

00361

8

2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**EFFECTO DE UN MEJORADOR MINERAL EN SUELOS DE  
CHINAMPA DE TLAHUAC D. F., CULTIVANDO  
Brassica oleracea VARIEDAD cauliflora**

**T E S I S**

Que para obtener el grado de:  
**MAESTRO EN CIENCIAS**  
(Biología)

Que presenta:  
**MARIA DEL SOCORRO GALICIA PALACIOS**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**1 9 9 0**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

UNAM



## **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.

## INDICE

### RESUMEN

I. INTRODUCCION	3
II. OBJETIVOS	7
III. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS	
1. Seleccion de los diferentes mejoradores.	8
2. Calidad del agua de riego.	9
3. Tolerancia de algunos cultivos a la salinidad.	15
4. Caracteristicas morfológicas de <i>Brassica oleracea</i> .	19
IV. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.	
1. Localizacion.	23
2. Topografia.	24
3. Geologia.	25
4. Clima.	28
5. Suelos.	29
6. Vegetacion.	30
7. Hidrologia.	33
V. METODOLOGIA	
1. De campo	36
2. De Laboratorio.	39
VI. RESULTADOS	41
VII. CONCLUSIONES	76
VIII. BIBLIOGRAFIA	78
APENDICE	
A. Indice de mapas, fotos y figuras.	81
B. Indice de cuadros.	81
C. Indice de gráficas.	83
D. Analisis estadístico.	85

## RESUMEN

Este trabajo se llevó a cabo en una chinampa de la Delegación de Tlahuac, localizada al suroeste del Distrito Federal, a los  $19^{\circ}16'06''$  de latitud norte y  $99^{\circ}00'16''$  de longitud oeste.

Se hizo un muestreo de suelos cada 10 cms. de 2 calicatas hasta la profundidad de 60 cms, para determinar sus propiedades físicas y químicas actuales.

Se uso como mejorador químico el yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ) para abatir el PSI; el tonelaje aplicado por ha, fue de 10.24 para el T 1, para el T 2 de 14.50 y 18.77 ton/ha para el T 3. En un diseño experimental simple con distribución de bloques al azar con 4 repeticiones.

Se cultivó *Brassica oleracea* var. *cauliflora* ("brocoli") en chapines y una vez que se preparo el terreno, se realizó el transplante a los diferentes tratamientos.

A los cuatro meses y medio, se cosecho la planta, pesando en fresco raíz, hojas e inflorescencias, se lavó, y seco en estufa a  $50^{\circ}\text{C}$  durante 8 días; posteriormente se pesó en seco y se procedió a moler las muestras determinando el % total de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$  y cenizas en inflorescencias, hojas, tallo y raíz.

Los mejores pesos en fresco fueron para el T 1 (4.142 ton/ha), el Testigo (3.959 ton/ha), el T 2 (2.908 ton/ha) y finalmente el T 3 (2.657 ton/ha).

Al término de la cosecha se tomaron muestras de suelo cada 10 cms de profundidad, observándose que los valores de pH varían en los diferentes tratamientos de 8.6 a 8.8; la C.E. del Testigo es de

22.4 mmhos/cm, el T 1 de 17 , el T 2 de 34 y finalmente el T 3 con 23.5 mmhos/cm. El valor más alto de  $Ca^{++}$  intercambiable se presentó en el T 1 con 71.20 meq/100 gr de suelo; el  $Mg^{++}$  intercambiable disminuye de 95.90 a 23.75 meq/100 gr de suelo; el  $Na^+$  intercambiable del Testigo es de 47.39 meq/100 gr de suelo y se desplazó a 28.37 meq/100 gr de suelo para el T 1; el  $K^+$  intercambiable aumenta de 0.66 a 2.04 meq/100 gr de suelo.

Los cationes solubles en el suelo predominantes son el  $Na^+$  soluble que es bastante alto: 365 a 401.7 meq/lt; el  $Mg^{++}$  varia de 51.96 a 115.52 meq/lt; los aniones predominantes son los cloruros, con valores bastante altos de 100 a 325 meq/lt, los sulfatos de 108.14 a 499.9 meq/lt; el  $PSI_1$  en el tratamiento 1 disminuye de 82 a 33.26 %.

Se realizó el análisis químico de agua del canal mas cercano a la chinampa, clasificándose como  $C_3S_1$  que es altamente salina y que no debe utilizarse. aun con un buen drenaje, tiene baja concentración de sodio, con pocas probabilidades de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable y esta condicionada por los siguientes índices: SE (Salinidad efectiva), S.P. (Salinidad potencial), P.S.P. (Porcentaje de sodio posible) y  $Cl^-$  (Cloruros).

## I. INTRODUCCION

Las chinampas constituyen uno de los sistemas agrícolas más eficientes que ha desarrollado el hombre; esta agricultura emplea intensamente la mano de obra campesina y prácticamente no requiere ningún fertilizante químico o insecticida; éstos han sido introducidos en fechas recientes.

La base de las chinampas es la abundancia del agua que se maneja a través de canales; los desechos de plantas y animales que viven ahí se acumulan en el fondo formando parte del lodo que se extrae para fertilizar los cultivos. La producción de plantas, para consumo local y para su venta, es muy amplia, consistiendo en una diversidad de hortalizas: acelga, espinaca, verdolagas, cilantro, col, coliflor, rabano, apio, brócoli, calabazas, lechuga, etc., y flores como pincel, cempaxochitl y otras.

En este sistema agrícola se pueden producir de 1 a 4 cosechas al año dependiendo de la especie que se trate, es común intercalar cultivos; si se cultiva rabano se pueden obtener hasta 4 cosechas, espinaca 3, coliflor 2, pincel 1, etc.

Sin embargo, la productividad ha decaído debido a la escasez del agua y restitución de la misma por aguas negras mal tratadas, así como a la desecación de sus manantiales; como consecuencia del uso agrícola de las aguas negras desde 1950, se han aportado al suelo una gran variedad de sales.

Además, las aguas mal tratadas reciben desechos de aguas residuales urbanas y abonos, aumentando su mala calidad y la mortalidad de las especies acuáticas.

La salinización de los suelos de chinampa, repercute en la sustitución de hortalizas por plantas de ornato y, finalmente, su abandono.

Los problemas de los suelos salino-sódicos se van haciendo cada vez mayores, debido a que la agricultura se hace más intensiva, particularmente en aquéllos que se encuentran bajo riego; en México el problema de ensalitramiento se encuentra en zonas áridas y semiáridas, ocupando el 55.7 % del Territorio Nacional (Anaya, 1983).

La acumulación de iones en el suelo, procedentes de las sales solubles, producen efectos tóxicos y disminuyen el crecimiento normal de las plantas; los efectos físicos restringen la absorción del agua y los químicos producen un desequilibrio metabólico y nutricional. Estos se manifiestan por un incremento en la presión osmótica interna de los vegetales.

La acumulación de iones de sodio provoca un deterioro de la estructura, restricción de la infiltración de agua, deficiente permeabilidad, así como una pobre aereación.

La clasificación de los suelos salino-sódicos, propuesta por el Laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, se basa en los parámetros de C.E. (Conductividad eléctrica), PSI (Porcentaje de sodio intercambiable) y pH (Allison *et al*, 1985).

Los suelos salinos son aquellos que tienen una C.E. mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, un PSI menor de 15%, pH menor de 8.5 casi siempre están floculados por el exceso de sales, reduciendo la

disponibilidad de nutrientes, así como la restricción del movimiento del agua y aire.

Los suelos sódicos no salinos son aquellos que presentan una C.E. del extracto de saturación menor de 4 mmhos/cm a 25°C, un PSI mayor de 15%, pH mayor de 8.5.

Los suelos salino-sódicos son aquellos cuya C.E. es mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, el PSI mayor de 15% y un pH de 8.5; las partículas permanecen floculadas; si contienen carbonatos alcalinos hay limitación en la disponibilidad de los diferentes nutrientes, especialmente el  $Fe^{++}$ ,  $Mg^{++}$  y  $PO_4^E$ .

Bernstein (1965) afirma que las sales se pueden lavar del suelo con drenaje adecuado y si este no lo es, existe la necesidad de drenar artificialmente.

Si el PSI tiene valores entre 10 a 15%, se requiere el uso de mejoradores químicos para reemplazar al sodio, ya que provoca daño a los árboles y a las propiedades físicas del suelo.

Existen diferentes métodos para recuperar suelos con problemas de sales y sodio. Los más comunes son los métodos físicos, químicos y biológicos; estos tienen como objetivo principal mejorar la permeabilidad del suelo y propiciar el intercambio de sodio por calcio o bien bloquear sus efectos.

Los métodos físicos consisten en dar un tratamiento mecánico al suelo como el subsoleo o arado profundo, con el propósito de romper las capas endurecidas de carbonatos y sulfatos que impiden el paso del agua.

Los métodos químicos usan sales cálcicas de diferente solubilidad y sustancias de reacción ácida, desplazando el sodio por el



calcio del complejo de cambio, a fin de lograr la floculación de los coloides del suelo.

En los métodos biológicos se aplica materia orgánica en forma de estiércoles o abonos verdes, que al biodegradarse liberan compuestos, tales como los polisacáridos que agregan las partículas del suelo, incrementando la permeabilidad y estructuración; el  $\text{CO}_2$  desprendido se combina con el agua y forma ácido carbonico que puede solubilizar sales de calcio que se precipitan en el suelo (Aceves, 1975).

La contaminación por sales y sodio en esta zona chinampera es debido tanto a factores naturales como inducidos, entre los primeros se encuentra la geofoma del lugar, que ha propiciado la acumulación de minerales liberados por el intemperismo de las zonas altas; dentro de las inducidas destaca el riego con agua de mala calidad, que ha contribuido a la salinización del suelo.

Todo lo anterior se refleja en la producción agrícola, que en la actualidad es de autoconsumo; por esta razón, se hace necesario realizar estudios de aplicación de mejoradores físicos o químicos que conduzcan a la obtención de resultados positivos.

## II. OBJETIVOS

- a) Diagnosticar la salinidad y sodicidad de los suelos de chinampa mediante sus características físicas y químicas.
- b) Determinar las características químicas del agua del canal de Atecuyc, Tláhuac, D.F.
- c) Evaluar la utilidad del yeso como mejorador, con base al rendimiento de peso fresco de la inflorescencia del brócoli (*Brassica oleracea* var. *cauliflora*).
- d) Realizar la bromatología de las inflorescencias, raíz, tallo y hoja del brocoli.
- e) Cuantificar el desplazamiento del catión  $\text{Na}^+$  intercambiable del complejo de cambio del suelo

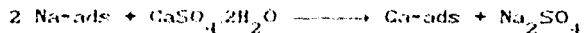
### III. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

#### A. Selección de los diferentes mejoradores.

Para la elección y aplicación de los diferentes mejoradores al suelo, se debe tener en cuenta los siguientes factores: contenido de carbonatos alcalinotérreos, pH, tiempo que necesita el mejorador para reaccionar con el suelo y costo por unidad de calcio aportada al suelo.

La necesidad de mejorador depende del contenido de sodio intercambiable en el suelo y la cantidad de calcio soluble que puede donar el mejorador. Las determinaciones de PSI sirven para determinar la cantidad necesaria de mejorador para desplazar al  $\text{Na}^+$  intercambiable por el  $\text{Ca}^{++}$ .

El mejorador químico más usado para la recuperación de suelos sodico-salinos, es el yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), donde el  $\text{Ca}^{++}$  aportado desplaza al sodio intercambiable



El producto de este mejorador, en su reacción química con el suelo, es el  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  que debe ser lavado de la solución del suelo, durante la estación cálida, debido a su solubilidad, ya que es muy tóxico para el desarrollo de las plantas; finalmente, sube por capilaridad a la superficie, junto con otras sales solubles.

Por el contrario, al descender la temperatura, disminuye su solubilidad y se precipita en forma de mirabilita ( $\text{NaSO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ), que no es lavada por la lluvia y por tanto, debe removerse durante la estación cálida (Pizarro, 1978).

El yeso es fisiológicamente inofensivo para las plantas, es poco

soluble (1.9 g/lit); en condiciones de campo, su solubilidad depende de la presencia de sales solubles, como el NaCl que aumenta la solubilidad del yeso varias veces, así como la temperatura y el tamaño de partícula.

Los mejores resultados se han obtenido con yeso tamizado con malla # 10 (Chena, 1958). En conclusión, la rapidez de reacción con el sodio intercambiable queda limitada por la solubilidad, temperatura y tamaño de la partícula (Aceves, 1981). Este mejorador se aplica al voleo y es incorporado al suelo por medio de rastras, disco o arado.

La profundidad de aplicación del yeso, tiene gran importancia en la recuperación de los suelos salino-sódicos; en general, cualquier cantidad menor de 3 toneladas debe aplicarse sobre la superficie; a mayor tonelaje, es necesario mezclarse con los 30 cms. superficiales del suelo, profundidad que ha dado buenos resultados (Chena, 1958).

