más bajo a los 140 cm.

El Potasio soluble, varía de 0.8 a 1.7 meq/lt., el valor más bajo se ubica a los 80 cm. y el más alto a los 10 cm. siendo 0.9 meq/lt., el valor que se repite con mayor frecuencia a lo largo de la calicata.

Los Carbonatos no se encontraron por el método de Reitemier, (1943).

Los Bicarbonatos, con un intervalo que va de 25.0 a 40.0 meq/lt., encontramos el valor más bajo de 130 a 140 cm. y el más alto de 10 cm., 70 cm., y 110 cm.

Los Cloruros, varían de 45.0 a 15.0 meq/lt., los valores más altos están de 10 a 20 cm. y estos van disminuyendo conforme aumenta la profundidad encontrándose el valor más bajo a los 130 cm.

Los Sulfatos, presentan un intervalo que va de 88.2 a 36.8 meq/lt., los valores a pesar de no presentar una homogeneidad marcada manifiestan una disminución conforme aumenta la profundidad, no obstante el valor más alto se da a los 30 cm. y el más bajo a los 130 cm.

La Relación de adsorción de sodio (RAS), tiene un intervalo que va de 11.6 a 19.8, encontrándose el valor más bajo a los 30 cm. y el más alto a los 100 cm.

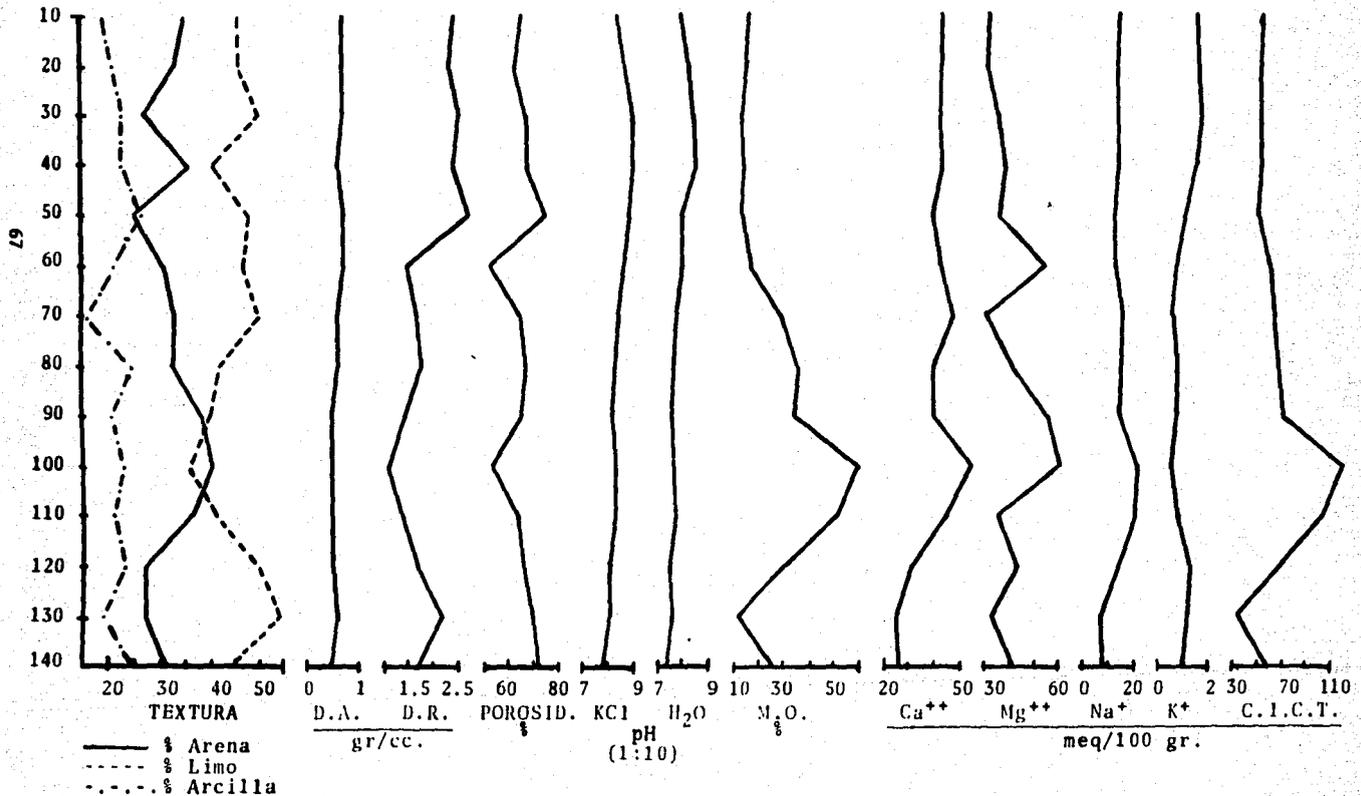
El Porcentaje de sodio intercambiable (PSI), con un intervalo que va de 13.4 a 21.4 %, el valor más bajo se da a los 30 cm. y el más alto a los 100 cm.

De acuerdo al elevado contenido de sales que se refleja en un conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, en un pH menor de 8.5 y un porcentaje de sodio intercambiable mayor de 15 %, se caracterizan como Suelo Sodico-Salino; y una conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, un pH menor de 8.5 y un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15 %, lo caracteriza como un Suelo Salino.

Cuadro No. 3 Resultados de los Análisis Físico-químicos de la Calicanta No. III
Chinamería de San Gregorio Atlapulco, Kochimilco, D. F.

Prof. (cm)	SECO	COLOR	TEXTURA			D.A. D.R.		POROS. M.O.				pH		C.I.C.T.				
			Arena	Limo	Arcilla	g/cc		%	%	1:5	1:10	1:5	1:10	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	C.I.C.T.
0 - 10	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	35.2	45.6	19.2	0.67	1.95	65.6	16.8	7.8	7.9	8.0	8.4	44.2	32.6	16.3	1.7	57.6
10 - 20	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	33.2	46.0	20.8	0.69	1.85	62.7	16.1	8.2	8.3	8.5	8.7	44.4	32.3	15.2	1.8	54.8
20 - 30	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	27.2	50.0	22.8	0.66	1.99	66.8	14.4	8.2	8.4	8.5	9.0	42.6	35.7	15.2	1.9	55.2
30 - 40	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	41.2	35.6	23.2	0.65	1.95	66.7	14.8	8.3	8.4	8.8	9.0	43.7	38.8	15.2	1.7	56.6
40 - 50	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	25.2	48.0	26.8	0.69	2.00	65.5	13.8	8.2	8.3	8.7	8.9	40.5	35.8	13.0	1.2	53.9
50 - 60	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	31.2	46.6	22.4	0.71	1.50	52.7	17.1	8.0	8.1	8.6	8.7	42.6	55.1	13.0	0.9	63.2
60 - 70	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	33.2	50.4	16.4	0.61	1.73	64.7	30.2	7.7	7.8	8.2	8.3	47.9	31.6	16.3	0.7	67.0
70 - 80	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	33.2	42.0	24.8	0.58	1.77	67.2	36.2	7.7	7.8	8.2	8.3	40.5	40.8	15.2	0.8	69.9
80 - 90	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	39.2	40.0	20.8	0.50	1.42	64.8	34.2	7.5	7.6	7.9	8.1	40.5	56.4	15.2	0.8	74.0
90 - 100	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	41.2	35.6	23.2	0.47	1.10	57.3	49.6	7.6	7.7	8.0	8.3	55.4	61.2	22.3	0.6	119.4
100 - 110	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	37.2	42.0	20.8	0.46	1.41	67.4	49.1	7.7	7.8	8.2	8.3	45.8	35.7	20.6	0.8	105.4
110 - 120	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	27.2	49.6	23.2	0.53	1.67	68.3	29.9	7.6	7.7	8.0	8.1	30.9	42.8	15.2	1.3	67.7
120 - 130	10YR 5/1 gris	gris may oscuro	27.2	53.6	19.2	0.64	2.16	70.4	12.4	7.6	7.7	8.0	8.1	24.5	40.8	8.1	1.0	36.8
130 - 140	10YR 5/1 gris	gris may oscuro	30.8	44.0	25.2	0.46	1.67	72.4	25.8	7.3	7.4	7.6	7.8	25.6	40.8	8.1	1.0	57.0

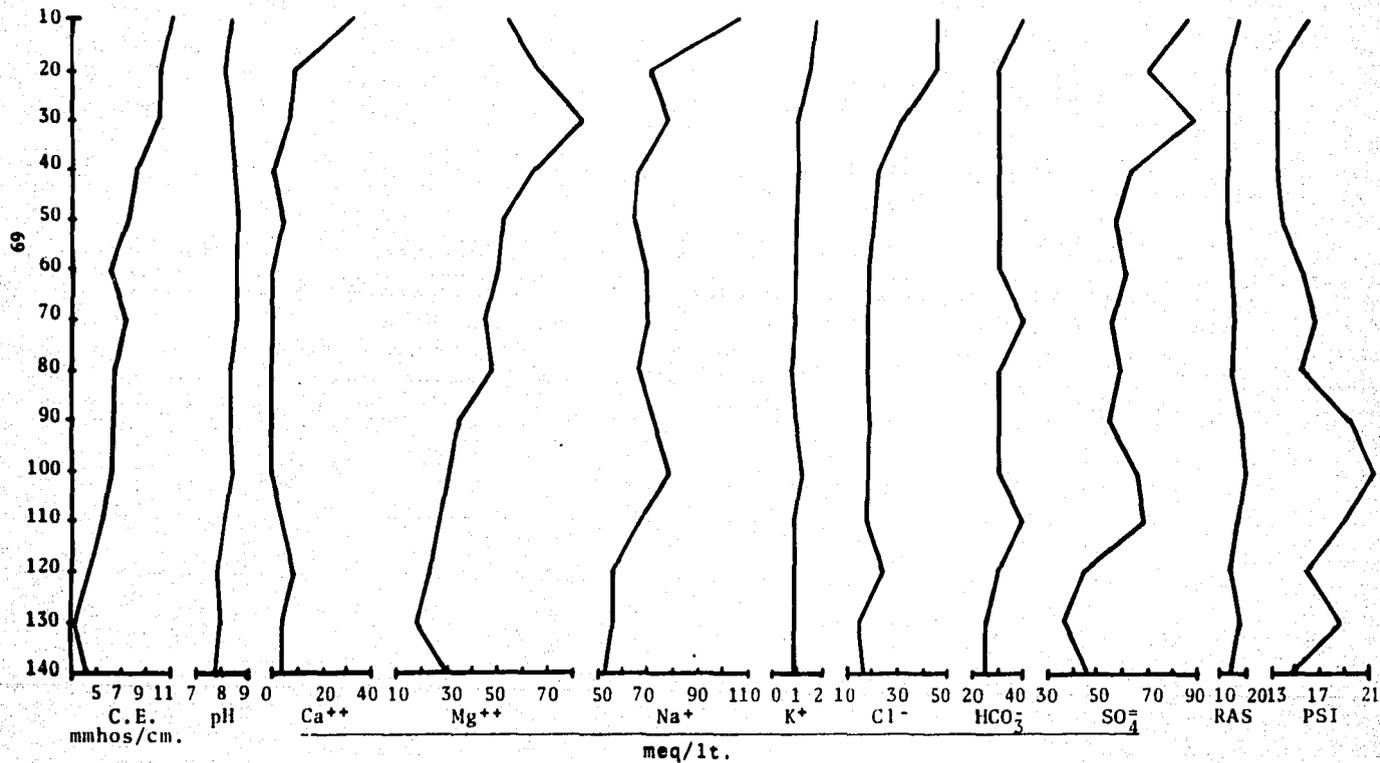
Gráfica No. 3 Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Calicata No. III
San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



Cuadro No. 3.1 Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. III Chinamperia de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	C.E. mmhos/cm	pH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	RAS	PSI %
meq/lit.												
0 - 10	11.0	8.4	31.8	154.5	105.6	1.7	45.0	- -	40.0	84.8	10.9	12.9
10 - 20	10.5	8.1	8.7	65.6	71.3	1.5	45.0	- -	30.0	70.3	11.7	13.8
20 - 30	10.0	8.4	6.8	84.0	78.3	1.0	32.0	- -	30.0	88.2	11.6	13.7
30 - 40	8.3	8.5	- -	64.0	66.5	1.0	22.0	- -	30.0	63.4	11.7	13.8
40 - 50	7.5	8.6	4.5	52.5	63.9	0.9	20.0	- -	30.0	57.4	12.0	14.1
50 - 60	6.2	8.6	- -	49.9	68.7	0.9	19.0	- -	30.0	60.8	13.7	16.0
60 - 70	7.3	8.6	- -	45.4	70.0	0.9	19.0	- -	40.0	55.7	14.7	16.9
70 - 80	6.4	8.4	- -	47.7	66.5	0.8	18.0	- -	30.0	59.1	13.6	15.8
80 - 90	6.2	8.5	- -	34.0	73.0	0.9	19.0	- -	30.0	54.8	17.7	19.9
90 - 100	6.3	8.5	- -	31.0	77.9	1.2	18.0	- -	30.0	65.5	19.8	21.8
100 - 110	5.6	8.2	4.5	27.2	67.8	0.9	18.0	- -	40.0	69.4	17.0	19.3
110 - 120	4.4	7.9	9.1	22.7	56.3	0.9	25.0	- -	30.0	43.7	14.1	16.4
120 - 130	3.6	8.0	4.5	18.2	56.3	0.9	15.0	- -	25.0	36.8	16.8	19.0
130 - 140	4.2	7.8	4.5	29.5	53.0	0.9	17.0	- -	25.0	46.3	12.8	15.0

Gráfica No. 3.1. Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. III San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



7.4. CALICATA No. IV

Características generales de la chinampa: Se localiza a 138 m. del canal del Bordo; con una superficie de 150 m X 10 m.; bordeada por Salix bonplandiana (ahuejote) y en sus 4 extremos rodeada por canales de profundidad media.