#### **B. Calidad del agua de riego.**

La calidad del agua de riego indica la conveniencia o limitación de su empleo para el riego de cultivos; debe valorarse desde el punto de vista agronómico y microbiológico. La calidad agronómica del agua está relacionada con factores tales como las características químicas del agua, tolerancia de los cultivos, condiciones de drenaje deficiente, clima, método de riego y contenidos de elementos pesados. La importancia de éstos últimos es que aún a concentraciones bajas son tóxicos para las plantas, animales y el hombre; entre los principales elementos tenemos al

arsenico, bario, berilio, bismuto, boro, cadmio, cromo, cobre, zinc, plomo, vanadio, mercurio, molibdeno, niquel, selenio y plata.

La calidad química del agua toma en cuenta las sales presentes en solución, que al ser aplicadas al suelo, de acuerdo a la concentración de sales y sodio o elementos toxicos, se acumulan paulatinamente en la solución del suelo originando bajos rendimientos por ha.

La lamina de riego por aplicar depende de la evapotranspiración, ya que afecta las variaciones de sales en el perfil, por lo que es necesario procurar que los suelos cuenten con un buen drenaje.

Existen tres criterios principales para caracterizar la calidad del agua de riego desde el punto de vista químico, estos son: contenido de sales solubles, efecto del sodio sobre las características físicas del suelo y contenido de elementos toxicos para las plantas. Para cada uno de estos criterios se tienen varios indices cuantitativos.

Con base a las características químicas del agua, se puede determinar su calidad y recomendarla para el riego.

a) El contenido de sales solubles en el suelo origina presiones osmóticas en la solución que se encuentra en contacto con las raíces de las plantas; es necesario aclarar que el contenido de sales solubles en el agua de riego, no produce daño alguno a las plantas sin embargo, se tienen efectos nocivos cuando aumenta la concentración de sales en la solución del suelo, a consecuencia de su uso prolongado y por la pérdida de humedad durante la

evaporación superficial.

La salinidad efectiva (S.E.) (Doneen, 1959), expresada en meq/l, es una estimación más real del peligro que presentan las sales solubles del agua de riego al pasar a formar parte de la solución del suelo, teniendo en cuenta la precipitación posterior de las sales menos solubles, como: carbonatos de calcio, magnesio y sulfato de calcio, que dejan de participar en la elevación de la presión osmótica de la solución del suelo.

Lo anterior es más notable cuando las aguas tienen un alto contenido de carbonatos y bicarbonatos.

Cuando los  $\text{CO}_3^{=}$  +  $\text{HCO}_3^{-}$  son mayores que  $\text{Ca}^{++}$ , pero  $\text{Ca}^{++}$  +  $\text{Mg}^{++}$  son mayores que  $\text{CO}_3^{=}$  +  $\text{HCO}_3^{-}$  entonces, S.E. es igual a suma de cationes menos  $\text{CO}_3^{=}$  +  $\text{HCO}_3^{-}$ .

La salinidad potencial (S.P.) (Doneen, 1959), es un índice para estimar el peligro de los cloruros y sulfatos, cuando la humedad aprovechable del suelo disminuye a valores menores de 50 %. Este índice se calcula como:  $\text{S.P.} = \text{Cl}^{-} + \text{SO}_4^{=}$  y se expresa en meq/lit.

b) El efecto probable del sodio sobre las características físicas del suelo. Cuando las aguas de riego contienen cantidades considerables de sodio, este se acumula en la solución del suelo hasta alcanzar concentraciones elevadas, sustituye al  $\text{Ca}^{++}$  y al  $\text{Mg}^{++}$  del complejo de cambio y produce un desequilibrio de cargas eléctricas en la micela coloidal, en la que deja cargas negativas residuales, ocasionando la repulsión de las partículas y finalmente, el suelo se dispersa y pierde su estructura.

Como consecuencia la permeabilidad del suelo al aire y agua

disminuye; para estimar este efecto se proponen los índices siguientes:

La relación de adsorción de sodio (RAS) (USDA, 1954) que mide el peligro de sodificación que presenta el agua de riego y está relacionado con el PSI del suelo y su equilibrio con el agua de riego. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$

El carbonato de sodio residual (CSR) (Eaton, 1950). Cuando en el agua de riego el contenido de carbonatos y bicarbonatos es mayor que el  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ , existe la posibilidad de que se forme carbonatos de sodio, debido a que por su alta solubilidad puede permanecer en solución, aun después de que se han precipitado los carbonatos de calcio y magnesio. En estas condiciones la concentración total y relativa del sodio puede ser suficiente para desplazar al calcio y magnesio del complejo coloidal, produciendo la dispersión del suelo; este índice se expresa en meq/lit y se calcula de la siguiente forma:

$$\text{CSR} = (\text{CO}_3^{=} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$$

Porcentaje de sodio posible (PSP) (Scolfield, 1955). El peligro de remoción del  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  en el complejo de intercambio empieza cuando el contenido de sodio en solución representa más de la mitad de los cationes disueltos. El porcentaje de sodio en solución en el agua de riego no es suficientemente representativo de este peligro, debido a que en el suelo las sales menos solubles precipitan como  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  y  $\text{CaSO}_4$ ; por lo tanto, el

porcentaje aumenta relativamente. Este índice se calcula:

$$PSP = \frac{Na \text{ soluble}}{S.E.} \times 100$$

c) Existen algunos elementos tóxicos para las plantas aún en pequeñas cantidades como los cloruros solubles, que son tóxicos en cultivos como: limón, mandarina, naranja, fresa, vid, zarzamora, frambuesa, aguacate y tabaco; se expresa en meq/lt (Cuadro 1).

Cuadro 1 Índices de clasificación del agua de riego

Clase de Agua	S.E. (meq/lt)	S.P. (meq/lt)	C.S.R. (meq/lt)	Cl (meq/lt)	P.S.P (%)
Buena	< 3	< 3	< 1.25	< 1	<50
Condicionada	3-15	3-15	1.25-2.50	1.0-5.0	>50
No recomendable	> 15	> 15	> 2.50	> 5	—

S.E. = Salinidad efectiva (Doneen, 1959).

S.P. = Salinidad potencial (Doneen, 1959).

C.S.R. = Carbonato de sodio residual (Eaton, 1950).

P.S.P. = Porcentaje de sodio posible (Scofield, 1955).

Cl = Cloruros.

Si no se tiene ninguna información previa sobre la calidad del agua de riego de la fuente muestreada y acerca de sus variaciones a lo largo del tiempo, se recomienda llevar un control completo de estos índices de clasificación, por lo menos durante un año.

Para la clasificación el agua de riego, muestreada desde julio de 1987 a octubre de 1988, se utilizó el diagrama de Wilcox modificado por Thorne y Thorne (1951), con base a la conductividad eléctrica (CE) y relación de adsorción de sodio (RAS) (diagrama 1).



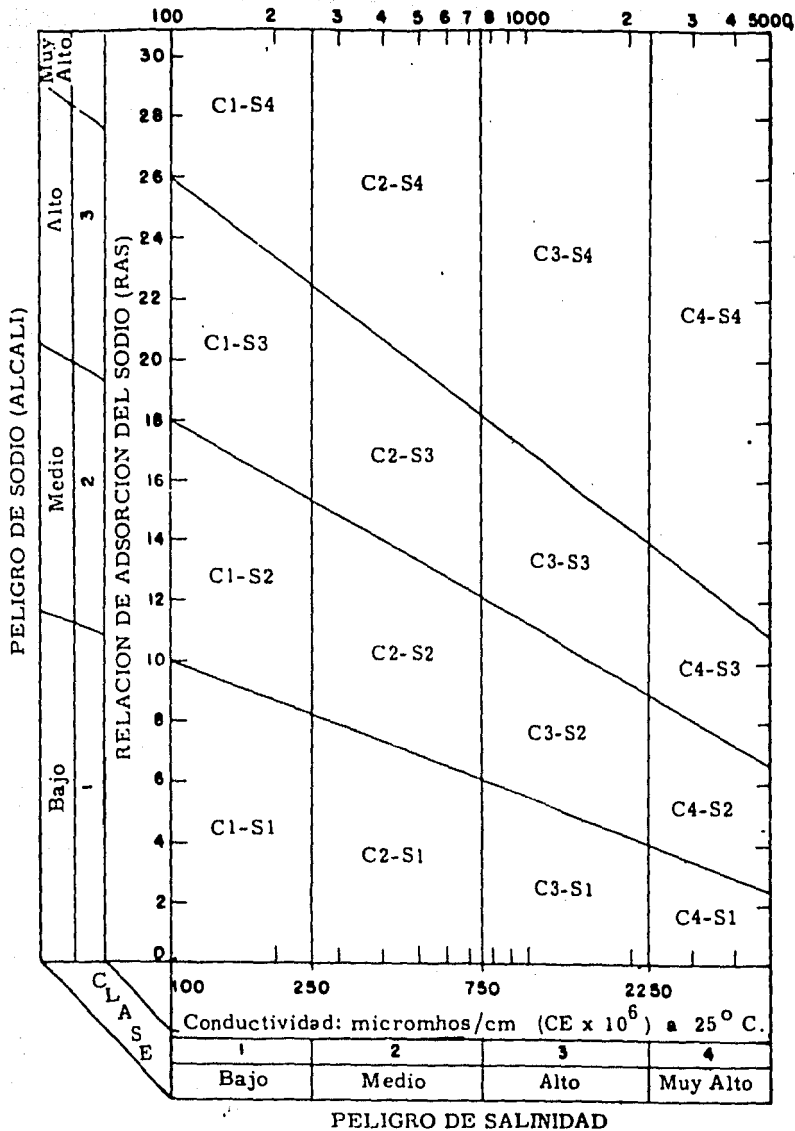


Diagrama 1. Clasificación de las aguas de riego

(Thorne y Thorne, 1951)

### **C. Tolerancia de algunos cultivos a la salinidad.**

El crecimiento de las plantas bajo condiciones de salinidad se ve afectado, ya que la planta realiza un ajuste osmótico (aumento de la concentración del jugo celular, con valores mayores que la concentración de la solución del suelo) para mantener un gradiente favorable en sus células que le permita extraer agua del suelo, al hacer este ajuste la planta consume energía, que en condiciones normales usaría para su crecimiento. Por esta razón en condiciones salinas, las plantas no crecen y presentan una coloración azul verdosa debido a la presencia de una cubierta cerosa sobre la superficie de la hoja (Bernstein, 1961).

Los factores que afectan la tolerancia de sales son varios, entre los cuales se incluyen: el estado de desarrollo de la planta, presencia de nutrientes en el suelo, prácticas de riego y el clima (Nierman, y Shannon, 1976).

La tolerancia a las sales varía según la etapa ontogenética de la planta; algunos cultivos son muy tolerantes en estado avanzado de desarrollo, mientras que otros son muy sensibles durante la germinación, la que se retarda y el número de semillas germinantes disminuye, como por ejemplo la remolacha.

Los métodos de riego influyen en la distribución de las sales en el suelo; el riego por inundación o por melgas es muy efectivo cuando la problemática de salinidad es muy seria y es utilizado en áreas planas. Este método requiere previa nivelación del terreno y distribución uniforme del agua, se hacen unos bordes y pueden tener una altura de 0.45 a 1.20 m.

El riego por surcos, solo se aplica para lavados con niveles

bajos de salinidad, ya que al utilizarse en campo da origen a fuertes variaciones en el contenido de sales en el suelo; como consecuencia hay dos tipos de movimiento de las sales: hacia la parte baja del surco y hacia arriba del borde. Esta situación obliga a recomendar que la semilla se siembre en la parte baja del surco, con el fin de aminorar los efectos de las sales.

La tolerancia a la salinidad a 12 mmhos/cm, se encuentra en algunos cultivos como betabel y esparrago; de 4 a 8 mmhos/cm en la espinaca, jitomate, brocoli, coliflor, col, lechuga, papa, pimiento, cebolla, zanahoria, chicharo y calabaza; menos de 4 mmhos/cm el melon, pepino y rabano (Bernstein, 1964) (cuadro 2).

Para el cultivo de brocoli (*Brassica oleracea* var. *cauliflora*) (cuadro 3) se observa que a mayor  $C.E._s$  existe un menor rendimiento; por ejemplo con una  $C.E._s$  de 2.8 mmhos/cm, se tiene un rendimiento de 100 %; si el agua de riego tiene  $C.E._a$  de 1.9 mmhos/cm, una  $C.E._s$  de 3.9 mmhos/cm, el rendimiento es de 90 %; si el agua de riego tiene una  $C.E._a$  de 2.6 mmhos/cm, una  $C.E._s$  de 5.5 mmhos/cm, se tiene un rendimiento de 75 %; si el agua de riego tiene una  $C.E._a$  de 3.7 mmhos/cm, una  $C.E._s$  de 8.2 mmhos/cm, disminuye el rendimiento en un 50 %; si el agua de riego tiene una  $C.E._a$  de 5.5 mmhos/cm, una  $C.E._s$  de 13.5 mmhos/cm, no hay rendimiento para este cultivo.

Autores como Ayers et al (1976) y Bernstein (1964) están de acuerdo que los rendimientos de brócoli disminuyen cuando se incrementa la salinidad en el suelo.

Cuadro 2 Tolerancia de cultivos a la salinidad, en el extracto de saturación, con relación al rendimiento.

Cultivo	Porcentaje en las disminuciones de los rendimientos		
	10	25	50
	C.E. (mmhos/cm)		
Betabel	8.0	9.5	12.0
<i>Beta vulgaris var. crassa</i> (Alef)			
Esparrago	6.0	9.0	11.0
<i>Asparagus officinalis</i> (L.)			
Espinaca	5.5	7.0	8.0
<i>Spinacia oleracea</i> (L.)			
Jitomate	4.0	6.5	8.0
<i>Lycopersicon esculentum</i> (Mill)			
Brócoli	4.0	6.0	8.0
<i>Brassica oleracea var cauliflora</i>			
Coliflor	2.5	4.0	7.0
<i>Brassica oleracea var botrytis</i> (L.)			
Col	2.5	4.0	7.0
<i>Brassica oleracea var capitata</i> (L.)			
Lechuga	2.0	3.0	5.0
<i>Lactuca sativa</i> (L.)			
Papa	2.5	4.0	6.0
<i>Solanum tuberosum</i>			
Camote	2.5	3.5	6.0
<i>Ipomea batatas</i>			
Pimiento	2.0	3.5	6.0
<i>Capsicum annum</i> (L.)			
Cebolla	2.0	3.5	4.0
<i>Allium cepa</i> (L.)			
Zanahoria	1.0	3.0	4.0
<i>Daucus carota</i> (L.)			
Chicharo	3.0	3.5	4.0
<i>Vigna unguiculata</i> (L.)			
Calabaza	3.0	3.5	4.0
<i>Cucurbita pepo</i> (L.)			
Melón	2.5	3.0	3.5
<i>Cucumis melo</i>			
Pepino	2.5	3.0	4.0
<i>Cucumis sativus</i> (L.)			
Rábano	2.0	2.5	3.0
<i>Raphanus sativus</i> (L.)			

BERNSTEIN, 1964.

Cuadro 3 Rendimiento potencial para valores de conductividad eléctrica en suelo y agua.

Cultivos	100 $\mu$		90 $\mu$		75 $\mu$		50 $\mu$		No rendi C.E <sub>s</sub>
	G.E <sub>s</sub>	C.E <sub>a</sub>	C.E <sub>s</sub>	C.E <sub>a</sub>	C.E <sub>s</sub>	C.E <sub>a</sub>	C.E <sub>s</sub>	C.E <sub>a</sub>	
Cebada <u>Hordeum vulgare</u> L.	8.0	5.3	10	6.7	13	8.7	18	12	28.0
Algodón <u>Gossypium hisutum</u> L.	7.7	5.1	9.6	6.4	13	8.4	17	12	27.0
Remolacha azucarera <u>Beta vulgaris</u> L.	7.0	4.7	8.7	5.8	11	7.5	15	10	24.0
Maíz <u>Zea mays</u> L.	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0
Frijol <u>Phaseolus vulgaris</u> L.	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	2.5
Brócoli <u>Brassica oleracea</u> var. <u>cauliflora</u>	2.8	1.9	3.9	2.6	5.5	3.7	8.2	5.5	13.5
Jitomate <u>Lycopersicon esculentum</u> Mill.	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	12.6
Espinaca <u>Spinacia oleracea</u> L.	2.0	1.3	3.3	2.2	5.3	3.5	8.6	5.7	15.0
Col <u>Brassica oleracea</u> var. <u>capitata</u> L.	1.8	1.2	2.8	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12.0
Lechuga <u>Lactuca sativa</u> L.	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.2	3.4	9.0
Rábano <u>Raphanus sativus</u> L.	1.2	0.8	2.0	1.3	3.1	2.1	5.0	3.4	9.0
Chile <u>Capsicum annuum</u> L.	1.5	1.0	2.2	1.5	3.3	2.2	5.1	3.4	8.5
Pepino <u>Cucumis sativus</u> L.	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	3.9	6.3	4.2	10.0
Chícharo <u>Vigna unguiculata</u> L.	1.9	0.9	2.0	1.3	3.1	2.1	4.9	3.2	8.5
Haba <u>Vicia faba</u> L.	1.6	1.4	2.6	1.8	4.2	2.0	6.8	4.5	12.0

Ayers, R.S et al., (1976)

C.E<sub>s</sub> = Conductividad eléctrica de suelo en extracto de josta de saturación en milimhos/cm

C.E<sub>a</sub> = Conductividad eléctrica de agua de riego.

**D. Características morfológicas del brócoli, *Brassica oleracea*  
*var. cauliflora.***

El brócoli es una planta anual que alcanza una altura de 80 a 100 cms, pertenece a la Familia de las crucíferas y está constituida morfológicamente por hojas alternas dentadas sin estípulas; las flores son hermafroditas en racimos de 4 pétalos y 4 sépalos; estambres de 2 a 6, los dos mas exteriores más cortos y 4 internos mas largos, con ovario supero; el fruto es una silicua con dehiscencia lineal por dos valvas; semillas sin endospermo y embrión arqueado (Rzedowski, 1979).

Existen cinco variedades de *Brassica oleracea*: *var. botrytis*, (coliflor), *var. gemmifera* (col de Bruselas), *var. napobrassica* (colinabo), *var cauliflora* (brócoli) y *var. capitata* (col).

Todas las variedades se distinguen por el grosor y tamaño de la planta, hojas e inflorescencias.

1. Valor nutritivo de *Brassica oleracea*: *var. botrytis*, *var. napobrassica* y *var. capitata*.

En el cuadro 4 se muestra el valor nutritivo de tres variedades de *Brassica* por cada 100 gr de peso neto; la porcion comestible mas alta es para el colinabo con 77 %, col con 72 % y coliflor con 53 % ; la variedad que proporciona mas energia, en forma de calorías, es el colinabo con 31, coliflor y col 26; el contenido de proteínas más alto es de 3.2 gr para la coliflor, 2.7 gr para el colinabo y 2.3 gr para la col; el contenido de grasas varia de 0.1 a 0.3 gr; el valor más alto de calcio se encuentra en la

coliflor y la col con 38 mg y el colinabo con 33 mg; el contenido de hierro es de 1.4 mg para la col, 1.2 mg para la coliflor y 1.1 mg para el colinabo; el contenido más alto de tiamina se encuentra en la col con 0.10 mg, la colinabo con 0.09 mg y coliflor 0.04 mg; el contenido de niacina más alto es para la coliflor con 0.8 mg, col con 0.6 mg y colinabo con 0.4 mg.

El valor más alto de ácido ascórbico se encuentra en la coliflor con 127 mg, colinabo con 73 mg y col con 38 mg; el contenido de retinol más alto se encuentra en la coliflor con 6 mcg (microgramos), col y colinabo con 2 mcg.

Cuadro 4 Valor nutritivo de la coliflor, colinabo y col en 100 gr de peso seco

Cultivo	PORCIÓN COMESTIBLE	ENERGÍA KCAL	PROTEÍNAS GR	CARBOHIDRATOS GR
Coliflor	0.53	26	3.2	4.3
Colinabo	0.77	31	2.7	5.7
Col	0.72	26	2.3	5.4

Cultivo	GRASAS GR	CALCIO MG	FIERRO MG	RIBOFLAVINA MG
Coliflor	0.3	38	1.2	0.11
Colinabo	0.2	33	1.1	0.04
Col	0.1	38	1.4	0.66

Cultivo	TIAMINA MG	NIACINA MG	ASCORBICO MG	RETINOL MCG
Coliflor	0.04	0.8	127	6
Colinabo	0.09	0.4	73	2
Col	0.10	0.6	38	2

HERNANDEZ M., ET AL., 1987.

KCAL = KILOCALORIAS

MG = MILIGRAMOS

MCG = MICROGRAMOS

## 2. Plagas que atacan al cultivo.

El insecto comunmente llamado "pulgón" (*Aphis brassicae*), ataca la col, coliflor, colinabo y brócoli; es de color verde o gris cubierto de una capa blanca y se posa generalmente en el haz de la hoja, absorbiendo constantemente la savia, detiene el crecimiento e interfiere en el tamaño y sabor de la fruta desarrollada; produce manchas blancas o cafés, deformando hojas y fruto, y causando finalmente la muerte.

A principios de primavera las hembras de *Pieris brassicae* ponen varios cientos de huevos, lo bastante grandes como para ser visibles. Tienen forma de bala corta y ancha de color amarillo con ranuras longitudinales y transversales, cada huevo da lugar a un gusano de color verdoso que se alimenta vorazmente de las hojas. alcanza una longitud de 2.5 cms. con apariencia aterciopelada debida a numerosos pelos cortos de color blanco; los movimientos de estos gusanos son muy lentos y uniformes siendo sostenidos por tres pares de patas delgadas y cinco pares de patas falsas. Posteriormente se transforma en una crisalida desnuda de color grisáceo verdoso u ocre que permanece suspendida hasta desarrollarse un nuevo adulto.

En época de lluvias el cultivo de brócoli es atacado por *Penospora parasitica* que produce el mildu vellosa en el envés de las hojas (foto 1 y 2).



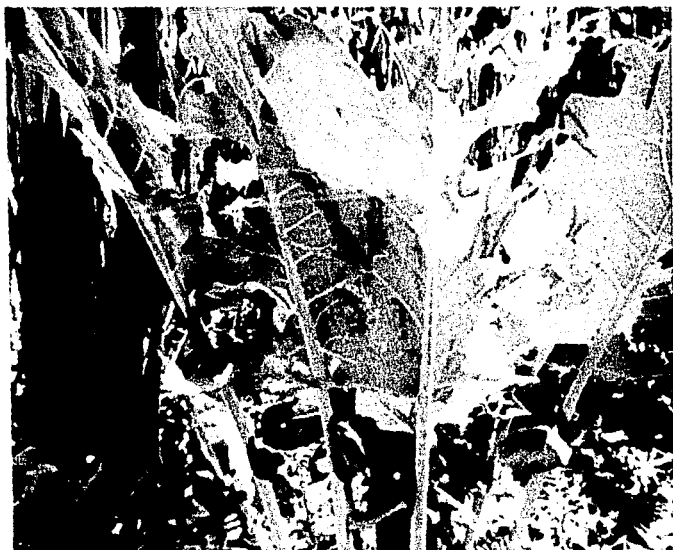


Foto 1 Plaga en estado de larva de *Pieris brassicae* que ataca el cultivo de brocoli

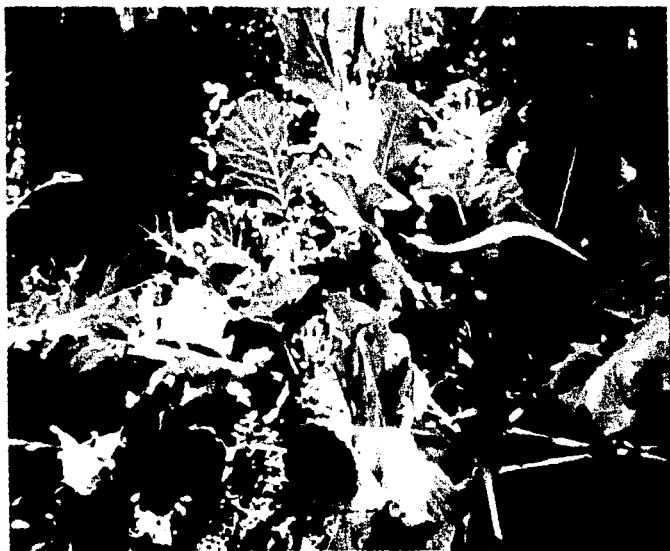
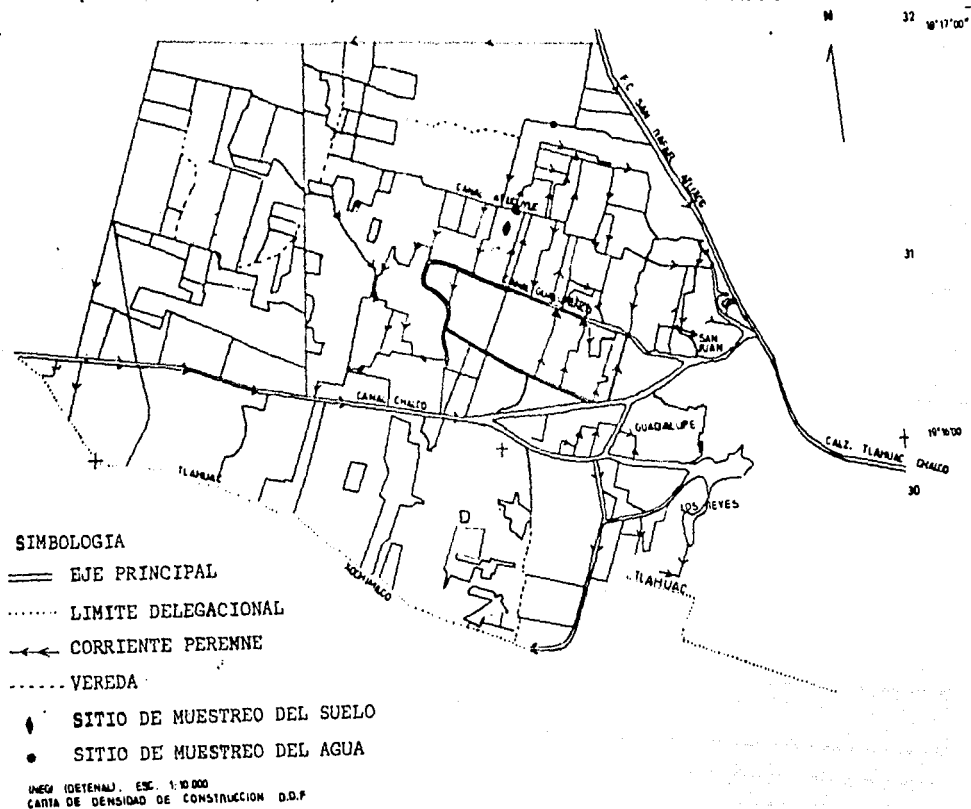


Foto 2 Desarrollo de inflorescencia de brocoli, lista para corte, en suelos de chinampa, Tlahuac, D.F.