Uso de la chinampa: Cultivo de Lactuca sativa (lechuga) en sus variedades francesa y escarola, Spinacia oleracea (espinaca), Portulaca ambrosoides (verdolaga) y otros cultivos de temporal; uso de fertilizantes como sulfato de amonio y abonos orgánicos, como estiércoles; plaguicida foley.

Características generales de la calicata: Con una profundidad de 80 cm.; a lo largo de la misma hay pocas raíces, no se observaron lombrices de tierra; el color del suelo es oscuro y homogéneo a lo largo de la calicata.

En el cuadro No. 4 y la gráfica No. 4 se pueden observar las características Físico-Químicas siguientes:

El Color del suelo es homogéneo a lo largo de la calicata, en seco va de gris oscuro (10YR 4/1), pardo grisáceo (10YR 5/2) a pardo grisáceo oscuro (10YR 5/2) y en húmedo va de gris muy oscuro (10YR 3/1) a negro (10YR 2/1).

La Densidad aparente es homogénea a lo largo de la calicata, con un intervalo de 0.52 a 0.67 gr/cc., dándose el valor más bajo a los 80 cm. y el más alto a los 40 cm., coincidiendo con el valor más bajo y más alto respectivamente de materia orgánica.

La Densidad real, va de 1.64 a 2.20 gr/cc., dándose el valor más bajo a los 10 cm. y el más alto a los 40 cm.

El Porcentaje de espacio poroso es alto, mayor de 60%, con un intervalo que va de 64.6 a 74.6 %, este va aumentando al ser mayor la profundidad.

La Textura que domina a lo largo de la calicata es franca, solamente la capa de 0 a 10 cm. presenta una textura migajón-limoso; con un contenido de arena de 24 a 43 %, de limo 36 a 52 % y de arcilla 17 a 25 %.

El Porcentaje de materia orgánica, varía de 12.9 a 21.9 %, el porcentaje más alto se da a los 80 cm. y el más bajo a los 40 cm., en esta profundidad la densidad aparente y real son muy altas.

La Reacción del suelo (pH) en la relación 1:10 con agua destilada varía de 8.1 a 8.9, a los 40 cm. se tiene el valor más alto y el más bajo a los 70 cm., este aumenta al ser mayor la profundidad; el pH con KCl presenta un intervalo que va de 7.6 a 8.3, comportandose igual que con agua destilada. El pH real aumenta con respecto al potencial entre 0.3 y 0.6 unidades.

El Calcio intercambiable con un intervalo que va de 28.1 a 43.9 meq/100 gr. en los primeros 40 cm. se observa que es homogéneo, aumenta a el valor más alto a los 50 cm. a partir de donde disminuye al valor más bajo en los 80 cm.

Magnesio intercambiable, con un intervalo que varía de 24.5 a 43.9 meq/100 gr. el comportamiento es similar al del calcio, obteniendo su valor más alto a los 50 cm. y el más bajo a los 70 cm.

El Sodio intercambiable, varía de 5.3 a 14.8 meq/100 gr., el valor más bajo se observa a los 10 cm. y alcanza el valor más alto a los 50 cm. y disminuye ligeramene.

Potasio Intercambiable, presenta un intervalo que va de 0.2 a 3.2 meq/100 gr. el valor más bajo se da de los 50 a 80 cm. y el más alto a los 10 cm.

La Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.), con valores altos, que van de 45.5 a 82.8 meq/100 gr. con su balor más bajoa a los 20 cm. y el más alto a los 50 cm., los cuales reflejan un alto porcentaje de materia orgánica.

En el cuadro No. 4.1 y la gráfica No. 4.1 se pueden observar los análisis Químicos del extracto de la pasta de saturación siguientes:

La Conductividad eléctrica varía de 4.8 a 8.4 mmhos/cm a 25°C, el valor de la conductividad eléctrica es mayor al aumentar la profundidad de la calicata, alcanzan su valor más alto a los 50 cm. esta refleja contenidos elevados de cloruros, sulfatos y bicarbonatos, a partir de aquí disminuye para llegar a su valor más bajo de 4.8mmhos/cm a 25°C a los 80 cm.

El Calcio soluble no se detecto a lo largo de la calicata, evidenciandose solo en una concentración de 6.5 meq/lt. a los 80 cm.

El Magnesio soluble fluctuá a lo largo de la calicata, con un intervalo que va de 30.1 a 75.2 meq/lt., el valor más bajo se da a los 80 cm. y el más alto a los 20 cm.

El Sodio soluble, varía de 5.3 a 14.8 meq/lt., el valor más bajo se da a los 10 cm. aumentando al ser mayor la profundidad, llegando al valor más alto a los 50 cm.

El Potasio soluble es homogéneo a lo largo de la calicata, observandose solo un valor de 3 meq/lt. a los 10 cm. y en el resto de la calicata fluctuá entre 0.2 y 0.4 meq/lt. disminuyendo al aumentar la profundidad, hasta llegar al valor más bajo de 0.2 meq/lt. de 60 a 80 cm.

Los Cloruros varían de 18.0 a 27.0 meq/lt. con el valor más bajo a los 40 cm. y el más alto a los 70 cm.

Los Carbonatos no se presentan por el método de Reitemier (1943).

Los Bicarbonatos, se muestran homogéneos a lo largo de la calicata con un valor de 20 meq/lt. y de 30 meq/lt. a los 60 cm.

Los Sulfatos varían de 47.1 a 103.7 meq/lt., el valor más bajo se da a los 80 cm. y el más alto a los 50 cm.

La Relación de adsorción de sodio (RAS) es baja a lo largo de la calicata, yendo de 1.0 a 3.3, el valor más bajo se da a los 10 cm. y el más alto a los 80 cm.

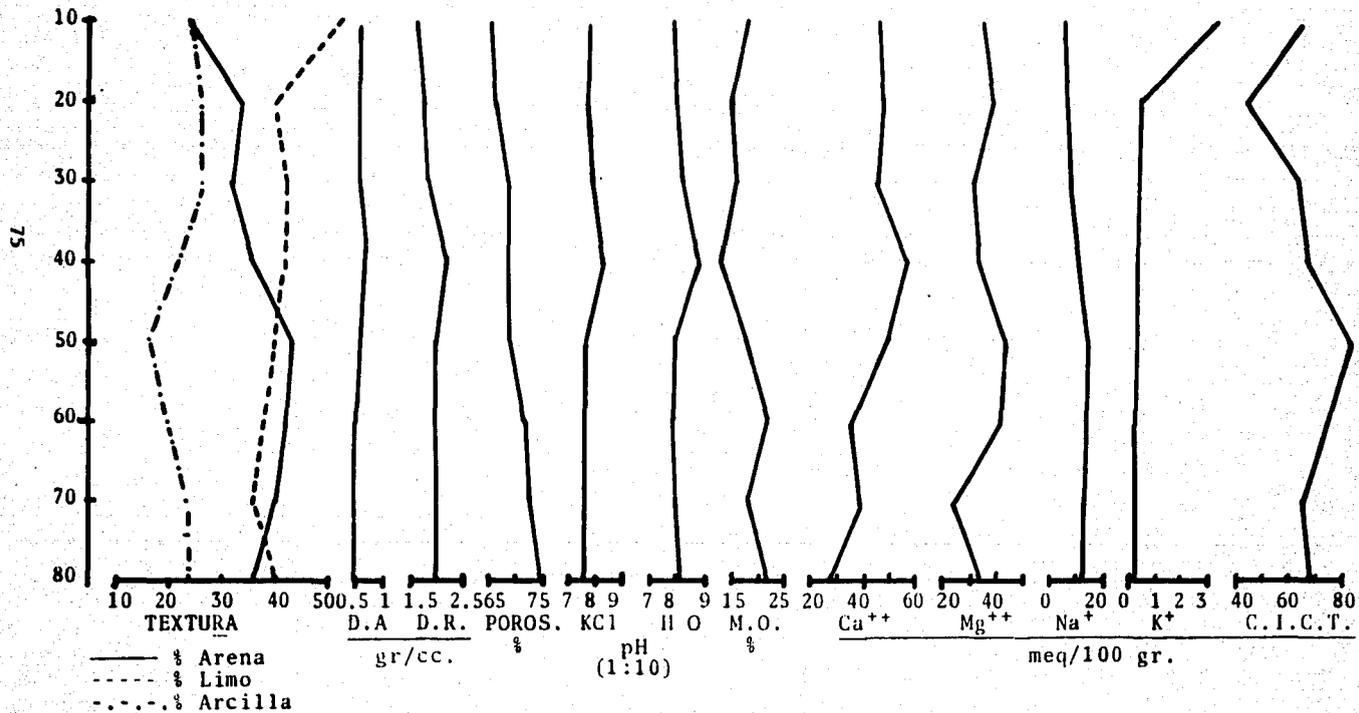
El Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) al igual que el RAS tiene un valor más bajo de 0.2 % a los 10 cm. y tiende a aumentar al ser mayor la profundidad, llegando a su valor más alto de 3.5 % a los 80 cm.

De acuerdo a los niveles elevados de sales que se reflejan en una conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, en un pH menor de 8.5 y en un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15 %, este suelo se caracteriza como un Suelo Salino.

Cuadro No. 4 Resultados de los Análisis Físico-químicos de la Calicata No. IV
Chinampieria de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm.)	COLOR		TEXTURA			D.A.		D.R.	POROS.	M.O.	pH		H ₂ O		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	C.I.C.T.
	SECO	HUMEDO	Arena	Limo	Arcilla	g/cc.	%				%	1:5	1:10	1:5					
0 - 10	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 3/1 gris muy osc.	24.4	52.0	23.6	0.58	1.64	64.6	17.6	7.6	7.8	8.3	8.4	45.8	34.7	5.3	3.2	65.1	
10 - 20	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 3/1 gris muy osc.	34.4	40.0	25.6	0.59	1.75	66.3	15.4	7.4	7.7	8.0	8.8	46.9	38.8	7.2	0.4	45.4	
20 - 30	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 3/1 gris muy osc.	32.4	42.0	25.6	0.58	1.85	68.6	16.4	8.1	8.2	8.7	8.8	45.2	33.3	8.0	0.4	64.3	
30 - 40	10YR 5/2 gris oscuro	10YR 2/1 gris muy osc.	36.4	42.0	21.6	0.67	2.20	69.4	12.9	8.2	8.3	8.8	8.9	56.8	34.1	12.4	0.3	68.4	
40 - 50	10YR 4/2 gris oscuro	10YR 2/1 gris muy oscuro	43.1	39.7	17.2	0.62	1.98	68.7	18.2	7.6	7.6	7.9	8.0	48.9	43.9	14.8	0.3	82.8	
50 - 60	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 3/1 gris muy oscuro	42.4	38.0	19.6	0.55	1.99	72.4	21.7	7.5	7.6	8.1	8.2	36.4	41.8	14.1	0.2	74.6	
60 - 70	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 3/1 gris muy oscuro	40.4	36.0	23.6	0.54	2.00	73.3	18.0	7.6	7.8	8.2	8.3	39.5	24.5	13.5	0.2	65.5	
70 - 80	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 3/1 gris muy oscuro	36.4	40.0	23.6	0.52	2.05	74.6	21.9	7.5	7.6	8.1	8.1	28.1	34.7	13.0	0.2	68.2	