#### IV DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

##### A. Localización

La Delegación Tláhuac se encuentra limitada por las delegaciones: Iztapalapa al Norte; Milpa Alta al Sur; Xochimilco al Oeste y por el Estado de México al Este. Se encuentra a 26 km al Sureste de la Ciudad de México entre los paralelos  $19^{\circ}16'06''$  de latitud N y  $99^{\circ}00'16''$  de longitud W, con una altitud de 2,400 msnm (mapa 1). La chinampa en estudio se localiza entre los canales Atecuyuc y Guadalupanco. Tláhuac, D.F., se cultiva todos los años con maíz.



## B. Topografía

Las principales elevaciones de la zona de estudio son la Sierra de Santa Catarina, que es un macizo volcánico y se orienta de Este a Sureste y forma una serie de conos cineríticos con una altura de 2,734 msnm, comprende los cerros Tecuatzin (2,610 msnm), Xaltépetl (xalli = arena, tépetl = cerro) con 2,450 msnm, Guadalupe (2,670 msnm), Telecon (2,470 msnm); presenta una pendiente promedio de  $30^\circ$ .

La colina baja que denominan el Peñon de los Baños, está formada de material piroclástico de composición intermedia, principalmente de cenizas, arena y lavas basálticas (Fig 1).

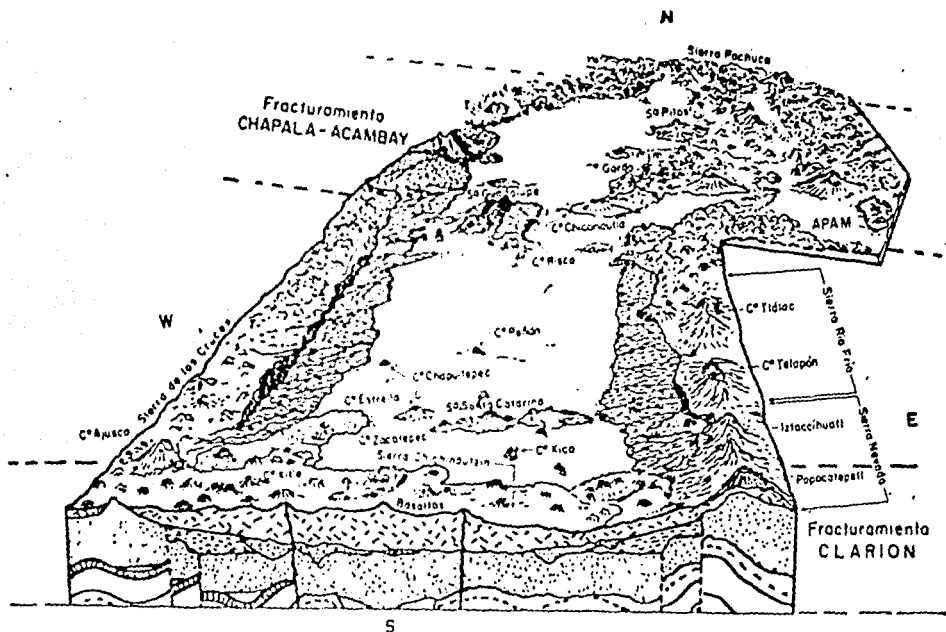


fig. 1 Orientación de la Sierra de Santa Catarina. Sierra de Rio Frio y Sierra Nevada (Mooser, 1963).

El Teuhtli se encuentra al Suroeste, con una altura de 2.700 msnm, forma parte de la Sierra del Chichinautzin y tiene la misma composición de la Sierra de Santa Catarina (García, 1954).

### C. Geología

La cuenca de México se divide en tres periodos: Terciario Medio, Superior y Cuaternario. Se encuentra fracturado en tres zonas, al Norte Fracturamiento Chapala-Acambay con menor actividad volcánica; al Sur Clarion o Humboldt y el tercero entre ambos. La actividad tectónica y volcánica es muy reducida y se restringe a fracturamientos tensionales secundarios (Fig. 2). N

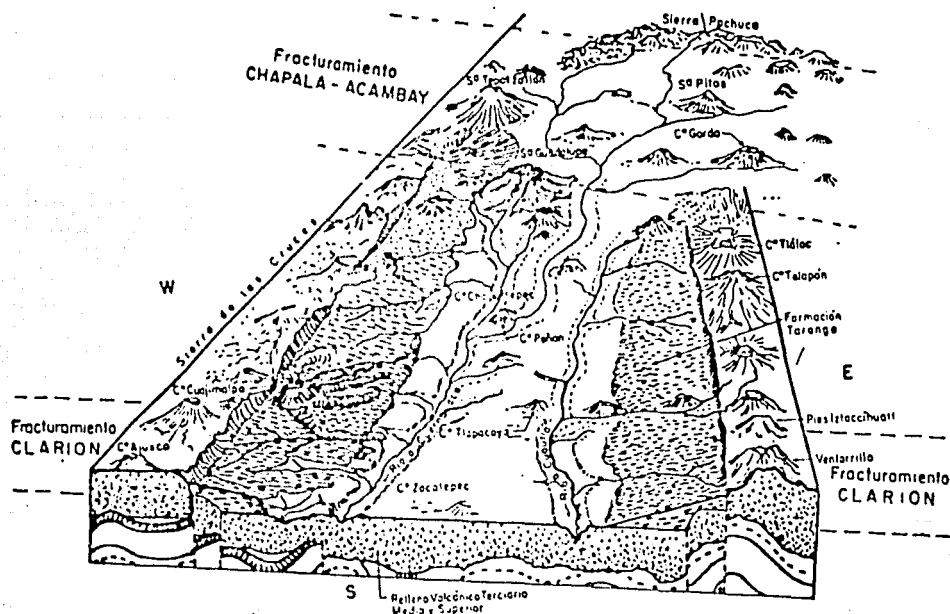


fig. 2. Fracturamiento de la Cuenca del Valle de México en tres zonas Chapala-Acambay al Norte, Clarion o Eje Neovolcánico Transversal al Sur y el Fracturamiento del Centro entre ambos.

Durante el Terciario Medio se produjo el fracturamiento Chapala-Acambay, a medida que se ampliaban y hundían sus bloques, formaron fuerzas tensionales dirigidas al SSE donde surgieron lavas que formaron las Sierras de las Cruces y de Río Frio.

En el Terciario Superior comenzó a formarse el fracturamiento Humboldt-Clarión (fig. 2), originándose los volcanes del Ajusco, Iztaccihuatl (izta: blanco, cihuatl: mujer) y Popocatépetl (popoca: humeante, tepetl: cerro). La intensa actividad tectónica provocó el hundimiento acelerado de la zona Clarion y desarrollando vulcanismo del Cuaternario Superior que se manifestó con extraordinarias efusiones de lavas intermedias y fenobasálticas, brechas y arenas de la Sierra del Chichinautzin.

Esta barrera volcánica tiene un espesor de 3,000 metros e interrumpe el drenaje hacia el Sur, por donde corrían los ríos Cuernavaca y Guautla, cerrando la cuenca. El vulcanismo con grandes cantidades de materiales explosivos y el clima del Pleistoceno, con sus lluvias y deshielos, depositaron cantos rodados, gravas, arenas y cenizas, que rellenaron la cuenca.

Solamente la presencia de abundantes lluvias combinadas con frecuentes erupciones de ceniza se explica que la cuenca de México se haya rellenado rápidamente con acarreo de materiales coluviales; en ciertas partes como: Xochimilco y Chalco, se tienen espesores de 800 metros, sobre todo los últimos 50 o 60 metros superficiales son de origen lacustre, conteniendo arcillas altamente hidratadas, que al bajar su presión hidrostática, a consecuencia de la exagerada extracción de agua, pierden su volumen (Mooser, 1961).

Existen numerosas evidencias para demostrar el espacio fluvial anterior a la formación de la Sierra del Chichinautzin.

En el interior de la cuenca hay valles erosionados, en la Formación Tarango son más profundos al Sur que en el Norte; las lavas del predegal de San Angel descansan en el lecho del valle que sufrió la máxima erosión; más aún en el extremo Sur se encuentra la Sierra de Xochitepec, desprovista de abanicos aluviales por haber desaparecido la Formación Tarango, gracias a la erosión interna entre la Sierra de Zempola y el Tepozteco. El valle antiguo continuaba al Sur pasando al Este de Cuernavaca en el espacio cubierto por las lavas y cruza el camino a Tepoztlán (Mooser, 1963) (fig. 3).

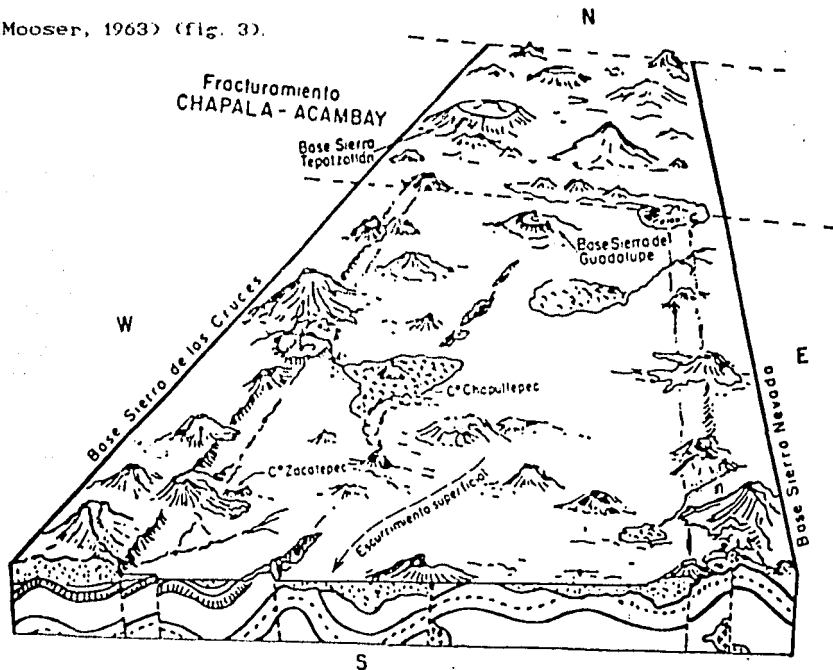


fig. 3 Escurrimiento superficial con orientación Norte-Sur de la Cuenca del Valle de México (Mooser, 1963).

#### D. Clima

El clima de esta region, segun Koeppen modificado por Garcia, (1984), corresponde a un C (W<sub>1</sub>)(w) b (i), templado subhúmedo con lluvias en verano con cociente P/T de 55, lluvia invernal menor del 5 %; temperatura media anual de 12°C para el mes más frio y 18°C para el más cálido; la isoterma 15°C se localiza a 2,300 msnm y la 11°C a 3,700 msnm en la Sierra del Chichinautzin con precipitación media de 600 a 800 mm.

El clima es bastante uniforme, ya que esta protegido por zonas montañosas, como son la Sierra de Santa Catarina, Teuhtli y Xico.

Los meses más lluviosos son Julio, Agosto y Septiembre.

La precipitación es de tipo orográfico y convectivo; la humedad esta condicionada por los vientos alisios, provenientes del centro de alta presión Bermuda-Azores, cruzan la Sierra Madre Oriental y se presentan en el Valle de México, con orientación NE a SE; la humedad que contienen, se precipita debido al movimiento convectivo del aire desde el fondo del valle, por enfriamiento adiabático que experimentan al ser obligados a ascender sobre la vertiente de la zona montañosa. Las nubes se forman en las partes altas de la Sierra y son de tipo Cumulos, transportadas por vientos superiores hacia la parte plana del valle, produciendo aguaceros torrenciales.

Las tolveneras tienen orientación NE a SE y ENE a SO y son muy frecuentes en febrero y marzo, debido a la escasez de agua en esta época y la fuerte insolación que favorece la inestabilidad de la atmósfera aumentando la turbulencia del aire.

## E. Suelos

Proviene de material no consolidado tal como lapilli, arena y cenizas volcánicas, estos materiales constituyen la gran mayoría de los conos cineríticos de las Sierras aledañas. Tienen texturas que van de migajón limo arenoso a arenoso, con poca consistencia y restricción de agua, poco fértiles con saturación de bases menor a 50% y alta permeabilidad (Cervantes, 1976).

Los suelos de la zona chinampera han sido estudiados por diferentes autores, como Trejo (1984) y Fernández (1988); son de color muy oscuro, con densidad aparente muy baja, altos porcentajes de M.O., alta capacidad de intercambio catiónico, pH alto (mayor de 7.0), entre los cationes intercambiables están  $Mg^{++}$  y  $Na^{+}$ , con textura de migajón arcilloso, franco, y migajón-limo-arenoso, con alto porcentaje de sodio intercambiable (mayor de 15%) y además un exceso de sales, sobre todo cloruros, sulfatos y bicarbonatos, que en combinación con los diferentes cationes, predominan en la zona de estudio.

El uso de estos suelos ha sido reducido, debido a la contaminación por sales y sodio así como drenaje interno deficiente, pasan de primera y segunda calidad agrícola a suelos de tercera, llegando a su abandono total.

Fernández (1988) realizó un estudio para disminuir las sales y el sodio intercambiable en estos suelos, aplicando láminas de lavado y cloruro ferrico ( $FeCl_3$ ) como mejorador cultivando rábano, concluyendo que la lámina de lavado con dosis de mejorador favorece el desplazamiento de sales y sodio del complejo de intercambio.



## F. Vegetación

La vegetación acuática crece en forma vegetativa a través de rizomas que los hacen excelentes fijadoras del sustrato; por ejemplo *Hydrocotyle ranunculoides*, *Polygonum amphibium* (Gallegos et al, en Venegas, 1978).

En la llanura lacustre se encuentra el árbol típico *Salix bonplandiana* ("ahuejote" o sauce del agua, atl: agua, huexotl: sauce), que se encuentra en las orillas de las chinampas como ancladores y sujetadores del suelo y además sirve de sostén a plantas trepadoras como *Cucubita ficifolia* y *Secium edule*.

Actualmente se tienen hidrófitas como:

*Polygonum amphibium* (L.), "achihllo".

*Polygonum persicarioides* (HBK.), "chihllo".

*Polygonum apathifolium* (L.), "chihllo".

*Lilaeopsis occidentalis*.

*Berula erecta* (Luds.), "berro".

*Eleocharis palustris*.

*Sirpus americanus*, "sacatule" o "tule esquinado".

*Hydrocotyle ranunculoides* (L.), "ombigo de Venus".

*Lemna minor* (L.), *L. gibba* (L.) y *Wolffia columbiana* (Karsten), "chilacastle".

*Spirodela polyrrhiza* (L.), "chilacastle".

*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, "huachinango", "lirio acuático", "jacinto de agua".

*Thypha latifolia* (L.), "tule ancho".

*Jaegeria bellidiflora* (Moc. & Sesse), "margarita de agua", "estrella de agua".

*Limnobiun laevigata*.

*Azolla filiculoides* (Lam.), "amoyo".

*Hydromystria laevigata* (Willd.), "tepalacate".

Gran parte de las hortalizas y flores, introducidas en América por los españoles durante la Colonia e incorporadas a las plantas cultivadas nativas, no tuvieron problemas para establecerse en el nuevo ambiente e integrarse a los ya existentes, tales como:

*Brassica oleracea* var *cauliflora*, "brocoli".

*Brassica oleracea* var *botrytis* (L.), "coliflor".

*Brassica oleracea* var *capitata* (L.), "col".

*Brassica oleracea* var *napobrassica* (Mill.), "colinabo".

*Brassica oleracea* var *gemmifera* (DC.) Zenk. "col de bruselas".

*Brassica napus*, "nabo".

*Apium graveolens* (L.), "apio".

*Spinacia oleracea* (L.), "espinaca".

*Beta vulgaris* var. *crassa* (Alef.), "betabel".

*Beta vulgaris* var. *cicla* (L.), "acelga".

*Petroselinum crispum* (Hoffm.), "perejil".

*Cynara scolymus* (L.), "alcachofa".

*Triticum sativum* (Lam.), "trigo".

*Hordeum vulgare* (L.), "cebada".

*Daucus carota*, "zanahoria".

*Coriandrum sativum* (L.), "cilantro".

*Centaurea cyanus*, "piñel".

*Zantedeschia aethiopica* (L.), "alcatraz".

La agricultura prehispánica chinampera estaba caracterizada por la presencia de los siguientes cultivos:

*Cucurbita ficifolia* (Couche.), "chilacayote".

*Cucurbita pepo* (L.), "calabaza redonda".

*Capsicum annum* (L.), "chile".

*Amaranthus leucocarpus* (Wats.), "uauhtli".

*Suaeda torreyana* (Wats.), "romerito".

*Chenopodium sp.*, "quintonil", "quelites".

*Zea mays* (L.), "maíz".

*Physalis ixocarpa* (Brot.), "tomate".

*Salvia hispanica* (L.), "chia".

*Lycopersicon esculentum* (Mill.), "jitomate".

*Phaseolus vulgaris* (L.), "frijol".

*Tagetes erecta* (L.), "cempaxochitl".

Principales plantas que producen olor:

*Matricaria chamomilla* (L.), "manzanilla".

*Rosmarium officinalis* (L.), "romero".

*Ocimum basilicum*, "albahaca".

*Mentha sativa* (L.), "hierbabuena".

Las principales plantas que se cultivan en la zona chinampera de Tlahuac, D.F., son actualmente: maíz, coliflor, rabano, espinaca, betabel, acelga, calabaza japonesa, huauzontle o quelite de mazorca (*Chenopodium nuttalinae*, Saff.), cilantro, hierbabuena, romerito, apio, pincel y cempaxochitl.

Las hierbas anuales que se encuentran asociadas a los cultivos, son especies que crecen como malezas, destacando:

*Chenopodium ambrosioides* (L.), "epazote".

*Chenopodium sp.*, "quelite" y "quintonil".

*Hordeum jubatum* (L.), "zacate criollo".

*Cynodon dactylon* (L.), "pata de gallo".

*Echinochloa crusgavonia*, "zacate robusto".

*Rumex flexicaulus* (L.), "lengua de vaca cimarrona".

*Rumex crispus* (L.), "lengua de vaca vinagrera".

*Polygonum amphibium* (L.), "achilillo".

*Scirpus americanus*, "xacatule".

*Gynerium saggitatum*, "carrizo".

Para elevar el nivel de las chinampas se utiliza el huauchinango, achilillo, berro, chilacastle, tule ancho, xacatule, ombligo de Venus, *Lilaeopsis occidentalis* y el tepalacate.

La gran productividad del agroecosistema chinampero se debe a la utilización de plantas acuáticas frescas como abono verde, por el alto contenido de nitrógeno y fósforo, y la adición de agualodo, que mejora la estructura del suelo, mantiene la humedad adecuada y retiene las sales del suelo que son nocivas para la planta.

## G. Hidrología

De la precipitación de las lluvias en las sierras, una parte se escurre y otra se infiltra, que aparecen a través de numerosos manantiales y nutrian el lago de Xochimilco-Tlahuac, cuyo nivel dependía totalmente de dichos aportes.

Sin embargo, el bombeo de estos manantiales trajo como consecuencia la descompensación del régimen hidrológico, observándose abatimiento del nivel de agua; la medida tomada por el D.D.F. fué restarurar el agua extraida con aguas residuales de la Ciudad de México, provenientes de la planta de tratamiento del Cerro de la Estrella, inaugurada en 1959. El agua tratada entra por el Canal Nacional y se desvia por el canal de Chalco, hasta llegar a la Laguna de Los Reyes Aztecas, pasa al canal Guadalupanco y penetra totalmente a la zona chinampera.

Estas aguas contienen una alta concentración de sales y sodio y al seguir siendo utilizadas, aumentara la salinidad de los suelos, terminando así con esta belleza hecha por el hombre.

El ex-lago de Tlahuac se encuentra actualmente reducido a una serie de canales, llamados "acalotes", que son de mayor profundidad y anchura; estos están constantemente perturbados debido al frecuente dragado para evitar el azolve y la continua extracción del lirio acuático a fin de mantener y garantizar la vialidad para el transporte de hortalizas o abonos animales.

Entre las chinampas, los canales se llaman "apantle" (atl: agua, pantle: línea), tienen un metro de profundidad por dos de ancho y con un movimiento del agua casi nulo; presentan acumulación de grandes cantidades de detritus que se originan por la descomposición de las plantas.

La vegetación acuática que se observa en estos canales son hidrófitas libres flotadoras que no requieren un sustrato sólido para establecerse; se pueden mencionar: *Eichhornia crassipes*, *Limnobium laevigatus*, *Polygonum amphibium*, *Lemna gibba*, *Wolffia*

*columbiana*, *Spirodela polyrrhiza*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Polygonum amphibium*, etc.

La realimentación del lago con estas aguas ha traído como consecuencia la extinción de plantas acuáticas como *Sagittaria latifolia*, *Myriophyllum hippuroides*, *Utricularia vulgaris*, *Nymphaea odorata*, *Potamogeton illinoensis*, *Mimulus glaberrimus*, *Potamogeton pusillus*, *Pistia stratiotes*, *Wolffia oblonga* (Novelo y Gallegos, 1988).

## V. METODOLOGIA

### a) De campo.

Los suelos se colectaron en una chinampa de Tláhuac, D.F., en dos calicatas de 60 cm de profundidad tomando muestras de suelo cada 10 cm, con el fin de hacer las determinaciones físicas y químicas y conocer su estado actual; las muestras se secaron y tamizaron con una malla del # 10.

Se preparó el almacigo haciendo un rectángulo de 1 x 1.50 m, colocando una capa de estiércol seco, con el fin de evitar que el lodo se adhiriera al suelo. Este lodo se extrae con el "zoquimaitl" (bolsa para lodo), y se extiende de tal forma que se procura uniformarlo en grosor; se deja escurrir y evaporar el agua durante 1 a 2 días hasta alcanzar la capacidad de campo, permitiendo ser fraccionado utilizando un cuchillo, en pequeños cubos de 4 x 4 cm de lado, que reciben el nombre de "chapines".

Una vez fraccionado todo el almacigo, en cada chapín se hizo un hoyo de 0.5 cm de profundidad y se colocaron 2 semillas de brócoli, con un tiempo de permanencia de las plantulas de 45 días, a este proceso se le denomina "ensemillar". Una vez terminado, se cubre con una capa de estiércol finamente tamizado y una de pasto seco para evitar la evaporación excesiva y la depredación de aves y roedores.

La técnica agrícola de chapines facilita el manejo de las plantas y durante su transplante las raíces no sufren ningún daño; el chapín es un reservorio de nutrientes y aumenta las posibilidades de adaptarse en las primeras fases de desarrollo al sitio

definitivo, posee buenas características físicas como textura, densidad aparente baja y retención de humedad adecuada, que garantizan una buena germinación. Al ser transplantados, se hace un desahije a los 10 días dejando la planta más vigorosa.

La preparación del terreno implica varias actividades: de barbecho, emparejado, surcado y abonado. El barbecho consiste en roturar el terreno con tractor, se voltean los bloques de suelo, con el fin de que al quedar expuesto al sol, puedan morir algunos insectos nocivos, como la "gallina ciega", que destruye las raíces cuando se encuentra en estado de larva. Después con la base del azadón, se rompen los bloques; una vez desterronado, se procede a emparejar el terreno con el tractor y realizar un surcado de 60 cm de ancho.

Una vez emparejado el terreno se aplicó el yeso, con un testigo y tres tratamientos con cuatro repeticiones. No se utilizó abono alguno, debido a que el objetivo era conocer el efecto de la aplicación de diferentes dosis de yeso (cuadro No 5).

Cuadro 5 Requerimiento de yeso para sustituir el sodio intercambiable en suelo de chinampa, Tlahuac, D.F.

	Kg de yeso por parcela	P.S.I. desplazado teórico	Yeso aplicado (ton/ha)	Costo actual (Pesos/ha)
Testigo	0	0	0	0
T. 1	12.80	12	12.240	409,600
T. 2	18.20	17	14.500	580,000
T. 3	23.46	22	18.700	750,000



Las parcelas son de 5 m de largo por 2.5 m de ancho, entre cada parcela se dejaron calles de 0.5 m y la distribución de los tratamientos fue completamente al azar (cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución de las parcelas experimentales completamente al azar, en chinampa cultivando brócoli

2	1	T	3	1	T	3	2	T	2	3	1	3	2	T	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tratamiento	$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
	(ton/ha)
Testigo (T)	—
Tratamiento 1	10.240
Tratamiento 2	14.500
Tratamiento 3	18.770



Las dosis de mejorador se calcularon con base al PSI existente, tomando en cuenta la densidad aparente y la profundidad de 0.2 m, donde la acumulación de sales y sodio es mayor.