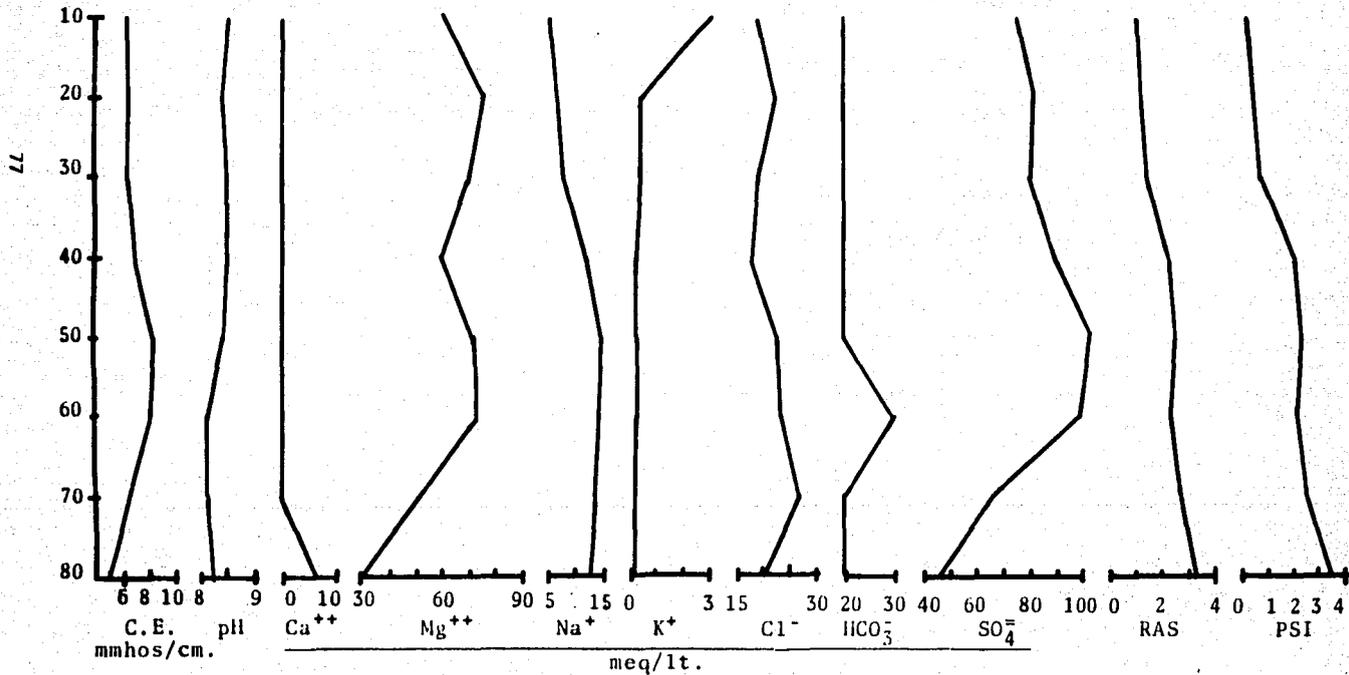
Gráfica No. 4 Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Calicata No. IV
San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



Cuadro No. 4.1 Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. IV Chinamperia de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	C.E. mmhos/cm	pH	meq/lt.								RAS	PSI %
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼		
0 - 10	6.4	8.5	- -	60.2	5.3	3.0	19.0	- -	20.0	75.4	1.0	0.2
10 - 20	6.6	8.4	- -	75.2	7.2	0.4	22.0	- -	20.0	81.4	1.2	0.5
20 - 30	6.6	8.5	- -	68.8	8.0	0.4	19.0	- -	20.0	81.4	1.4	0.7
30 - 40	6.9	8.5	- -	60.2	12.4	0.3	18.0	- -	20.0	90.8	2.3	2.0
40 - 50	8.4	8.4	- -	71.7	14.8	0.3	23.0	- -	20.0	103.7	2.5	2.3
50 - 60	7.8	8.1	- -	73.1	14.1	0.2	23.0	- -	30.0	99.4	2.3	2.1
60 - 70	6.5	8.1	- -	51.6	13.5	0.2	27.0	- -	20.0	66.0	2.6	2.6
70 - 80	4.8	8.2	6.5	30.1	13.0	0.2	20.0	- -	20.0	47.1	3.0	3.1

Gráfica No. 4.1 Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. IV San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



7.5. CALICATA No. V

Características generales de la chinampa: Se localiza a 11 m. al sur del canal Apatlaco; con una superficie de 71 m. X 11 m.; bordeada por Salix bonplandiana (ahuejotes).

Uso de la chinampa: Cultivo de Portulaca ambrosoides (verdolaga), Beta vulgaris var. cicla (acelga), Spinacia oleracea (espinaca), Brassica oleracea var. botrytis (coliflor), Raphanus sativus (rábano), etc. por siembra de chapín.

Características generales de la calicata: Con una profundidad de 200 cm.; a lo largo de la calicata se observan raíces gruesas y delgadas así como raicillas; el color del suelo es oscuro a lo largo de la calicata.

En el Cuadro No. 5 y la gráfica No. 5, se pueden observar las características Físico-Químicas siguientes:

El color del suelo en seco va de pardo grisáceo (10YR 4/2) en los primeros 30 cm, gris oscuro (10YR 4/1) y gris (10YR 5/1); en húmedo predomina el negro (10YR 2/1) sobre el gris muy oscuro (10YR 3/1) que se presenta de 10 a 30 cm y de 60 a 70 cm.

La Densidad aparente varía a lo largo de la calicata, aumentando y alcanzando su valor más alto de 0.70gr/cc a los 60 y 70 cm., disminuye para llegar a su valor más bajo de 0.40 gr/cc desde 90 a 120 cm., donde aumenta a 0.50 gr/cc y luego vuelve a disminuir de 180 a 200 cm. a 0.40 gr/cc, estos valores se relacionan con los porcentajes de materia orgánica.

La Densidad real, varía de 2.10 a 1.50 gr/cc, el valor más alto estra a los 50 y 60 cm., disminuye y llega al valor más bajo a los 190 y 200 cm.

El Porcentaje de espacio poroso varía de 62.4 a 79.5 %, encontrandose el más bajo a los 10 cm. y el más alto a los 90 cm.

La Textura es franca, migajón-limoso y migajón-arcilloso, los 3 tipos texturales se combinan a lo largo de la calicata, predominando los migajones-arcillosos, con contenido de arena 22 a 46 %, de limo 34 a 70 % y de arcilla 12 a 42 %.

El Porcentaje de materia orgánica es alto, varía de 7.2 a 47.3 %, los valores menores al 10 % se presentan a partir de los 30 cm. hasta los 70 cm., y a los 120 cm. se da el valor más bajo; el valor mayores a 40 % se encuentran a los 170 y 180 cm.

La Reacción del suelo (pH) en la relación 1:10 con agua destilada tiene un valor que va de 4.8 a 6.9, pH ácidos los cuales son adecuados para el crecimiento de las plantas; el pH del suelo en la misma relación, pero con KCl se encuentra entre 4.4 a 6.4 y al igual que con agua destilada, van de muy ácidos a ligeramente ácidos; el pH real aumenta con respecto al potencial de 0.2 a 0.7 unidades.

El Calcio intercambiable varía entre 20.0 y 35 meq/100 gr., no obstante se da el valor más alto de 41.8 meq/100 gr. de 170 a 180 cm. y un valor más bajo de 19.2 meq/100 gr. a los 130 cm., la concentración de este catión aumenta ligeramente.

El Magnesio intercambiable, varía de 12.2 a 29.5 meq/100 gr., dándose el valor más bajo a los 90 cm. y el más alto a los 170 cm.

El Sodio intercambiable varía de 4.3 a 16.8 meq/100 gr., el valor más bajo se da a los 60 y 70 cm., en tanto que aumenta a mayor profundidad, hasta llegar a su valor más alto a los 190 cm.

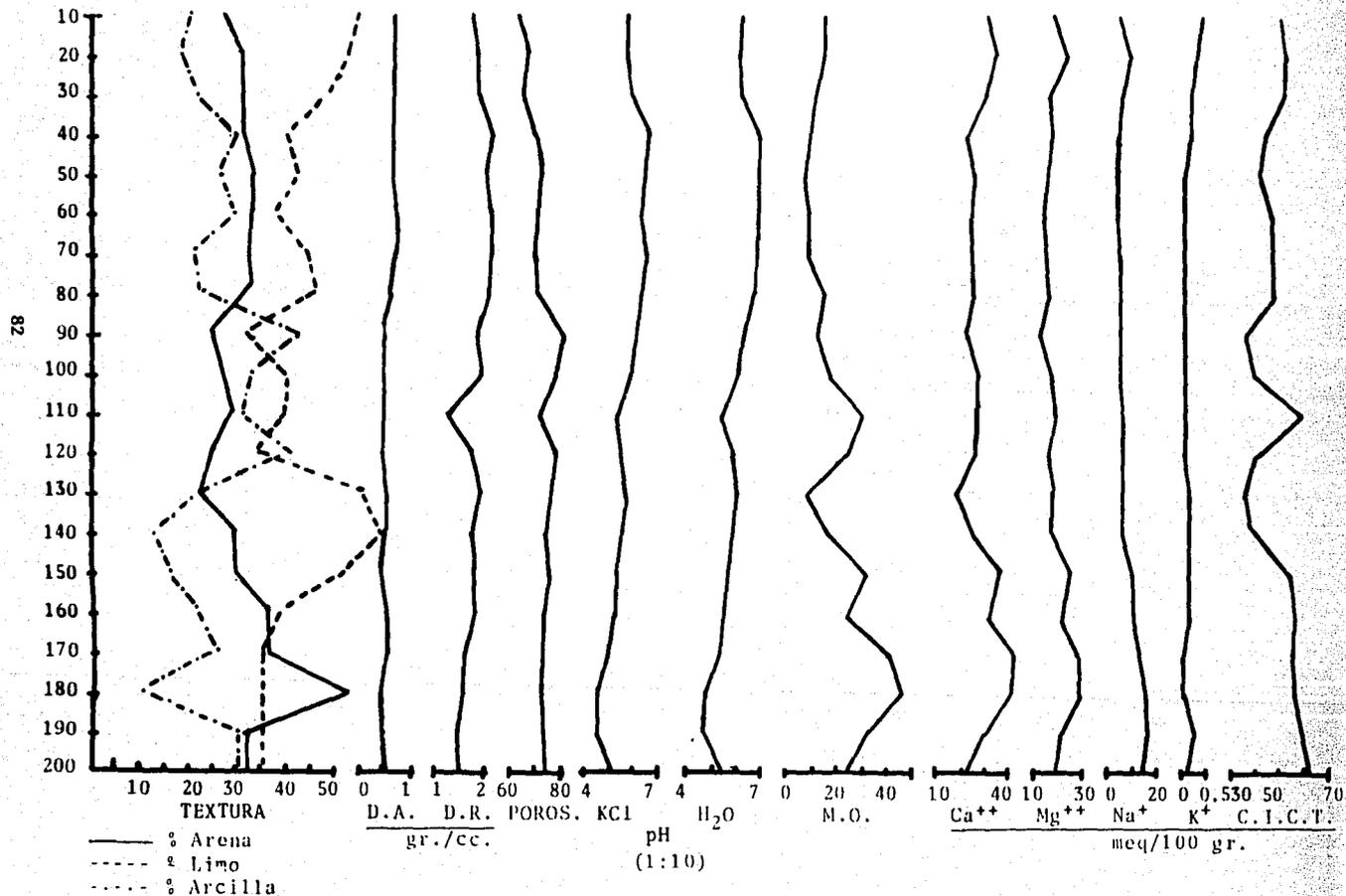
El Potasio intercambiable, presenta el valor más elevado de 0.4 meq/100 gr. a los 10 cm. disminuye hasta su valor más bajo de 0.1 meq/100 gr. a los 50 cm. hasta 130 cm. donde se ve interrumpido por un ligero aumento de la concentración de este catión y luego disminuye.

La Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.) varía de 36.8 a 63.4 meq/100 gr., los valores más altos se encuentran a partir de 150 a 200 cm., debido a que el porcentaje de materia orgánica más alto se presenta aquí.