El yeso se aplicó al voleo tratando de homogenizar el suelo con el azadón; dicho suelo se encontraba húmedo para evitar la compactación del yeso y la disminución de su efecto.

El transplante de los chapines se lleva a cabo con mucho cuidado al sitio donde van a quedar definitivamente, se hace un hoyo en el valle del surco dejando una separación de 0.5 m entre cada dos plantas, ya que esta distancia se considera adecuada para este cultivo; las parcelas tienen un total de 28 plantas.

El cultivo se llevó a cabo en condiciones de temporal y durante los primeros quince días, después del transplante, se regó diariamente debido a un retraso de la época de lluvias

**b) De laboratorio.**

1. A los cuatro meses y medio de desarrollo se cosechó el follaje, raíz e inflorescencias y se determinó el peso fresco.
2. Para el lavado se utilizó el método de Arkeley (1960) que consiste en sumergir el material vegetal con HCl 0.1 N, se enjuaga varias veces con agua de la llave y agua destilada, secando durante ocho días a 50°C.
3. Una vez seco el material vegetal, se determina el peso seco y se realiza la molienda en un molino de acero inoxidable usando una malla del # 40.
4. Se lavaron los crisoles con HCl al 25 %, enjuagando y secando a 110°C a peso constante, se colocaron en el desecador y se pesa en balanza analítica; agregar un gramo de material vegetal y un gramo de persulfato de amonio mezclando; calentar en el mechero hasta que no se desprendan vapores, se colocan en la mufla durante 6 horas a 500°C para calcular el % de cenizas.
5. A las cenizas se agrega 5 ml de HCl concentrado y se coloca en una placa caliente filtrando en papel Whatman # 2, enjuagando varias veces y aforando a 100 ml. Se toman alícuotas para determinar los contenidos de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ .

A los suelos colectados se les determinaron las siguientes propiedades físicas y químicas:

**Propiedades físicas:**

Color en seco y húmedo (Tablas de Mnunsell, Soil Color, 1954).

Densidad aparente (método de la probeta, Bayer, 1956).

Textura (Bouyoucos, 1951).

### Propiedades químicas.

pH con agua destilada y solución salina de KCl 1 N pH 7, en relación 1:5 (Potenciómetro Corning, Jackson, 1982).

Materia orgánica (Walkley y Black, modificado por Walkley, Jackson, 1970).

C.I.C. (Jackson, 1970).

Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup> intercambiables y solubles (Cheng y Bray, 1951).

Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> intercambiables y solubles (Jackson, 1970).

C.E. (Allison *et al*, 1949).

CO<sub>3</sub><sup>=</sup> y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Reitemeir, 1943).

Cl<sup>-</sup> (Mohr, 1949).

SO<sub>4</sub><sup>=</sup> (Jackson, 1970).

### Análisis de plantas.

#### Propiedades físicas:

Rendimiento en peso fresco (gravimétrico, Flores, 1975).

Porcentaje de cenizas (gravimétrico, Flores, 1975).

#### Propiedades químicas:

Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup> (cenización por vía seca, Cheng y Bray, 1951).

Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> (cenización por vía seca, Jackson, 1982).

### Análisis de agua.

Se colectaron muestras de agua cada 15 días, a 10 cm de profundidad, del canal Atecuyuc, Tláhuac, D.F., a partir del mes de julio de 1987 hasta octubre de 1988; se trasladaron al laboratorio para analizar C.E., pH, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>=</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, sólidos totales y % de materia orgánica.

## VI. RESULTADOS

Los análisis físicos y químicos de la calicata 1 (Cuadro 7 y gráfica 1), muestran que el pH con agua destilada es de 8.2 a 9.3 y con KCl 1N pH 7 de 7.6 a 8.4, ambos en relación 1:5; la densidad aparente fluctúa de 0.40 a 0.60 g/cc, la textura varía de migajón arcilloso, migajón arenoso a franco; la materia orgánica (M.O.) varía de 11.24 a 25.79% siendo extremadamente rico, aumenta con la profundidad, al igual que el carbono que varía de 6.5 a 14%, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) fluctúa de 53.12 a 78 meq/100 gr de suelo, bastante alta por el alto porcentaje de M.O. y disminuye a mayor profundidad; para los cationes intercambiables: el  $Ca^{++}$  varía de 85.5 a 37, el  $Mg^{++}$  de 60.8 a 114.9 de suelo y el  $Na^+$  de 59.17 a 6.9 meq/100 gr de suelo, los tres cationes disminuyen al aumentar la profundidad, al igual que el PSI que varía de 82.32 de 0 a 10 cm a 12.52; el  $K^+$  intercambiable tiene valores entre 0.79 a 0.40.

Cuadro 7 Resultados de los análisis físico-químicos de la calicata 1, en suelos de chinampa, Tlahuac, D.F.

Profundidad (cm)	Seco	Húmedo	TEXTURA			D.A. g/cc	pH		M.O. %	C %	C.I.C.T.	Cationes Intercambiables				P.S.I.	P ppm	
			Arena	Limo	Arcilla		H <sub>2</sub> O	KCl				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>			
			1	1	1	(1:5)												
10	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	34.6	30.4	33.2	0.60	9.3	8.4	11.24	6.5	63.37	85.5	62.2	59.17	0.79	82.32	3300	
	Migajón arcilloso																	
20	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	34.4	34.4	31.2	0.59	9.2	8.1	11.40	6.6	53.12	58.9	60.8	10.43	0.40	19.63	2700	
	Migajón arcilloso																	
30	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	48.8	28.0	23.2	0.54	8.8	7.9	12.58	7.2	63.27	45.0	95.0	11.30	0.40	17.85	4250	
	Franco																	
40	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	54.8	28.0	17.2	0.50	8.5	7.7	19.75	10.0	78.00	54.1	85.5	11.30	0.66	14.48	4850	
	Migajón arenoso																	
50	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	52.8	24.0	23.2	0.40	8.2	7.6	23.79	13.0	55.48	28.5	85.5	6.95	0.46	12.52	4350	
	Migajón arcilloso																	
60	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	54.8	36.0	19.2	0.52	8.2	7.8	25.79	14.0	68.02	37.0	114.9	13.04	0.76	19.17	4850	
	Migajón arcillo aren.																	
fin	10YR 4/1 gris oscuro	10YR 2/1 negro	46.4	36.0	17.6	0.54	8.3	7.6	14.70	8.5	-	29.0	24.0	18.69	0.58	-	2750	
	Franco																	

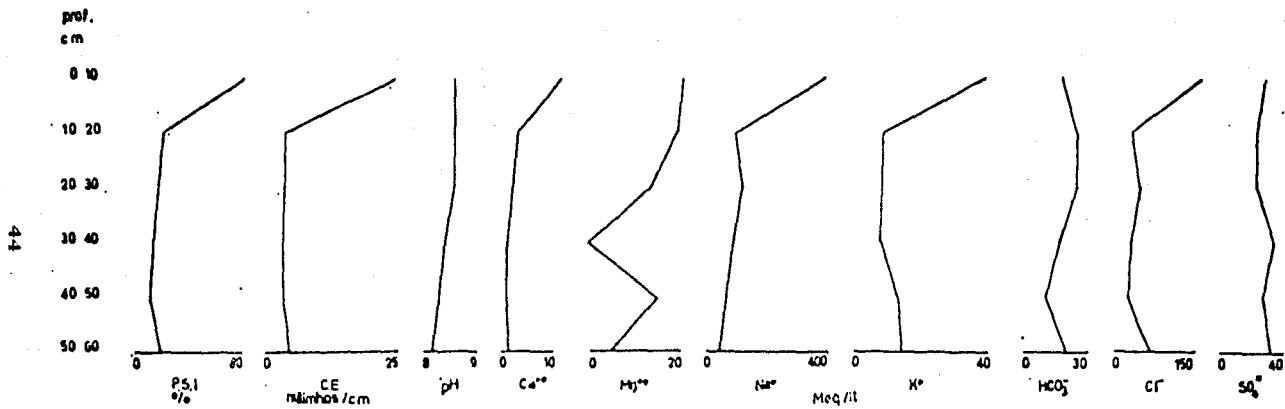


Con respecto a las pastas de saturación (cuadro 8 y grafica 2) se observa que la C.E. varía de 25 a 3.0 milimhos/cm a 25°C, el Na<sup>+</sup> soluble de 434.78 a 50 meq/lt, ambos disminuyen al aumentar la profundidad; el pH de la pasta de saturación varía de 8.6 a 8.2, el Ca<sup>++</sup> y el Mg<sup>++</sup> solubles disminuyen al aumentar la profundidad de 11.4 a 1.14 meq/lt y de 20.52 a 2.28 meq/lt, respectivamente. El K<sup>+</sup> soluble varía de 3.71 a 0.81 meq/lt, no se detectaron CO<sub>3</sub><sup>=</sup>; los HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> varían de 30 a 17 meq/lt, los Cl<sup>-</sup> de 168 a 23 meq/lt, estos valores son muy altos. Los sulfatos varían de 28.27 a 41.98 meq/lt, aumentando con la profundidad.

Cuadro 8 Resultados de los análisis químicos del extracto de la pasta de saturación de la calicata 1, en suelo de chinampa, Tlahuac, D.F.

Prof. (cm.)	C.E. mhos/cm	pH	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
			meq/lt.							
0 - 10	25.0	8.6	11.40	20.52	434.78	3.71	-	24.0	168	-
10 - 20	3.5	8.6	3.04	19.38	116.52	0.81	-	30.0	32	28.27
20 - 30	3.5	8.6	2.78	14.06	136.52	0.88	-	30.0	45	29.98
30 - 40	3.0	8.4	1.14	12.28	108.69	0.89	-	24.0	32	41.98
40 - 50	3.2	8.3	1.14	15.58	81.73	1.15	-	19.0	23	35.12
50 - 60	4.4	8.2	1.52	6.84	50.00	1.28	-	27.0	71	40.27
Chapín	11.0	8.3	25.00	61.94	172.10	15.38	-	10.0	40	125.00

GRAFICA 2. RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DEL EXTRACTO DE PASTA DE SATURACION DE LA CALICATA 1 EN SUELO DE: CHINAMPA-TLAHUAC, D.F

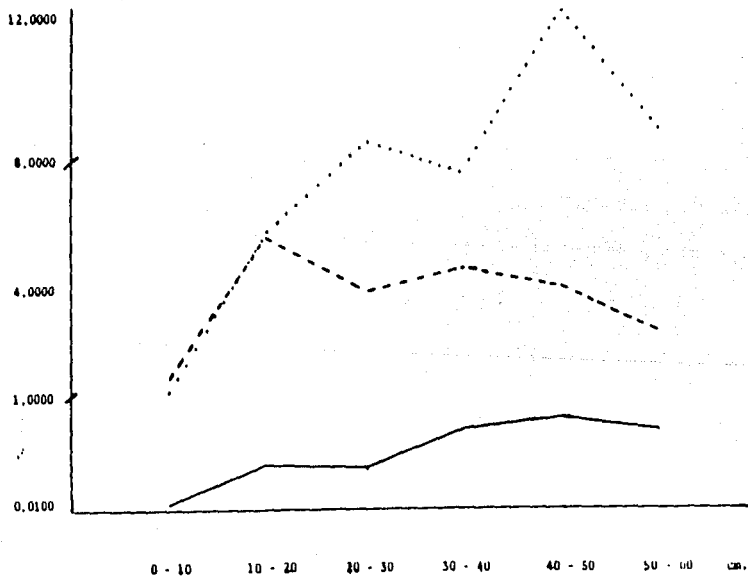


Las relaciones entre cationes intercambiables (cuadro 9 y gráfica 3), predominan  $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$  de 0 a 10 cm; al aumentar la profundidad el  $\text{Mg}^{++}$  es el doble que el  $\text{Ca}^{++}$  y ambos predominan sobre el  $\text{Na}^+$ , se observa que el  $\text{Mg}^{++}$  aumenta de 20 a 60 cm, pero el valor más alto de 12.30 se encuentra de 40 a 50 cm; el  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  tienen valores semejantes de 10 a 20 cm, la relación  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  es baja y oscila entre 0.0133 y 0.0582.

Cuadro 9 Relaciones entre cationes intercambiables del suelo de la calicata 1, Tlahuac, D.F.

PROFUNDIDAD (cms)	$\text{Ca}^{++}/\text{Na}^+$	$\text{Mg}^{++}/\text{Na}^+$	$\text{K}^+/\text{Na}^+$
0 - 10	1.4449	1.0522	0.0133
10 - 20	5.6471	5.8293	0.0383
20 - 30	4.0353	8.4070	0.0353
30 - 40	4.7876	7.5663	0.0584
40 - 50	4.1007	12.3021	0.0661
50 - 60	2.8374	8.8113	0.0582

Gráfica 3 Relaciones entre cationes intercambiables en suelo de la calicata 1, Tlahuac, D.F.



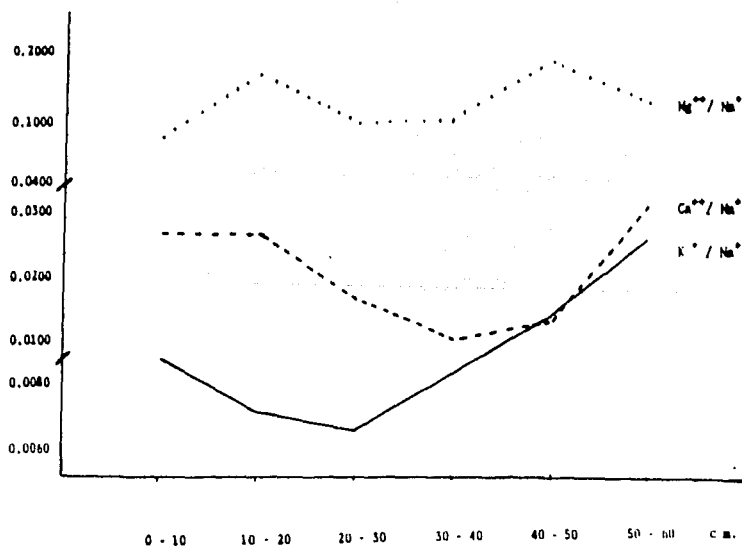


Las relaciones entre cationes solubles de la calicata 1 (cuadro 10 y gráfica 4) muestran para el  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  valores muy bajos de 30 a 40 cm; las relaciones  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{K}^+$  sobre  $\text{Na}^+$  son muy semejantes en las profundidades de 40 a 50 cm: de 0.0139 a 0.0140. Los valores más altos para  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  se encuentran de 10 a 20 cm, el  $\text{Mg}^{++}$  tiene un valor más alto de 10 a 20 y de 40 a 50 cm con 0.1906; observar que hay un aumento del  $\text{K}^+$  de los 30 a 60 cm.

Cuadro 10 Relaciones entre cationes solubles del suelo de la calicata 1, Tláhuac, D.F.

PROFUNDIDAD (cms)	$\text{Ca}^{++}/\text{Na}^+$	$\text{Mg}^{++}/\text{Na}^+$	$\text{K}^+/\text{Na}^+$
0 - 10	0.0262	0.0471	0.0085
10 - 20	0.0260	0.1663	0.0069
20 - 30	0.0167	0.1029	0.0064
30 - 40	0.0104	0.1129	0.0081
40 - 50	0.0139	0.1906	0.0140
50 - 60	0.0303	0.1368	0.0256

Gráfica 4 Relaciones entre cationes solubles en suelo de la calicata 1, Tláhuac, D.F.

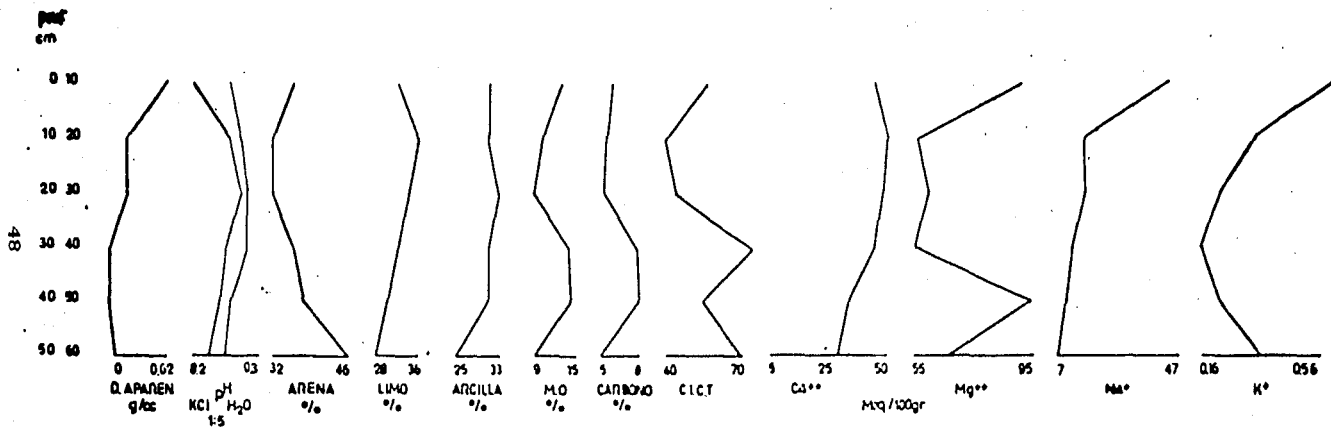


Los resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata 2 (Cuadro 11 y gráfica 5) presentan un pH con agua destilada de 8.5 a 9.3 y con KCl 1N pH 7 en relación 1:5 de 8.2 a 9.2, la densidad aparente varía de 0.51 a 0.57 gr/cc, las texturas son migajón arcilloso, migajón arenoso a franco, la M.O. es bastante alta y aumenta con la profundidad de 9.06 a 14.08%, al igual que el porcentaje de carbono, que varía de 5.2 a 8.1, la C.I.C. varía de 40 a 73 meq/100 gr de suelo, es bastante alta; el Ca<sup>++</sup> intercambiable varía de 45.6 a 31.3 meq/100 gr de suelo, el Mg<sup>++</sup> aumenta a profundidades mayores de 56 cms con 142.5 meq/100 gr de suelo; el contenido de Na<sup>+</sup> intercambiable varían de 47.39 a 7.78 meq/100 gr de suelo, las concentraciones mayores se presentan en la superficie; el K<sup>+</sup> varía de 0.66 a 0.16 meq/100 gr suelo.

Cuadro 11 Resultados de los análisis físico-químicos de la calicata 2 en suelo de chinampa, Tlahuac, D.F.

Prof. (cm.)	COLOR		TEXTURA			D.A. g/cc	pH H <sub>2</sub> O (1:5)	KCl	M.O. %	C %	C.I.C.T. meq/100 gr. de suelo	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P.S.I. %	P ppm
	Seco	Húmedo	Arena	Limo	Arcilla												
0 - 10	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	36.8	32.0	31.2	0.55	9.0	8.2	10.07	5.8	57.18	45.6	95.9	47.39	0.66	82.87	3600
10 - 20	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	32.8	36.0	31.2	0.57	9.2	9.0	9.25	5.15	40.47	50.3	56.0	16.52	0.35	40.82	3400
20 - 30	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	32.4	34.0	33.2	0.57	9.3	9.2	9.06	5.2	44.65	85.5	58.0	16.95	0.23	37.96	3850
30 - 40	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	36.8	32.0	31.2	0.51	7.3	8.9	11.97	7.8	53.12	45.6	56.0	12.17	0.16	15.78	4150
40 - 50	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	38.8	30.0	31.3	0.51	8.8	7.9	14.08	8.1	58.5	35.1	100.7	10.00	0.23	17.09	3850
50 - 60	10YR 5/1 gris	10YR 2/1 negro	46.8	28.0	25.2	0.52	8.5	7.7	13.73	8.0	68.25	31.2	69.3	7.78	0.38	11.39	4250
					Franco												

GRAFICA 5. RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LA CALICATA 2 EN SUELO DE CHINAMPA TLATEJAC D.F



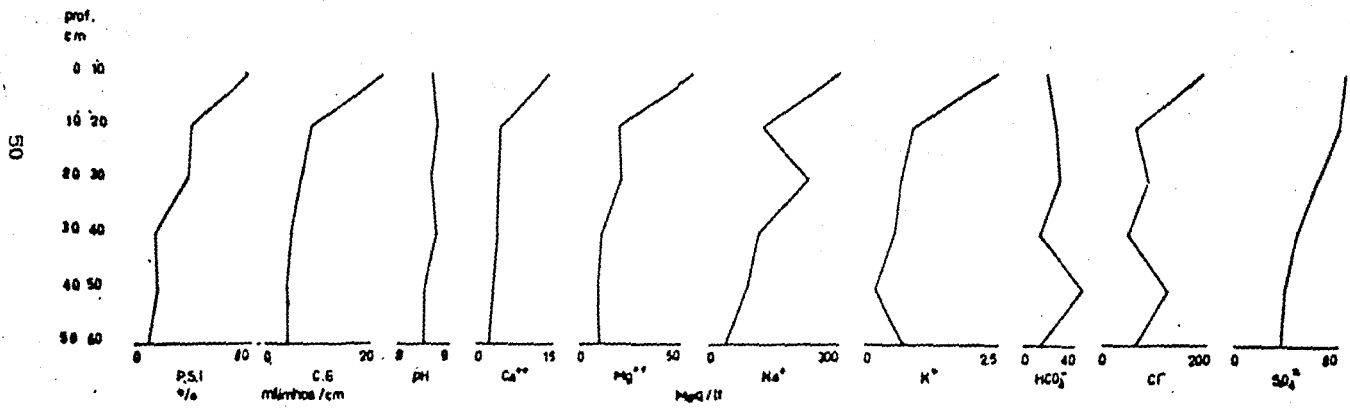
Con respecto a las pastas de saturación de la calicata 2 (cuadro 12 y gráfica 6) se observa que las C.E. van de 22.4 a 3.4 milimhos/cm a 25°C, los PSI son bastante altos de 82.87 a 11.39 %, éste disminuye al aumentar la profundidad; el Na<sup>+</sup> soluble tiene la mayor concentración en comparación con otros cationes: de 365.21 a 41.31 meq/lt., el K<sup>+</sup> se encuentra en menor concentración varía de 2.82 a 0.1600 meq/lt., el Ca<sup>++</sup> disminuye al aumentar la profundidad, de 13.68 a 2.66 meq/lt. y el Mg<sup>++</sup> fluctúa entre concentraciones de 51.96 a 5.32 meq/lt. De los aniones solubles en mayor concentración están los Cl<sup>-</sup> que varían de 178 a 44 meq/lt., los SO<sub>4</sub><sup>=</sup> varían de 77 a 38 meq/lt., no se detectaron CO<sub>3</sub><sup>=</sup>; los HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> varían de 17 a 32 meq/lt.

Estos suelos se clasifican dentro de los salinos-sódicos, debido a que las C.E. es mayor de 4 milimhos/cm a 25°C, el PSI es mayor de 15 % y el pH mayor de 8.0.

Cuadro 12 Resultados de los análisis químicos del extracto de la pasta de saturación de la calicata 2, Tlahuac, D.F.

Prof. (cm.)	C.E. mmhos/cm.	pH	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
meq/lt.										
0 - 10	22.4	8.6	13.68	51.96	365.21	2.82	-	17.0	178.0	-
10 - 20	7.8	8.7	3.80	12.54	127.82	0.83	-	21.0	54.0	77.11
20 - 30	6.3	8.6	3.42	13.10	236.95	0.65	-	23.0	79.0	60.83
30 - 40	4.8	8.7	3.80	5.52	119.56	0.53	-	16.0	44.0	-
40 - 50	3.4	8.5	3.42	6.25	91.50	0.16	-	32.0	119.0	38.55
50 - 60	3.4	8.5	2.66	5.70	41.30	0.71	-	17.0	62.0	35.42

GRAFICA 6. RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DEL EXTRACTO DE PASTA DE SATURACION DE LA CALICATA 2 EN SUELO DE CHINAMPA TLAHUAC, D.F

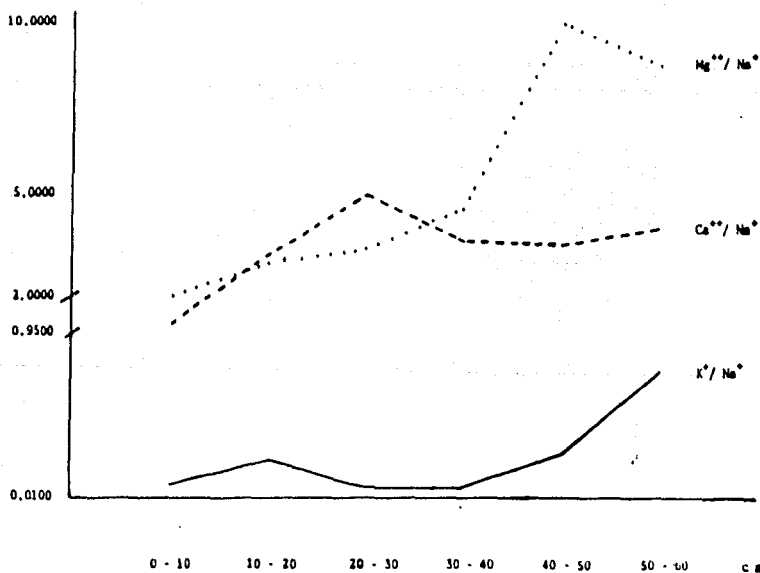


Las relaciones entre cationes intercambiables de la calicata 2 (cuadro 13 y gráfica 7), son predominantes el  $Mg^{++} > Ca^{++} > Na^{+} > K^{+}$  a una profundidad de 0 a 10 cm; el  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$  se tienen concentraciones iguales de 10 a 20 cm, el valor más alto para el  $Mg^{++}$  se encuentra de los 40 a 50 cm. La relación  $K^{+}/Na^{+}$  en estos suelos es muy baja y varía de 0.0139 a 0.0488.