Cuadro No. 5 Resultados de los Análisis Físico-químicos de la Calicata No. V
 Clinamperia de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	COLOR		TEXTURA			D.A. D.R.		POROS. H.O.		pH		H ₂ O		C.I.C.T.				
	SECO	HIJADO	Arena %	Limo %	Arcilla %	D.A. g/cc.	D.R.	POROS. %	H.O. %	KCl 1:5	1:10	1:5	1:10	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	C.I.C.T.
meq/100 gr.																		
0 - 10	10YR 4/2	10YR 3/1	26.8	53.6	19.6	0.60	1.70	62.4	14.7	5.6	5.6	5.9	6.1	30.2	18.4	4.8	0.4	50.2
10 - 20	pardo grisáceo	gris muy osc.	Migajón-limoso			0.60	1.80	65.9	15.2	5.5	5.6	5.8	6.0	34.4	23.0	9.3	0.3	52.5
	10YR 4/2	10YR 3/1	29.0	46.3	24.7													
20 - 30	pardo grisáceo	gris muy osc.	Franco			0.60	1.80	64.3	11.4	5.7	5.8	6.0	6.2	30.2	16.3	6.1	0.2	51.4
	10YR 4/2	10YR 3/1	30.8	47.6	21.6													
30 - 40	pardo grisáceo	gris muy osc.	Franco			0.60	2.10	69.4	9.0	6.3	6.4	6.7	6.9	21.8	17.3	5.4	0.2	44.5
	10YR 5/1	10YR 2/1	26.5	40.3	33.2													
40 - 50	gris	negro	Migajón-arcilloso			0.60	2.00	70.6	7.2	6.1	6.2	6.7	6.8	25.0	15.3	5.2	0.1	41.8
	10YR 4/1	10YR 2/1	32.8	41.6	25.6													
50 - 60	gris oscuro	gris muy osc.	Migajón-arcilloso			0.70	2.10	69.3	8.7	6.0	6.1	6.7	6.8	22.9	14.3	4.3	0.1	47.2
	10YR 4/1	10YR 3/1	32.8	38.0	29.2													
60 - 70	gris oscuro	gris muy osc.	Migajón-arcilloso			0.70	2.10	67.9	8.6	6.1	6.3	6.5	6.8	23.0	14.3	4.9	0.1	46.8
	10YR 4/1	10YR 3/1	34.0	44.5	22.2													
70 - 80	gris oscuro	gris muy osc.	Franco			0.60	2.00	70.3	14.6	6.0	6.1	6.5	6.7	25.0	16.3	5.0	0.1	48.1
	10YR 4/1	10YR 2/1	30.3	42.7	27.0													
80 - 90	gris oscuro	negro	Franco			0.40	1.80	79.5	13.1	5.7	5.9	6.1	6.3	21.8	12.2	4.8	0.1	37.1
	10YR 5/1	10YR 2/1	25.3	40.2	34.5													
90 - 100	gris	negro	Migajón-arcilloso			0.40	1.90	77.2	17.6	5.5	5.7	5.8	6.0	27.3	17.3	5.2	0.1	39.9
	10YR 4/1	10YR 2/1	27.2	39.6	33.2													
100 - 110	gris oscuro	negro	Migajón-arcilloso			0.40	1.80	77.8	29.7	5.2	5.2	5.2	5.4	27.3	18.4	5.9	0.1	58.8
	10YR 6/1	10YR 2/1	28.8	40.0	31.2													
110 - 120	gris	negro	Migajón-arcilloso			0.40	1.70	77.2	23.7	5.2	5.3	5.7	5.9	26.2	15.3	6.3	0.1	41.2
	10YR 6/1	10YR 2/1	27.0	40.4	32.6													
120 - 130	gris	negro	Migajón-arcilloso			0.50	1.90	74.7	9.5	5.5	5.6	5.8	5.9	19.2	17.7	5.9	0.2	36.8
	10YR 6/1	10YR 2/1	22.8	54.0	23.2													
130 - 140	gris	negro	Migajón-limoso			0.50	1.70	73.6	18.3	5.3	5.4	5.7	5.8	25.2	17.3	6.0	0.2	41.4
	10YR 4/1	10YR 2/1	27.4	60.6	12.0													
140 - 150	gris oscuro	negro	Migajón-limoso			0.40	1.80	75.0	32.8	5.1	5.2	5.5	5.6	35.8	24.8	10.7	0.4	55.2
	10YR 4/1	10YR 2/1	29.8	52.2	18.0													
150 - 160	gris oscuro	negro	Migajón-limoso			0.50	1.80	73.2	24.5	5.0	5.1	5.4	5.5	32.5	21.4	10.9	0.2	56.7
	10YR 4/1	10YR 2/1	36.8	40.0	23.2													
160 - 170	gris oscuro	negro	Migajón-limoso			0.50	1.60	71.5	41.8	4.8	4.9	5.2	5.3	41.8	18.4	12.6	0.1	55.2
	10YR 5/1	10YR 2/1	36.8	36.0	27.2													
170 - 180	gris	negro	Migajón-arcilloso			0.40	1.60	71.9	47.3	4.4	4.4	4.6	4.8	40.8	29.5	15.9	0.1	55.6
	10YR 4/1	10YR 2/1	40.4	36.4	17.2													
180 - 190	gris oscuro	negro	Franco			0.40	1.50	72.6	33.1	4.3	4.4	4.7	4.8	30.2	21.2	16.8	0.3	50.8
	10YR 4/1	10YR 2/1	32.8	36.0	31.2													
190 - 200	gris oscuro	negro	Migajón-arcilloso			0.40	1.50	73.1	25.5	5.0	5.0	5.3	5.4	25.0	26.1	16.0	0.1	63.4
	10YR 4/1	10YR2/1	32.8	36.0	31.2													

Gráfica No. 5 Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Calicata No. V
San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



7.6. CALICATA No. VI

Características generales de la chinampa: Se localiza aproximadamente a 80 m. del canal de Apatziaco; con una superficie de 84 m. X 16 m.; bordeada por Salix bonplandiana (ahuejote) y Buddleia sp. (tepozán) y en dos de sus lados por canales de nivel medio.

Uso de la ohinampa: Cultivo de Portulaca oleracea (verdolaga), cerca de esta Spinacia oleracea (espinaca) y plantas de ornato.

Características generales de la calicata: Con una profundidad de 200 cm.; a lo largo de la calicata el color es oscuro, se observa una capa oblicua, delgada (aproximadamente 2 cm.) de color blanco de 120 a 140 cm. de profundidad; no había mucha abundancia de raíces; en la superficie de la misma se observan ligeras capas de sales (se colecto junto con la primera muestra que iba de 0 a 10 cm.).

En el cuadro No. 6 y la gráfica No. 6, se pueden observar las características Físico-Químicas siguientes:

El Color del suelo en seco es muy variable va de gris oscuro (10YR 5/1) a los 10 cm., de 80 a 120 cm., 150 a 180 cm., pardo grisáceo claro (10YR 6/2) de 30 a 80 cm., gris (10YR 4/1) de 120 a 150 cm., 170 a 190 cm. y pardo grisáceo (10YR 5/2) de 10 a 30 cm. En tanto que en húmedo el color es negro (10YR 2/1) a todo lo largo de la calicata, excepto a los 130, 170 y 190 cm., donde se observa una coloración gris muy oscuro (10YR 3/1).

La Densidad aparente tiene un intervalo que va de 0.39 a 0.67 gr/cc. En los primero 80 cm. la densidad aparante es alta de 0.60 a 0.66 gr/cc. y de 90 a 120 cm. y de 160 a 190 cm. es más baja debido a que se encuentran los valores más altos de materia orgánica.

La Densidad real varía de 1.55 a 2.20 gr/cc, fluctúa considerablemente a lo largo de la calicata, alcanzando su valor más bajo a los 180 cm. y el más alto a los 140 cm.

El Porcentaje de espacio poroso es elevado, con un intervalo de 59.5 a 78.0 % el valor más bajo se da a los 40 cm. y el más alto a los 200 cm., encuentran_{se} la mayoría de los valores cercanos al 70 %.

La Textura predominante a lo largo de la calicata es franca, combinandose con migajón-arcilloso y el migajón-limoso; con un contenido de arena de 27 a 48 %, de limo 28 a 60 % y de arcilla 8 a 36 %.

El Porcentaje de materia orgánica es bastante alto, varía de 10.6 a 35.9 % el valor de esta comienza a disminuir al aumentar la profundidad, alcanzando el valor más bajo a los 60 cm. donde aumenta hasta llegar a su valor más alto a los 110 cm.

La Reacción del suelo (pH) en relación 1:10 con agua destilada, va de valores de 5.9 a 8.0, yendo de ligeramente ácido a ligeramente alcalino, los valores de pH aumentan y alcanzan el valor más alto entre los 40 y 50 cm. disminuyendo el valor para alcanzar el más bajo a los 120 cm.; el pH del suelo en la misma relación con KCl varía de 5.7 a 7.7, de ligeramente ácido a lige_ramente alcalino; los valores aumentan alcanzandose el más alto a los 50 cm. disminuye y llega al más bajo a los 90 cm. y a 120 cm.; el pH real aumenta con respecto al potencial en 0.1 a 0.5 unidades.

El Calcio intercambiable es más alto, con un valor de 42.0 meq/100 gr. a los 50 cm., disminuye hasta 15.0 meq/100 gr. a los 140 cm.

El Magnesio intercambiable presente su valor más bajo de 15.0 meq/100 gr. de 20 a 30 cm., aumenta y alcanza su valor más alto de 49.0 meq/100 gr. a los 60 cm. para después aumenta y disminuye.

El Sodio intercambiable, varía de 3.8 a 20.6 meq/100 gr., con el valor más bajo a los 10 cm., aumentando a partir de los 60 cm. con valores entre 10.0 y 20.6 meq/100 gr. y el valor más alto a los 110 cm.

El Potasio intercambiable, tiene como valor más alto 2.3 meq/100 gr. a los 10 cm. de ahí baja hasta 1.8 meq/100 gr. a los 20 cm., 1.3 meq/100 gr. a

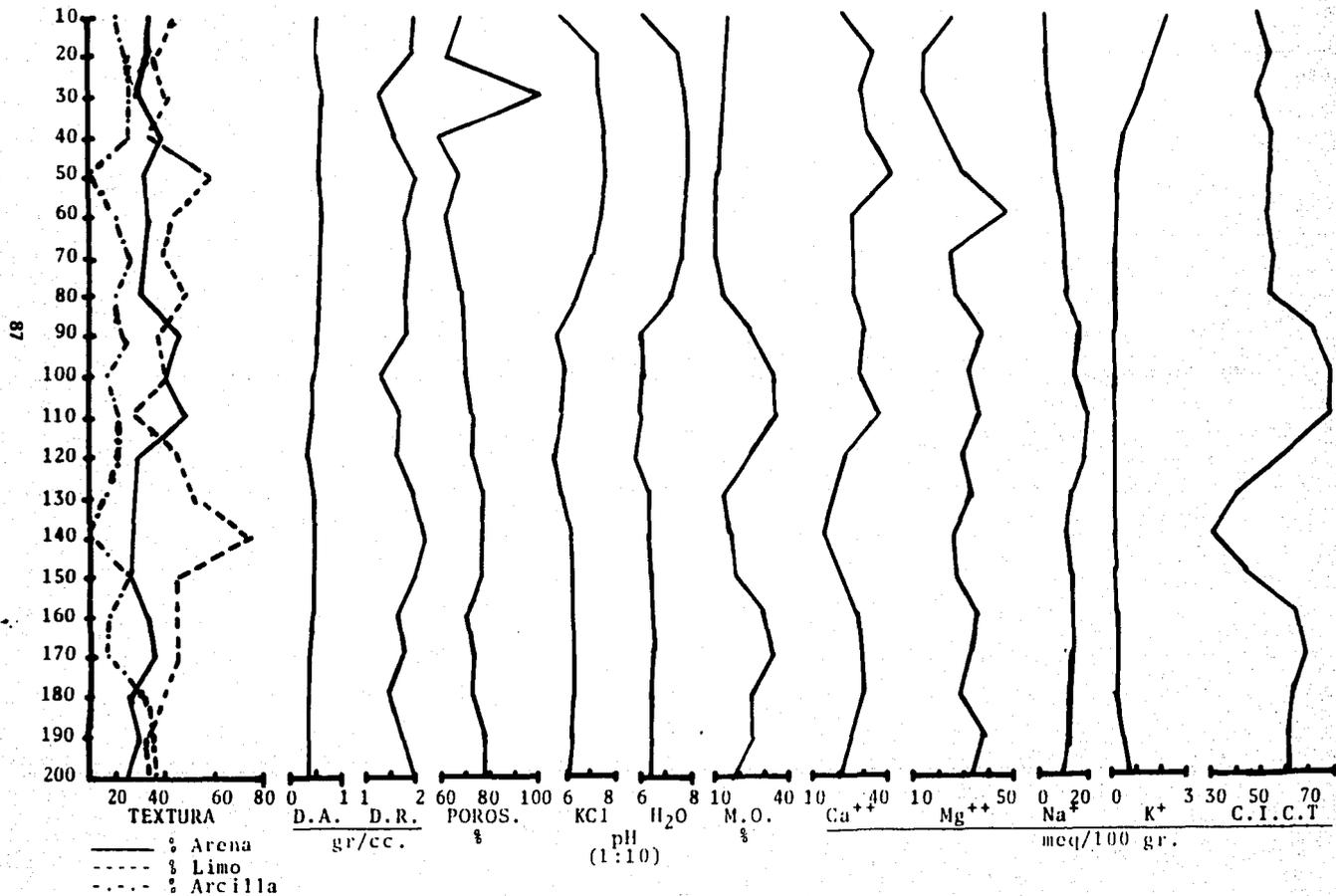
los 30 cm., disminuye hasta su valor más bajo de 0.1 meq/100 gr. de 90 a 130 ..
cm. donde vuelve a aumentar.

La Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.) varía de 31.6 a
79.8 meq/100 gr., los valores más altos se encuentran de 90 a 120 cm. y de
160 a 190 cm., coincidiendo con los valores más alto de materia orgánica.

Cuadro No. 6 Resultados de los Análisis Físico-químicos de la Calicata No. VI
Chinampieria de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	COLOR		TEXTURA			D.A. g/cc.	D.R.	POROS. M.O.		pH			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ meq/100	K ⁺ gr.	C. I. C. T.	
	SECO	HIEMPO	Arena %	Limo %	Arcilla %			%	%	1:5	1:10	1:5						2:10
0 - 10	10YR 4/1	10YR 2/1	34.8	44.0	21.2	0.61	2.00	69.4	16.4	5.7	5.9	5.8	6.1	22.0	27.0	3.8	2.3	49.9
10 - 20	gris oscuro	negro	34.8	44.0	27.2	0.63	1.88	64.5	15.2	7.3	7.5	7.6	7.6	35.0	15.0	5.1	1.8	55.2
	10YR 5/2	10YR 2/1																
20 - 30	pardo grisáceo	negro	30.8	42.0	27.2	0.67	1.67	59.8	14.0	7.2	7.4	7.7	7.9	30.0	15.0	5.0	1.3	50.1
	10YR 5/2	10YR 2/1																
30 - 40	pardo grisáceo	negro	38.8	34.0	27.2	0.66	1.63	59.5	12.6	7.4	7.6	7.8	8.0	33.0	24.0	7.3	0.6	54.8
	10YR 6/2	10YR 2/1																
40 - 50	gris pardo claro	negro	32.8	60.0	7.2	0.65	2.00	67.8	13.0	7.5	7.7	7.7	8.0	42.0	31.0	8.1	0.3	54.6
	10YR 6/2	10YR 2/1																
50 - 60	gris pardo claro	negro	34.8	44.0	21.2	0.66	1.78	62.9	10.6	7.4	7.5	7.8	7.8	26.0	49.0	10.9	0.3	54.0
	10YR 6/2	10YR 2/1																
60 - 70	gris pardo claro	negro	32.8	40.0	27.2	0.65	1.89	65.6	11.3	7.0	7.2	7.6	7.8	26.0	26.0	12.0	0.2	55.5
	10YR 6/2	10YR 2/1																
70 - 80	gris pardo claro	negro	30.8	48.0	21.2	0.60	1.80	66.8	13.8	6.5	6.6	7.3	7.4	27.3	28.4	13.0	0.2	55.0
	10YR 6/2	10YR 2/1																
80 - 90	gris pardo claro	negro	46.8	38.0	15.2	0.56	1.80	68.9	25.8	5.6	5.7	5.7	6.1	32.0	38.0	18.5	0.2	73.7
	10YR 4/1	10YR 2/1																
90 - 100	gris oscuro	negro	40.8	42.0	17.2	0.50	1.68	70.2	35.2	5.9	6.1	6.2	6.2	30.0	33.0	16.3	0.1	79.5
	10YR 4/1	10YR 2/1																
100 - 110	gris oscuro	negro	48.8	28.0	23.2	0.46	1.70	73.0	35.9	5.7	5.9	5.9	6.1	37.0	37.0	20.6	0.1	79.8
	10YR 4/1	10YR 2/1																
110 - 120	gris oscuro	negro	31.2	46.0	22.8	0.44	1.65	73.3	25.1	5.5	5.7	5.8	5.9	23.0	30.0	19.6	0.1	61.3
	10YR 4/1	10YR 2/1																
120 - 130	gris oscuro	negro	29.2	54.0	16.8	0.49	2.00	76.6	14.2	5.8	5.9	6.0	6.4	19.0	34.0	14.1	0.1	41.1
	10YR 5/1	10YR 2/1																
130 - 140	gris	negro	33.1	38.0	8.8	0.54	2.20	75.6	17.6	6.1	6.3	6.2	6.4	15.0	27.0	12.0	0.2	31.6
	10YR 6/1	10YR 3/1																
140 - 150	gris	negro	27.2	46.0	26.8	0.48	1.97	75.6	18.7	6.3	6.4	6.3	6.5	21.0	28.0	14.1	0.3	46.0
	10YR 6/1	10YR 2/1																
150 - 160	gris	negro	34.8	46.0	19.2	0.50	1.74	71.3	31.4	6.3	6.4	6.4	6.6	29.0	36.0	14.1	0.3	65.2
	10YR 4/1	10YR 2/1																
160 - 170	gris oscuro	negro	37.2	46.0	16.8	0.45	1.77	74.5	34.3	6.2	6.4	6.6	6.6	30.0	34.0	15.1	0.3	69.2
	10YR 4/1	10YR 2/1																
170 - 180	gris oscuro	negro	27.2	40.0	32.8	0.40	1.55	74.2	26.0	6.3	6.5	6.4	6.5	31.0	30.0	14.1	0.3	62.7
	10YR 5/1	10YR 3/1																
180 - 190	gris	gris muy osc.	31.2	34.0	34.8	0.39	1.75	77.8	26.7	6.2	6.4	6.4	6.5	27.0	38.0	13.0	0.5	61.0
	10YR 4/1	10YR 2/1																
190 - 200	gris oscuro	negro	27.2	36.0	36.8	0.44	2.00	78.0	19.5	6.1	6.2	6.3	6.5	22.0	34.0	10.9	0.8	60.6
	10YR 5/1	10YR 3/1																
	gris	negro	Migajón-arcilloso															

Gráfica No. 6 Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Calicata No. VI
San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



7.7. CALICATA No. VII

Características generales de la chinampa: Se localiza aproximadamente a 2 km. al norte del Puente de Urrutía, rumbo al canal del Bordo.

Uso de la chinampa: Se utiliza como potrero, debido a que esta abandonada; no hay cultivos aún cuando en la zona se siembra Zea mays (maíz).

Características generales de la calicata: Con una profundidad de 150 cm.; no se encontró el nivel freático, a los 160 cm. se localizó una capa endurecida que impidió seguir excavando; el color del suelo es muy oscuro a lo largo de la calicata, se aprecia cierta tonalidad ligeramente grisacéa, entre 65 y 70 cm. se encontro una capa de material blanco, pero debido a lo delgado de esta que no era continua, no se colecto completa sino como parte de la muestra de 60 a 70 cm.

En el Cuadro No. 7 y la gráfica No. 7, se pueden observar las características Físico-Químicas siguientes:

El Color del suelo en seco es gris con diversas tonalidades, de 0 a 50 cm. y de 100 a 110 cm. es gris oscuro (10YR 4/1), de 60 a 80 cm. y de 120 a 130 cm. es gris (10YR 6/1), a los 90 cm. gris claro (10YR 7/1) y de 140 a 150 cm. pardo grisacéo claro (10YR 6/2); el color en húmedo es negro (10YR 2/1) a lo largo de la calicata, interrumpido a los 90 cm. por un gris muy oscuro (10YR 3/1) y de 140 a 150 cm. por un pardo grisacéo oscuro (10YR 4/2).

La Densidad aparente varía de 0.40 a 0.86 gr/cc, los valores más bajos se dan de los 80 a 110 cm. y es aquí donde se encuentran los porcentajes de materia orgánica más altos, y a los 140 cm. alcanza su valor más alto.

La Densidad real varía de 1.42 a 2.47 gr/cc, el valor más bajo se da a los 120 cm. y el más alto a los 150 cm.

El Porcentaje de espacio poroso varía de 54.2 a 77.6 %, aumenta conforme es mayor la profundidad; el valor más bajo se da a los 120 cm. y el más alto de 80 a 90 cm.

La Textura que predomina a lo largo de la calicata es franca de 0 a 40 cm. y de 100 a 120 cm, migajón-arcilloso de 50 a 60 cm., 80 a 90 cm., 130 y 150 cm., migajón-limoso a los 70 y 140 cm.

El Porcentaje de materia orgánica, presenta un intervalo amplio que va de 3.7 a 31.0 %, se observa que disminuye al ser mayor la profundidad, luego empieza a aumentar y alcanza su valor más alto a los 100 cm., disminuye para llegar al valor más bajo a los 150 cm; los valores menores de 10 % se encuentran en las 3 últimas capas y solo uno se aprecia a los 60 cm. coincidiendo con la capa blanca.

La Reacción del suelo (pH) en relación 1:10 con agua destilada, presenta valores altos de 9.0 a 9.9, son alcalinos, el valor más bajo se da a los 10 cm., aumenta y llega a su valor más alto a los 70 cm. y disminuye; el pH del suelo en relación 1:10 con KCl presenta valores de 8.4 a 9.5, el pH va aumentando al ser mayor la profundidad, llegando a su valor más alto a los 80 cm. y el valor más bajo esta a los 120 y 150 cm.; el pH real aumenta con respecto al potencial de 0.3 a 0.9 unidades.

El Calcio intercambiable, presenta un intervalo que va de 20.4 a 45.7 meq/100 gr., el valor más bajo se da a los 70 cm. y el más alto a los 10 cm.

El Magnesio intercambiable varía de 21.9 a 64.6 meq/100 gr., disminuye el contenido de este catión al ser mayor la profundidad de la calicata; el valor más bajo esta a los 70 cm., luego aumenta y llega a su valor más alto a los 110 cm. posteriormente vuelve a disminuir.

El Sodio intercambiable disminuye al aumentar la profundidad de la calicata de 9.6 a 21.7 meq/100 gr. es el intervalo, con su valor más bajo de los 140 a 150 cm. y el más alto a los 10 cm.

El Potasio intercambiable varía de 0.8 a 3.3 meq/100 gr.; los valores más altos se encuentran de 0 a 40 cm. de profundidad en un intervalo que va de 1.1 a 3.3 meq/100 gr., el valor más alto se da a los 10 cm., en tanto que el más bajo de 0.8 meq/100 gr. de 50 a 80 cm.

La Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.) presenta un intervalo que varía de 36.4 a 69.0 meq/100 gr. La capacidad oscila a lo largo de la calicata, alcanzando su valor más bajo a los 70 cm. precisamente donde se encuentra la capa blanca y donde el contenido de materia orgánica es bajo y la arcilla ligeramente menor al 20 %, y el valor más alto se encuentra a los 110 cm.

En el Cuadro No. 7.1 y la gráfica No. 7.1 se pueden observar los análisis químicos del extracto de la pasta de saturación siguientes:

La Conductividad eléctrica varía de 4.8 a 15.0 mmhos /cm a 25°C, el valor más bajo de esta se encuentra a los 150 cm. y el más alto a los 10 cm.; el valor alto de la conductividad eléctrica refleja el alto contenido de cloruros, sulfatos y bicarbonatos.

El Calcio soluble presenta un intervalo que va de 10.0 a 28.8 meq/lt., el valor más bajo se da a los 130 cm. y el más alto de 0 a 40 cm. siendo mayores de 20 meq/lt. en general.

El Magnesio soluble presenta un comportamiento similar al calcio, con un intervalo mucho más amplio que varía de 40.9 a 173.4 meq/lt.; con el valor más alto a los 10 cm. a partir de los 70 a 80 cm. el contenido del catión es menor de 100 meq/lt., disminuye hasta llegar a su valor más bajo a los 150 cm.

El Sodio soluble presenta un intervalo que va de 34.4 a 113.1 meq/lt., comportandose de igual modo que el magnesio, con su valor más alto a los 10 cm. y el más bajo a los 150 cm.; solo que a diferencia de este, de repente aumenta ligeramente a los 100 y 120 cm.

El Potasio soluble varía de 0.4 a 6.9 meq/lt., su comportamiento es similar al de los cationes calcio y magnesio, el valor más alto se da a los 10 cm. disminuye a medida que aumenta la profundidad y de los 40 a 130 cm. tiene una concentración menor de 1 meq/lt., el valor más bajo se da a los 90 cm. aumenta y llega a alcanzar valores mayores a 1 meq/lt. de 140 a 150 cm.

Los Cloruros varían de 13.0 a 45.5 meq/lt., con su valor más alto a los 10 cm., disminuye a partir de 20 cm. a valores menores o iguales a 20 meq/lt. dándose el valor más bajo a los 150 cm.

Los Carbonatos, no se encontraron por el método de Reitemier, (1943).

Los Bicarbonatos varían de 20 a 30 meq/lt., el valor más bajo de 20 meq/lt. se mantiene constante a lo largo de toda la calicata, con excepción de que a los 10 cm. se da el valor más alto de 30 meq/lt.

Los Sulfatos presentan un intervalo muy amplio, que varía de 52.7 a 222.8 meq/lt., los valores más altos se encuentran de 0 a 40 cm. y los valores más bajos a partir de los 50 cm.

La Relación de adsorción de sodio (RAS) varía de 5.9 a 11.2, con el valor más bajo a los 90 cm. y el más alto a los 10 cm.

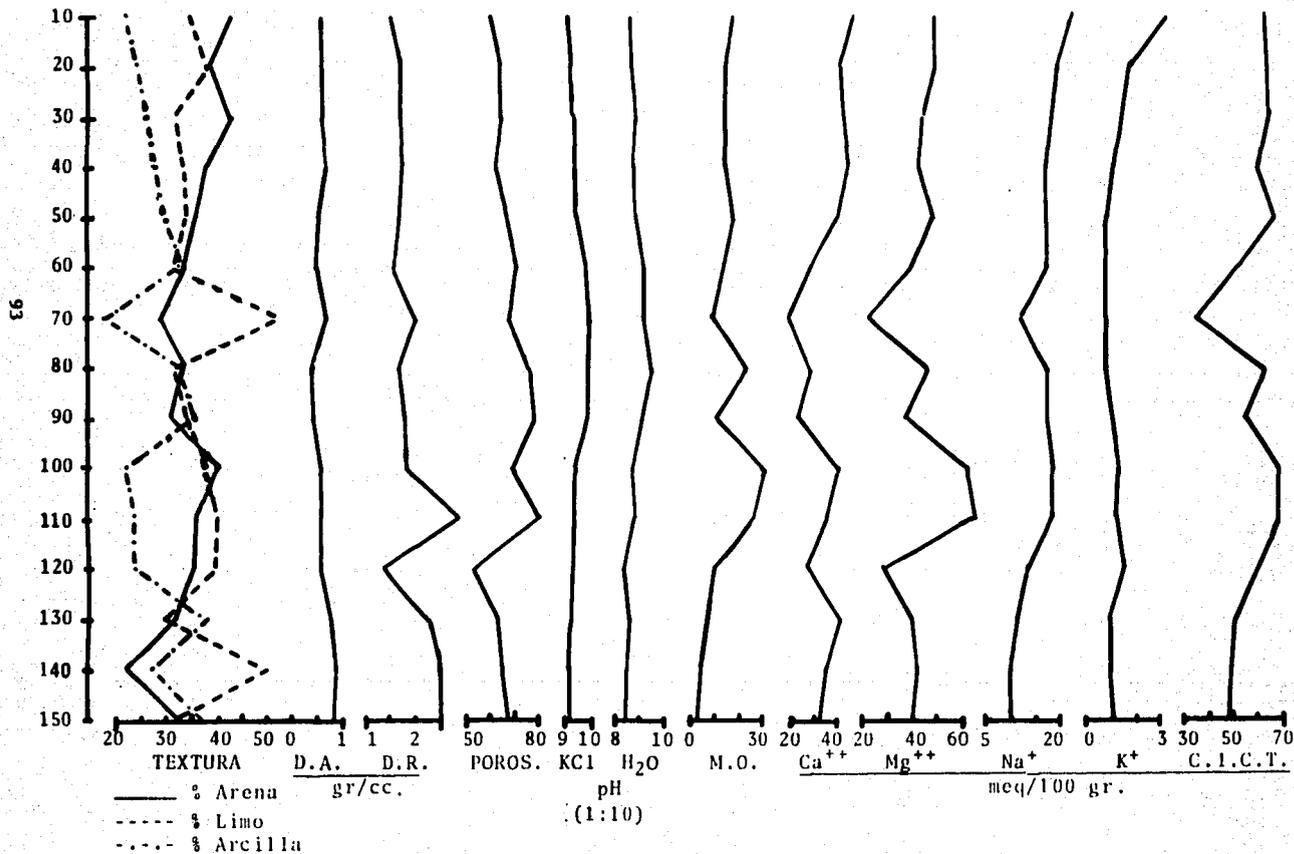
El Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) va de 6.8 a 13.2 %, el valor más bajo se da a los 90 cm. y el más alto a los 10 cm. donde es mayor el contenido de sodio.

De acuerdo a las características de estos suelos, con valores elevados de sales reflejado en una conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, en un pH mayor de 8.5 y un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15 % se ubican dentro de los Suelos Salinos, en los que predominan los sulfatos. y cloruros, y en pequeñas cantidades bicarbonatos.

Cuadro No. 7 Resultados de los Análisis Físico-químicos de la Calicla, No. VII
Chinampieria de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	COLOR		TEXTURA			D.A. g/cc.	D.R	POROS. M.O.		pH		H ₂ O 1:5 1:10	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ mcq/100	K ⁺ gr.	C.T.C.T.	
	SECO	HIEMDO	Arena %	Limo %	Arcilla %			%	%	1:5	1:10							
0 - 10	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	42.8	35.2	22.0	0.59	1.48	60.1	16.6	8.5	8.6	8.8	9.0	45.7	49.3	21.7	3.3	62.5
10 - 20	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	38.8	37.6	23.6	0.60	1.69	64.5	14.5	8.6	8.7	9.1	9.2	41.4	48.9	19.3	1.7	62.7
20 - 30	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	42.8	31.6	25.6	0.60	1.69	64.5	14.1	8.7	8.9	9.0	9.3	41.9	44.0	18.3	1.4	63.6
30 - 40	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	38.4	34.0	27.6	0.67	1.75	61.7	14.5	8.8	8.8	9.1	9.3	44.1	42.8	17.4	1.1	59.7
40 - 50	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	36.4	34.0	29.6	0.55	1.68	67.3	16.6	8.9	8.9	9.2	9.4	40.3	49.3	17.4	0.8	67.0
50 - 60	10YR 6/1 gris	10YR 2/1 negro	34.0	32.0	34.0	0.48	1.63	70.5	12.8	9.1	9.2	9.6	9.8	29.5	40.3	16.7	0.8	52.4
60 - 70	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	28.6	51.7	19.7	0.67	2.02	66.8	8.9	9.2	9.2	9.7	9.9	20.4	21.9	12.2	0.8	36.4
70 - 80	10YR 6/1 gris	10YR 2/1 negro	24.4	32.4	33.2	0.40	1.83	77.6	23.1	9.0	9.5	9.5	9.8	29.0	46.6	17.4	0.8	62.9
80 - 90	10YR 7/1 gris claro	10YR 3/1 negro	30.8	34.0	35.2	0.41	1.83	77.6	12.7	9.0	9.1	9.6	9.8	23.6	36.6	17.4	1.0	54.4
90 - 100	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	40.4	38.0	21.6	0.56	1.81	69.1	31.0	8.6	8.7	9.3	9.4	39.8	62.0	17.8	1.3	68.6
100 - 110	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	36.4	40.0	23.6	0.59	1.95	69.4	25.9	8.8	8.8	9.2	9.4	36.5	64.6	17.8	1.2	69.0
110 - 120	10YR 6/1 gris	10YR 2/1 negro	36.4	40.0	23.6	0.65	1.42	54.2	10.2	8.3	8.4	9.2	9.3	27.9	29.3	13.5	1.5	61.2
120 - 120	10YR 6/1 gris	10YR 2/1 negro	32.4	30.0	37.6	0.84	2.33	63.9	6.9	8.4	8.6	9.1	9.3	40.8	39.8	10.9	1.0	50.6
130 - 140	10YR 6/2 pardo grisáceo	10YR 4/2 claro	22.4	50.4	27.2	0.86	2.46	63.9	4.8	8.3	8.5	9.1	9.2	35.5	41.9	9.6	1.0	49.1
140 - 150	10YR 6/2 pardo grisáceo claro	10YR4/2 pardo grisáceo oscuro	32.4	32.0	35.6	0.81	2.47	67.2	3.7	8.2	8.4	9.0	9.2	33.3	41.1	9.6	1.1	47.9

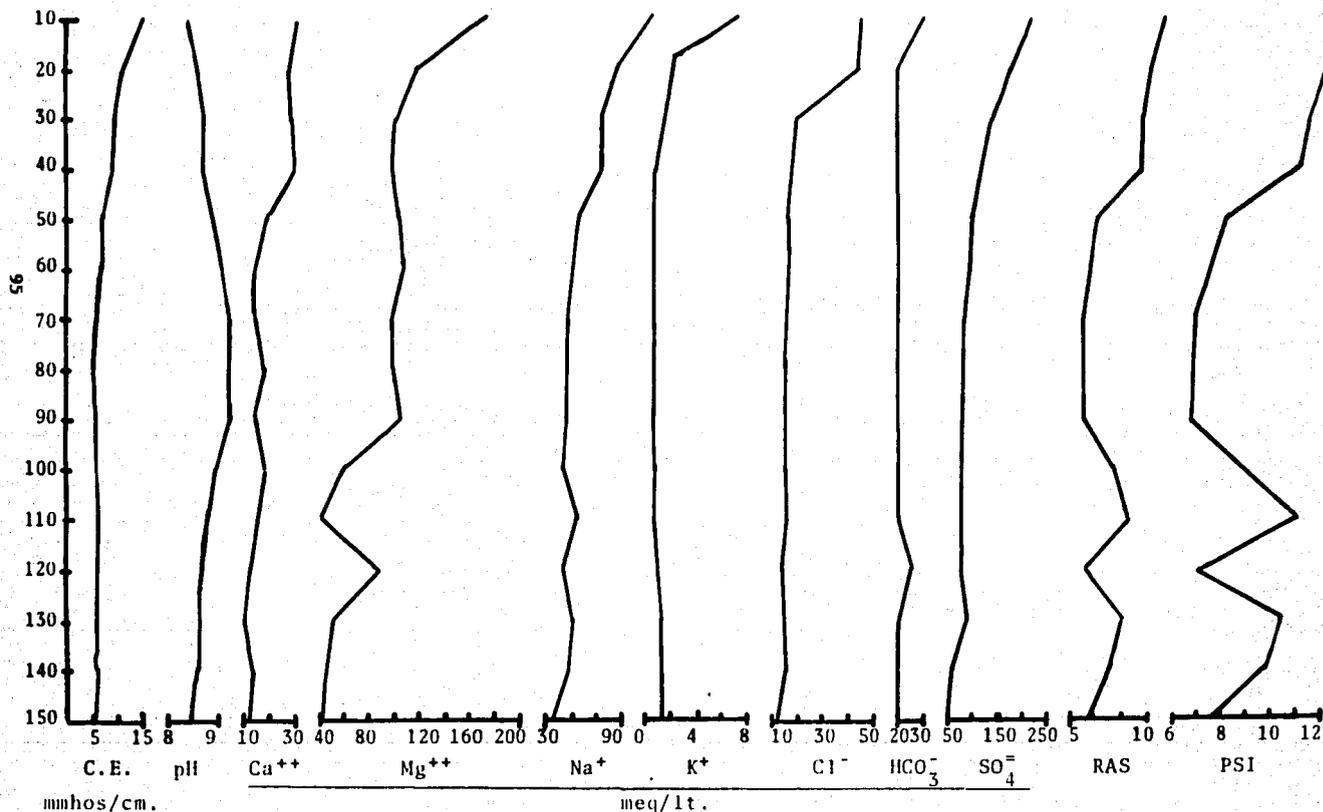
Gráfica No. 7 Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Calicata No. VII.
San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



Cuadro No. 7.1 Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. VII Chinamperia de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	C.E. mmhos/cm	pH	meq/lt.									RAS	PSI %
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼			
0 - 10	15.0	8.6	28.8	173.4	113.1	6.9	45.5	- -	30.0	222.8	11.2	13.3	
10 - 20	11.0	8.6	27.3	117.0	85.7	2.1	44.0	- -	20.0	169.6	10.1	12.0	
20 - 30	9.6	8.7	27.1	103.6	76.7	1.5	20.0	- -	20.0	142.2	9.5	11.3	
30 - 40	9.4	8.7	28.3	98.0	74.1	0.7	18.0	- -	20.0	134.5	9.3	11.3	
40 - 50	7.2	8.9	18.0	104.0	55.2	0.5	16.0	- -	20.0	98.5	7.1	8.4	
50 - 60	6.9	9.1	14.0	106.0	50.4	0.5	17.0	- -	20.0	89.1	6.5	7.7	
60 - 70	6.5	9.2	14.0	98.0	45.6	0.5	15.0	- -	20.0	78.8	6.1	7.2	
70 - 80	5.4	9.2	18.0	98.0	45.6	0.5	15.0	--	20.0	81.4	6.0	7.0	
80 - 90	6.3	9.2	14.0	104.0	45.6	0.4	15.0	- -	20.0	76.2	5.9	7.0	
90 - 100	6.3	8.9	18.6	60.7	47.2	0.5	15.0	- -	20.0	80.5	7.5	8.9	
100 - 110	6.4	8.7	16.1	43.4	50.0	0.6	16.0	- -	20.0	84.8	9.2	10.9	
110 - 120	5.9	8.6	12.0	88.0	43.5	0.7	14.0	- -	25.0	80.0	6.1	7.2	
120 - 130	6.4	8.6	10.0	51.0	49.6	0.9	15.0	- -	20.0	88.2	9.0	10.7	
130 - 140	6.1	8.5	12.2	45.5	43.7	1.3	16.0	- -	20.0	59.1	8.1	9.7	
140 - 150	4.8	8.5	12.4	40.9	34.3	1.3	13.0	- -	20.0	52.7	6.6	7.9	

Gráfica No. 7.1 Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. VII San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



7.8. CALICATA No. VIII

Características generales de la chinampa: Con una superficie de 110 m. X 9 m.; se ubica a los 100 m. en línea recta de la bomba (localizada sobre el canal de Chalco); bordeada por Salix bonplandiana (ahuejote), y en los canales que la rodean por sus 3 lados se observa Typha latifolia (tule).

Uso de la chinampa: Cultivo de Zea mays (maíz) se observa indicios de cosecha reciente.

Características generales de la calicata: Con una profundidad de 70 cm. hasta la napa freática; el color del suelo es oscuro; sobre la superficie de la calicata hay acumulaciones de sales (que se colectaron junto con la muestra de 0 a 10 cm).

En el cuadro No. 8 y en la gráfica No. 8, se pueden apreciar las características Físico-Químicas siguientes:

El Color del suelo en seco es gris (10YR 5/1) y en húmedo negro (10YR 2/1).

La Densidad aparente varía de 0.45 a 0.66 gr/cc, el valor más bajo se da a los 60 cm. y su valor más alto a los 10 cm. Los valores más bajos de densidad aparente coinciden con los más altos porcentajes de materia orgánica.

La Densidad real varía de 1.47 a 2.27 gr/cc, el valor más bajo se presenta a los 10 cm., aumenta conforme es mayor la profundidad y llega a su valor más alto a los 60 cm.

El Porcentaje de espacio poroso varía de 55.1 a 80.2 %, con un comportamiento similar al de la densidad real, encontrándose el valor más bajo a los 10 cm. y el más alto a los 60cm.

La Textura es migajón-limoso a los 10 cm. y a lo largo de la calicata es migajón-arcilloso, con un contenido de arena 29 a 34 %, de limo 25 a 31 % y

de arcilla 19 a 39 %.

El Porcentaje de materia orgánica con un intervalo de 10.7 a 14.8 %, el valor de la materia orgánica disminuye ligeramente al aumentar la profundidad, alcanzando el valor más bajo a los 30 cm., aumenta y alcanza su valor más alto a los 70 cm.

La Reacción del suelo (pH) en relación 1:10 con agua destilada varía de 8.2 a 9.5, el valor más bajo se da a los 10 cm., aumenta y alcanza su valor más alto de 30 a 40 cm.; el pH del suelo en la relación 1:10 con KCl va de 7.4 a 8.3, ligeramente alcalino a alcalino, aumenta al ser mayor la profundidad y el valor más alto se encuentra de 20 a 40 cm., disminuye, hasta el valor más bajo a los 70 cm. El pH real aumenta con respecto al potencial de 0.3 a 1.4 unidades.

El Calcio intercambiable varía de 42.8 a 27.9 meq/100 gr., el valor más alto de este catión se da a los 10 cm., disminuye a lo largo de la calicata y da su valor más bajo a los 60 y 70 cm.

El Magnesio intercambiable varía de 35.8 a 20.9 meq/100 gr., al igual que en el caso del calcio, la concentración de este catión alcanza su valor más alto a los 10 cm., disminuye y da su valor más bajo a los 40 y 70 cm.

El Sodio intercambiable va de 6.1 a 24.6 meq/100 gr., con la concentración más alta a los 10 cm., disminuye al aumentar la profundidad y el valor más bajo se da a los 70 cm.

El Potasio intercambiable tiene un valor más alto de 1.1 meq/100 gr. a los 10 cm., disminuye al aumentar la profundidad hasta 0.2 meq/100 gr. de 40 a 60 cm.

La Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.) con valores comprendidos entre 53.5 y 59.0 meq/100 gr., el valor más bajo de 53.5 meq/100 gr. se da a los 40 cm. y el más alto de 59.0 meq/100 gr. a los 70 cm. el cual coincide con el contenido mayor de materia orgánica.

En el Cuadro No. 8.1 y la gráfica No. 8.1, se pueden observar los análisis químicos del extracto de la pasta de saturación siguientes:

La Conductividad eléctrica va de 16.5 a 1.4 mmhos/cm a 25°C, el valor más alto se presenta a los 10 cm., siendo el único valor mayor de 4 mmhos/cm. lo cual se explica por la acumulación de sales presentes en la superficie de la calicata, con altas concentraciones de cloruros, sulfatos, sodio, magnesio y calcio; al aumentar la profundidad los valores disminuyen llegando al valor más bajo a los 70 cm.

El Calcio soluble varía de 35.6 a 6.8 meq/lt., el valor más alto se encuentra a los 10 cm. de aquí disminuye a valores menores a 20 meq/lt. hasta los 40 cm., disminuye y da la concentración más baja de este catión a los 60 cm.

El Magnesio soluble varía de 97.2 a 2.3 meq/lt., el valor más alto de este se presenta a los 10 cm. disparandose con respecto a los otros valores, que son 17.7 meq/lt. a los 20 cm. y de 30 a 70 cm. los valores menores a 10 meq/lt., con su valor más bajo de 50 a 60 cm.

El Sodio soluble alcanza su valor más alto de 73.8 meq/lt. a los 10 cm., disminuye al aumentar la profundidad a valores menores de 30 meq/lt. y llega a su valor más bajo de 15.4 meq/lt. a los 60 cm.

El Potasio soluble se comporta de la misma manera que el calcio, magnesio y sodio; varía de 0.1 a 1.6 meq/lt., el valor más alto se da a los 10 cm. y el más bajo de 30 a 50 cm. y a los 70 cm.

Los Cloruros varían de 9.0 a 14.0 meq/lt., dandose el valor más alto de 20 a 70 cm. y el más bajo a los 40 cm.; en tanto que a los 10 cm. se incrementa su concentración hasta 50 meq/lt.

Los Carbonatos no se presentan por el método de Reittemier, (1943).

Los Bicarbonatos son constantes a lo largo de la calicata, en una concentración de 20 meq/lt., con excepción de 60 a 70 cm. donde disminuye ligeramente

a 15 meq/lt.

Los Sulfatos al igual que para el caso de los cationes calcio, magnesio, sodio y potasio, así como para los cloruros, tiene su valor más alto de 137.1 meq/lt. a los 10 cm., de 20 a 70 cm. el intervalo va de 7.3 a 34.2 meq/lt., encontrando el valor de 34.2 meq/lt. a los 20 cm. a partir de donde disminuye y llega a su valor más bajo a los 70 cm.

La Relación de adsorción de sodio (RAS) varía de 5.7 a 11.7, con el valor más bajo de 60 a 70 cm., lo que nos indica que el sodio adsorbido es menor que el que se encuentra en la solución del suelo; disminuye el valor al ser mayor la profundidad y luego aumenta hasta el valor más alto a los 50 cm. y el más bajo a los 70 cm.

El Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) va de 6.7 a 13.5 %, el valor más bajo se encuentra a los 70 cm. y el más alto a los 60 cm., contrario a lo que se esperaba, es decir que el PSI a los 10 cm. fuera el valor más alto, lo que nos indica que el tipo de sales que se presentan a los 10 cm. no son en su mayoría de sodio, en tanto que el valor más alto se dio a los 60 cm.

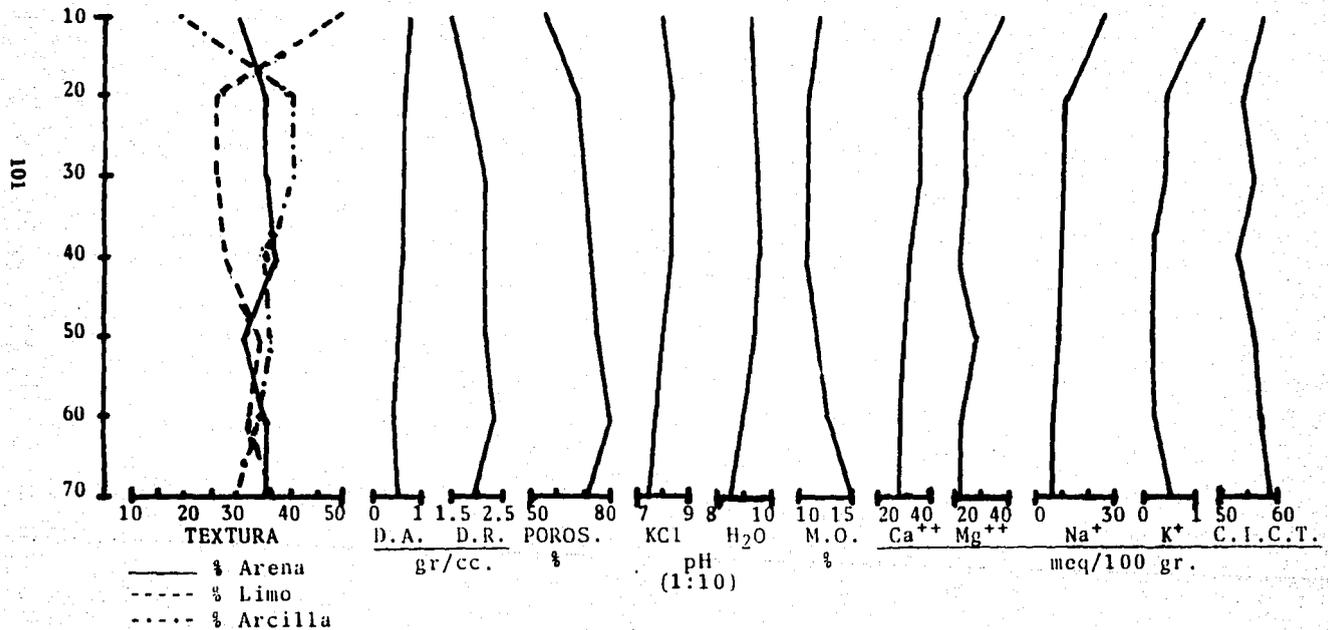
De acuerdo al alto contenido de sales presentes en la capa de 0 a 10 cm. nos da una conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, el pH menor de 8.5 y el porcentaje de sodio intercambiable menor de 15 %, nos indica que es un suelo en proceso de salinización, ya que de los 20 a 70 cm. sus características son conductividad eléctrica menor de 4 mmhos/cm a 25°C, pH mayor de 8.5 y el porcentaje de sodio intercambiable menor de 15 %.

Cuadro No. 8 Resultados de los Análisis Físico-químicos de la Calicata No. VIII
Chinamperia de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	COLOR		TEXTURA			D.A. g/cc.	D.R.	POROS. M.O.		KCl 1:5	pH H ₂ O			Ca ⁺⁺ meq/100	Mg ⁺⁺	Na ⁺ meq/100	K ⁺ gr.	C.I.C.T.
	SECO	HEMEDO	Arena %	Limo %	Arcilla %			%	%		1:5	1:10	1:5					
0 - 10	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	29.8	51.9	19.2	0.66	1.47	55.1	11.7	7.5	7.9	8.0	8.2	42.8	35.9	24.6	1.1	57.0
			Migajón-limoso															
10 - 20	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	34.8	25.6	39.6	0.57	1.76	67.6	11.4	8.0	8.3	9.1	9.3	35.5	23.0	11.3	0.4	54.1
			Migajón-arcilloso															
20 - 30	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	34.8	25.6	39.6	0.62	2.08	70.2	10.7	8.0	8.3	9.3	9.5	36.3	23.2	10.4	0.4	56.3
			Migajón-arcilloso															
30 - 40	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	36.8	27.6	35.6	0.58	2.10	72.4	11.0	8.1	8.3	9.4	9.5	32.2	20.9	9.1	0.2	53.3
			Migajón-arcilloso															
40 - 50	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	30.8	33.6	35.6	0.52	2.07	74.9	12.1	7.9	8.0	9.2	9.4	31.2	27.2	9.1	0.2	56.1
			Migajón-arcilloso															
50 - 60	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	34.8	31.6	33.6	0.45	2.27	80.2	13.1	7.4	7.7	8.9	9.0	27.9	21.9	7.4	0.2	57.2
			Migajón-arcilloso															
60 - 70	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	34.8	35.6	29.6	0.49	1.91	71.0	14.8	7.0	7.4	8.3	8.5	27.9	20.9	6.1	0.5	59.0
			Migajón-arcilloso															

Gráfica No. 8

Resultados de los Análisis Físico-Químicos de la Calicata No. VIII
San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

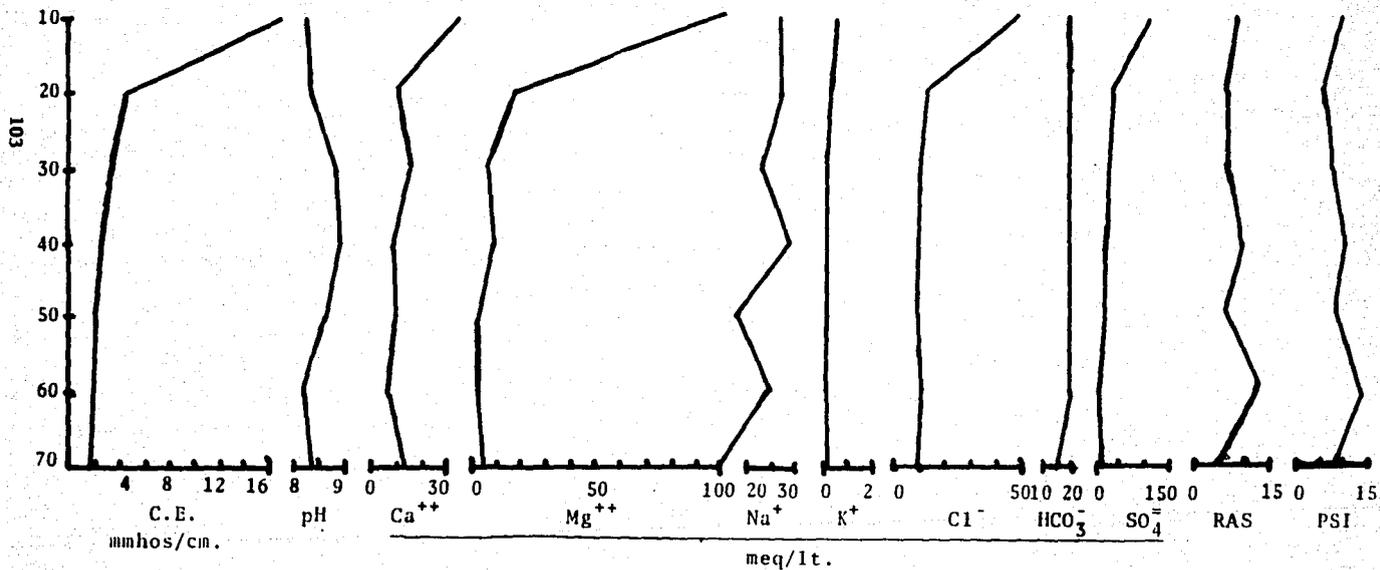


Cuadro No. 8.1 Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. VIII Chinamperia de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.

Prof. (cm)	C.E. mmhos/cm.	pH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	RAS	PSI %
			meq/lt.									
0 - 10	16.5	8.2	35.6	97.2	73.8	1.6	50.0	- -	20.0	137.1	9.1	10.8
10 - 20	4.0	8.4	13.7	17.7	27.8	0.4	14.0	- -	20.0	34.2	7.0	8.3
20 - 30	3.2	8.8	15.9	6.8	23.3	0.1	10.0	- -	20.0	28.3	6.9	8.2
30 - 40	2.4	8.9	9.1	9.1	28.9	0.1	9.0	- -	20.0	18.8	9.6	11.4
40 - 50	1.8	8.6	9.2	3.3	18.4	0.1	8.0	- -	20.0	11.8	7.4	8.8
50 - 60	1.6	8.3	6.8	2.3	25.0	0.2	9.0	- -	20.0	12.8	11.7	13.8
60 - 70	1.4	8.0	10.3	4.3	15.4	0.1	9.0	- -	15.0	7.3	5.7	6.7

Gráfica No. 8.1

Resultados de los Análisis Químicos del Extracto de la Pasta de Saturación de la Calicata No. VIII San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D. F.



VIII. DISCUSION DE LOS RESULTADOS.

De las 8 calicatas examinadas, se encontró que 6 de estas presentan problemas de contaminación con sales y sodio, siendo aquellas cuya profundidad varía entre los 40 y 150 cm., en las que se llegó al nivel freático, el que provocó el ensalitramiento de las mismas, debido al movimiento ascendente de las sales (eluviación), en tanto que en las 2 restantes (calicata V y VI) el problema de ensalitramiento no se presentó sobre todo en una de ellas, donde aún se practica el cultivo de hortalizas debiéndose hacer notar que esta calicata (V) se localiza sobre el canal de Apatlaco frente a la desembocadura de las aguas provenientes de los lavaderos y de los desechos urbanos.

Al hacer una evaluación de las propiedades físico-químicas de las muestras de suelo provenientes de las 8 calicatas, se ve que el color del suelo es oscuro, con tonalidades de gris, pardo y negro, el cual refleja los altos contenidos de materia orgánica, presentándose en ocasiones ciertas tonalidades grisáceas en húmedo debido a los problemas de inundación continua, lo que genera un hidromorfismo.

Las Densidades aparente y reales son bajas, siendo en el caso de las densidades aparentes entre 0.3 y 0.7 gr/cc, y las reales de 1.3 a 2.5 gr/cc, debido a los altos porcentajes de materia orgánica que predominan en estos suelos y al bajo contenido mineral. En las calicatas en las que se colectó material blanco (calicata VI y VII) se observó un ligero aumento en la densidad aparente y real, en donde además se da un menor porcentaje de materia orgánica y una menor capacidad de intercambio catiónico. Estos valores de densidades aparente y reales bajos, nos dan un porcentaje de espacio poroso mayor de 50 %.

La Textura es variable, yendo de franca a migajón-arcilloso, migajón-limoso, predominando el franco, con un contenido de arena de 27 a 48 %, de limo de 34 a 54 % y de arcilla de 7 a 27 %.

El contenido de materia orgánica es extremadamente elevado, con valores de 3.7 hasta 40 %. Los valores más altos se dan en las calicatas III y VI, pero debido a las características propias de los suelos de la zona chinampera, es difícil comprender el comportamiento de la materia orgánica a lo largo de las calicatas, observandose incluso valores muy altos a profundidades mayores; en tanto que en otros casos el contenido de materia orgánica es más alto de 20 a 30 cm., ocurriendo esto último en las chinampas en las cuales se tenía algún cultivo, debido al aporte continuo de materia orgánica.

Los pH presentes van desde, ácidos, neutros hasta valores muy alcalinos, de 4.8 a 9.9, predominando los valores ácidos a neutros en las calicatas V y VI, en tanto que en las 6 restantes el pH es alcalino. Los valores oscilan a lo largo de las calicatas, no dándose un patrón establecido de distribución, ya que en algunos, el valor más alto se encontró en la superficie, en tanto que en otras a mayor profundidad y aún más en otros casos se encontraron varios valores máximos distribuidos a diferentes profundidades.

Las concentraciones de calcio y magnesio intercambiables son variables, el calcio es mayor de 20 meq/100 gr., llegando a valores cercanos a 50 meq/100 gr. en las calicatas II, III, IV y VII; el magnesio llega a valores cercanos a 50 meq/100 gr. en las calicatas I, II, III, IV y VII; encontrándose que en las calicatas I, VI, VII las concentraciones de calcio y magnesio son semejantes; en las calicatas II, III, IV, V y VIII, la concentración de calcio es ligeramente mayor que el magnesio. Las concentraciones de sodio son muy elevadas, menores de 10 meq/100 gr. en las calicatas II, III y V, mayor de 10 meq/100 gr. en las calicatas IV, VI, VII y VIII y mayores de 30 meq/100 gr. en la calicata I. El potasio intercambiable también es variable siendo todos los valores menores de 3.3 meq/100 gr.

La Capacidad de intercambio catiónico de los suelos, es muy elevada, con un intervalo que va de 40 a 100 meq/100 gr., esto se explica si tomamos en cuenta que en todas las calicatas los contenidos de materia orgánica son elevados, además la arcilla alcanza valores mayores de 20 %, con li-

geras excepciones.

Con relación a los análisis químicos del extracto de la pasta de saturación, realizados en las calicatas I, II, III, IV, VII y VIII, vemos que la concentración de sales y sodio se encuentran homogéneamente a lo largo de las calicatas; a medida que aumenta la profundidad, disminuye la concentración de sales. Debido al comportamiento de las sales, la conductividad eléctrica alcanza valores menores a 10 mmhos/cm a 25°C en las 6 calicatas, pero mayor en casi todas, de 4 mmhos/cm a 25°C.

Con respecto a los cationes solubles, estos se encuentran en concentraciones elevadas, el calcio va de 4.3 a 31.8 meq/lt., el magnesio de 10.7 a 173.4 meq/lt., el sodio de 5.3 a 113.1 meq/lt. y el potasio de 0.2 a 6.9 meq/lt. En tanto que los aniones presentan un comportamiento similar, los cloruros de 8 a 45 meq/lt., los sulfatos de 7.3 a 250 meq/lt. y los bicarbonatos de 15 a 40 meq/lt. Estas concentraciones se ven reflejadas en los valores mayores de 4 mmhos/cm a 25°C de las conductividades eléctricas.

La relación de adsorción de sodio varía de 1.0 a 23.7, lo que nos indica que el sodio adsorbido es menor que el que se encuentra en la solución del suelo. En tanto que el porcentaje de sodio intercambiable varía de 0.2 a 24.7 %.

Por lo que de acuerdo a la conductividad eléctrica, el pH y el porcentaje de sodio intercambiable, se caracterizan de acuerdo a la clasificación propuesta por el U.S. Salinity Laboratory, Richards, (1982) y Pizarro, (1978) dentro de los suelos Salinos y Salino-Sódicos.

IX. CONCLUSION.

1. De acuerdo a los estudios edafológicos realizados en la chinamperia de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D.F., se establece que en base a sus características físico-químicas, los suelos se agrupan en 3 categorías.
 - a) Suelos normales, con pH de ligeramente ácidos a neutros.
 - b) Suelos salinos, con pH menor a 8.5, conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C y un porcentaje de sodio intercambiable menor de 15 %.
 - c) Suelos salinos-sódicos, con una conductividad eléctrica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, un pH menor de 8.5 y un porcentaje de sodio intercambiable mayor de 15 %.
2. El problema de ensalitramiento se ve acrecentado por el mal drenaje de las chinampas, que no obstante presentar texturas adecuadas (franco, migajón-arcilloso y migajón-limoso), estructuras granulares favorecidas por los altos contenidos de materia orgánica, la presencia de sales y sodio generan la defloculación de las arcillas, lo cual impide el movimiento adecuado del agua, al verse obstruidos los poros, lo que se refleja en una disminución de la permeabilidad.
3. La solución a los problemas de ensalitramiento en los suelos, es el establecimiento de lavado con aguas dulces o aguas de baja salinidad y aunado a un drenaje adecuado, para el caso de los salinos; en tanto que para el caso de los salinos-sódicos, se requiere además de la aplicación de un mejorador como el yeso ($\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) para desplazar al sodio del complejo de cambio y lavado para eliminarlo de la solución del suelo. Otra forma de mejorarlos sería la adición de materia orgánica, pero solo sería en realidad para amortiguar los efectos de las sales.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- AGUILERA, H.N. y Col. (1984) Informe de Actividades al CONACYT. Laboratorio de Edafología. Facultad de Ciencias. UNAM.
- AGUILERA, H.N. y FUENTES, C.H. (1951) Estudio físico-químico y electromicroscopico de la fracción arcilla de dos micrones de algunos suelos de Xochimilco. Rev. de la Soc. Mex. de Historia Nat. Tomo XII No. 1-4, p.p. 101-108.
- BAUTISTA, Z.F y AGUILERA, H.N. (1988) Caracterización de algunos suelos de chinampa de Xochimilco, D.F. y fertilización en crisantemo con N, P y K.
- CERVANTES, B.J. (1983) Génesis, morfología y clasificación de los suelos de la Cuenca de México. Tesis doctoral. Fac. Ciencias. UNAM.
- CERVANTES, G.E.G. y TORRES, R.A.E. (1981) Algunos aspectos del crecimiento de las plántulas en chapines. Tesis Licenciatura en Biología. Fac. Ciencias. UNAM.
- COE, D.M. (1971) Las chinampas de México. (traducido por José A. Turrisa Z.) Depto de Economía Agrícola. ENA. Chapingo, Mex.
- CHAPA, S. (1939) La Fundación de la ciudad de Xochimilco. Investigaciones históricas. Tomo I. No. 3 México. p.p. 303-311
- CHAPA, S. (1957) San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D.F. Ed. Quetzalcoatl México. p.p.
- CHAPMAN, D.F. y PARKER, P. (1981) Métodos de análisis para suelo, plantas y aguas. Ed. Trillas. México. p.p.
- ESCOBEDO, F.R. (1987) Estudio Edafológico de chinampas de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Tesis Licenciatura en Biología. Fac. Ciencias UNAM.
- FERNANDEZ, Q.M.C. (1988) Manejo y recuperación de suelos salino-sódicos en chinampas de Xochimilco, D. F. Tesis Licenciatura en Biología. Fac. Ciencias. UNAM.

- GARCIA, F. (1983) Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen. UNAM. México.
- GARCIA, G.R. (1934) Xochimilco. Monografías mexicanas de arte. Talleres gráficos de la nación. México. p.p. 20-21
- GRANADOS, F. () Estudio de Fertilidad de Suelos de Xochimilco, por métodos biológicos, (Aspergillus niger y Orisac sp.). Tesis de Licenciatura en Químico-Biológicas. ENCB. México.
- JACKSON, M.L. (1982) Análisis Químicos de suelos. Ed. Omega. España. 653 p.p.
- LECHUGA, S.M. (1977) Análisis de un elemento de la estructura económica azteca: La chinampa. Tesis Maestría en Ciencias Antropológicas. ENAH-UNAM. México.
- LUGO, D.J. (1984) Suelos Sódico-Salinos del Ejido Xochimilco. Tesis Licenciatura en Biología. Fac. Ciencias. UNAM. México.
- MENDOZÁ; R.M. (1961) Estudio geográfico de la delegación de Xochimilco. Tesis Maestría. Fac. Filosofía y Letras. UNAM. México.
- MOLINA, A. (1970) Vocabulario en Lengua castellana y mexicana. Estudio preliminar de Miguel León-Portilla. Ed. Porrúa. México. p.p. 121, 162.
- MONCADA, M.O. (1976) El Uso del suelo en el sureste del Distrito Federal. Tesis Licenciatura en Geografía. Fac. Filosofía y Letras. UNAM. México.
- MOOSER, F. (1961) Informe sobre la geología de la cuenca del Valle de México y sus zonas colindantes. S.R.H. CHCVM. México.
- MUNSELL (1975) Munsell Soil Color Charts. Munsell Color Company, Inc. Baltimore, Caps. USA.
- OLVERA, M.C. (1979) Un Depósito de salitre en Xochimilco en la época colonial. Monumentos históricos. Boletín N° 1. SEP-INAH. p.p. 17-22
- PALACIOS, V.O. (1969) Apuntes sobre algunos problemas de drenaje y ensaltramiento de terrenos agrícolas. Depto. de economía agrícola. ENA Chapingo, Mex. p.p. 135-145

- PALERM, A. (1973) Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del Valle de México. SEP-INAH. México. p.p. 27-102.
- PIZARRO, F. (1978) Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Editora Agrícola Española. España. p.p.
- PLAN LAGO DE XOCHIMILCO. (1989) Coordinación de Desarrollo Agropecuario. Delegación Xochimilco. México.
- RICHARD, L.A. y et al (1980) Diagnóstico y rehabilitación de suelos Salinos-Sódicos. Depto. de agricultura de los E.U.A. Limusa. México. 172 p.p.
- ROJAS, R.T. (1983) La Agricultura chinampera. Cuadernos Universitarios. Serie agronomía. N° 7. UACH. 229 p.p.
- SANCHEZ, S.O. (1974) La Flora del Valle de México. Ed. Herrero. México. 344 p.p.
- TREJO, C.A. (1984) Estudios edafológicos del Ejido Grande, Xochimilco. Tesis Licenciatura en Biología. Fac. Ciencias. UNAM. México.
- VENEGAS, R. (1978) Las Chinampas de Mixquic. Tesis Licenciatura en Biología. Fac. Ciencias. UNAM. México.
- WEST, R. y ARMILLAS, P. (1950) Las chinampas de México. Poesía y realidad de los jardines flotantes. Cuadernos Americanos. N° 50 p.p. 165-182