Cuadro No 13 Relaciones entre cationes intercambiables de suelo de la calicata 2, Tlahuac, D.F.

PROFUNDIDAD (cms)	$Ca^{++}/Na^{+}$	$Mg^{++}/Na^{+}$	$K^{+}/Na^{+}$
0 - 10	0.9622	2.0236	0.0139
10 - 20	3.0447	3.3898	0.0211
20 - 30	5.0442	3.4198	0.0135
30 - 40	3.7469	4.6014	0.0131
40 - 50	3.5104	10.0700	0.0230
50 - 60	4.1002	8.9074	0.0488

Gráfica 7 Relaciones entre cationes intercambiables en suelo de la calicata 2, Tlahuac, D.F.

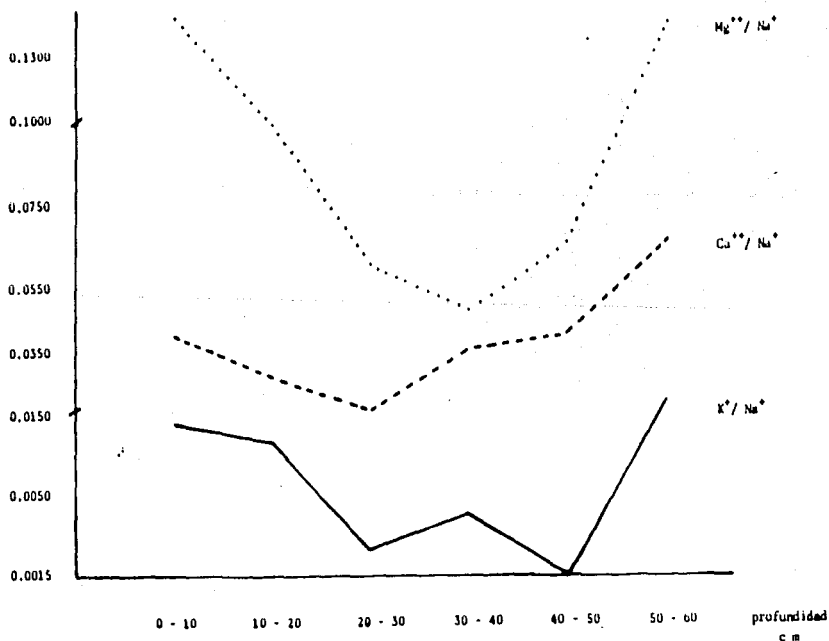


Los cationes solubles (cuadro 14 y gráfica 8) que se encuentran en mayor concentración son  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{K}^+$ , de 0 a 10 cm, aunque presentan valores muy bajos en la profundidad de 20 a 30 cm y de 40 a 50 cm; de 30 a 40 cm, el  $\text{Mg}^{++}$  presenta el valor más bajo de 0.0444; los valores más altos para el  $\text{Mg}^{++}$  se presentan de 0 a 10 y de 50 a 60 cm, con 0.1422 a 0.1380.

Quadro 14 Relaciones entre cationes solubles del suelo de la calicata 2, Tlahuac, D.F.

PROFUNDIDAD (cm)	$\text{Ca}^{++}/\text{Na}^+$	$\text{Mg}^{++}/\text{Na}^+$	$\text{K}^+/\text{Na}^+$
0 - 10	0.0374	0.1422	0.0072 ✓
10 - 20	0.0247	0.0981	0.0064
20 - 30	0.0144	0.0561	0.0027
30 - 40	0.0317	0.0444	0.0043
40 - 50	0.0374	0.0644	0.0117
50 - 60	0.0644	0.1380	0.0171

Gráfica 8 Relaciones entre cationes solubles en suelo de la calicata 2, Tlahuac, D.F.



Los análisis de suelo después de la cosecha (cuadros 15, 16 y gráfica 9) muestran que la C.E. inicial del suelo es de 22.4 mmhos/cm a 25°C para el Testigo, 17 para el T 1, 34 para el T 2 y 23.5 para el T 3, siendo la mínima C.E. en el T 1 con 10.240 Ton/ha de yeso como mejorador, el pH de la pasta de saturación es de 8.6 y permanece sin cambio; el  $\text{Ca}^{++}$  intercambiabile inicial es de 45.6 meq/100 gr de suelo, aumenta a 71.2 para el T 1, 54.1, en el T 2 y 53.67 para el T 3; el  $\text{Mg}^{++}$  inicial del Testigo es de 95.9, baja 3 veces su valor en el T 1 a 23.5, en el T 2 baja a 33.74 y en el T 3 a 24.7, en meq/100 gr de suelo.

Cuadro 15 Resultados de los análisis químicos en suelo de chinampa después de la cosecha de brócoli.

Tratamientos	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	P	$\text{S.I}_i$	$\text{S.I}_f$	$\text{S.I}_d$	$\text{P.S.I}_i$	$\text{P.S.I}_f$
	meq/100 gr de suelo				ppm	meq/100 gr de suelo			%	
Testigo	45.60	95.90	47.39	0.66	3600	47.39	47.39	0	82	82.00
T # 1	71.20	23.75	19.02	1.72	3075	47.39	19.02	28.37	70	33.20
T # 2	54.10	33.74	33.14	1.88	3603	47.39	33.14	14.25	65	57.95
T # 3	53.67	24.70	23.75	2.04	4200	47.39	23.75	23.64	60	41.53

$\text{S.I}_i$  = Sodio intercambiabile inicial

$\text{S.I}_f$  = Sodio intercambiabile final

$\text{S.I}_d$  = Sodio intercambiabile desplazado

$\text{P.S.I}_i$  = Porcentaje de sodio intercambiabile inicial

$\text{P.S.I}_f$  = Porcentaje de sodio intercambiabile final.

El  $\text{Na}^+$  intercambiabile del Testigo es de 47.39 meq/100 gr de suelo bajo a 19.02 para el T 1, para el T 2 es de 33.14 y para el T 3 es de 23.75. En relación al  $\text{K}^+$  del testigo es de 0.66 meq/100 gr de suelo aumenta a 1.72 para el T 1, para el T 2 es de 1.98 y para el T 3 es de 2.04.



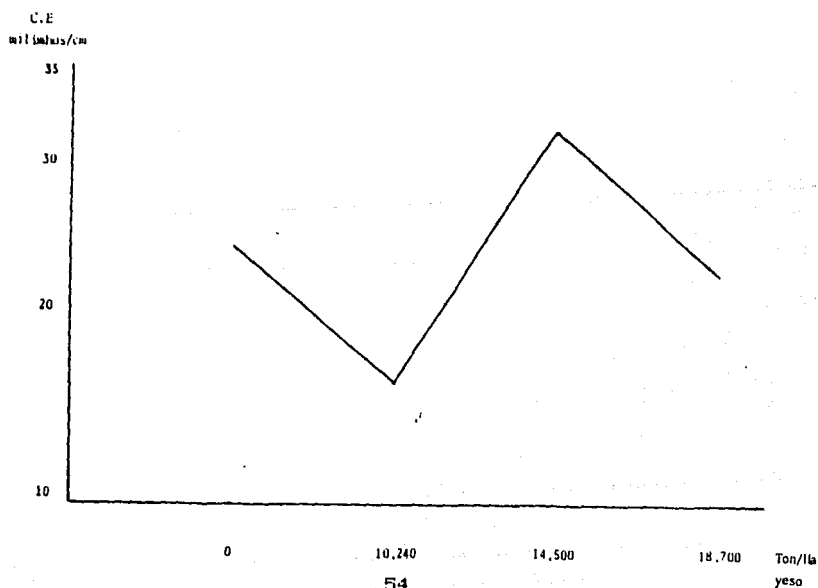
**Cuadro 16 Análisis químicos de suelo del extracto de la pasta de saturación después de la cosecha de brócoli.**

Tratamientos	C.E. milimhos/cm	pH	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup> mg/lit	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/lit	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
Testigo	22.4	8.6	13.68	51.96	365.2	2.82	-	17.0	152.5	108.24
T # 1	17.0	8.6	28.50	56.24	397.6	3.13	-	12.5	100.0	326.0
T # 2	34.0	8.6	35.53	108.38	373.3	4.99	-	12.5	257.5	375.2
T # 3	23.5	8.8	37.71	115.52	401.7	5.38	-	17.5	325.0	499.9

C.E = Conductividad eléctrica en milimhos/cm.

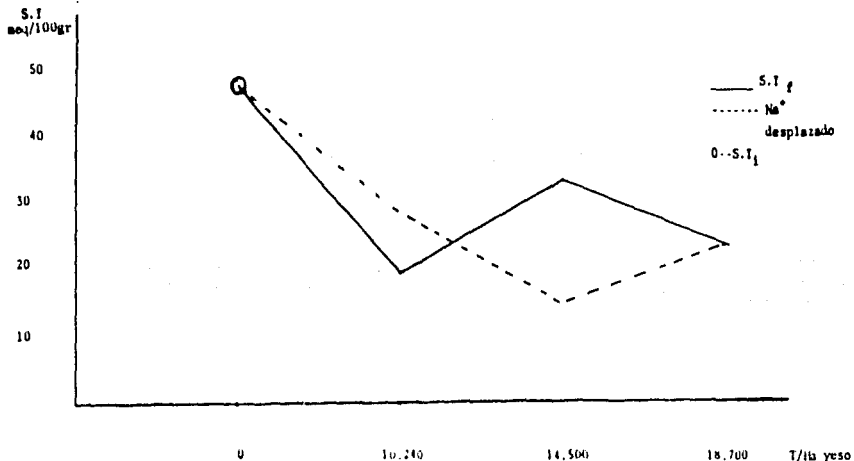
Los contenidos de fósforo para el Testigo es de 3600 ppm, para el T 1 es de 3075 ppm, en el T 2 es de 3605 ppm y en el T 3 es de 4200 ppm; estos valores son extremadamente altos (Moreno, 1970) que se explica por la contaminación con detergentes.

Gráfica 9 Diferencias en C.E. entre los tratamientos en suelos de chinampa, Tlahuac, D.F., aplicando yeso como mejorador.



En la gráfica 10 se puede observar que el  $\text{Na}^+$  intercambiable tiene un valor de 47.37 meq/100 gr de suelo y se desplazó de la siguiente manera: el Testigo sin desplazamiento, para el T 1 con 28.37 meq/100 gr de suelo, el T 2 con 14.25 y para el T 3 con 23.64; el S.I. fue mayor para el T 1 con 23.37 meq/100 gr de suelo con la aplicación de 10.240 ton/ha de yeso.

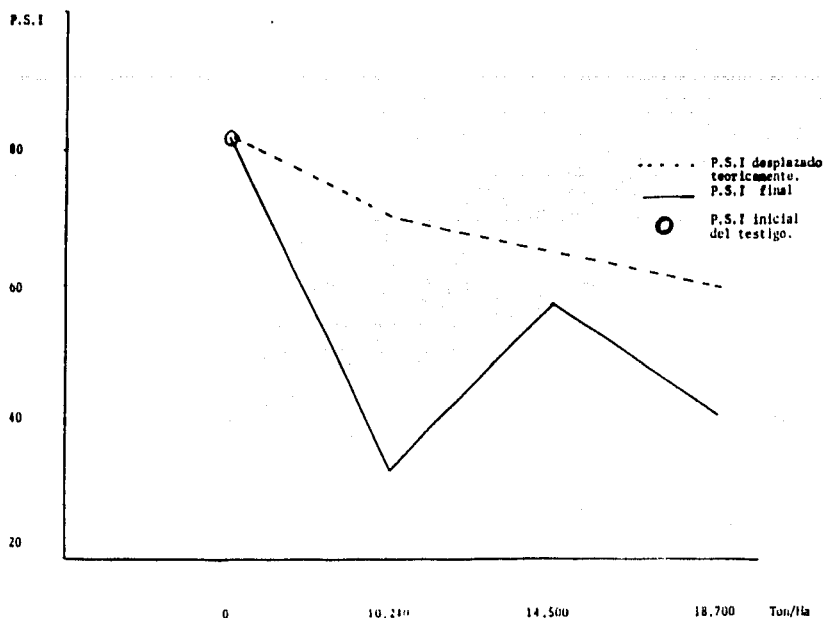
Gráfica 10 Variación de S.I.<sub>A</sub> y S.I.<sub>f</sub> después de los tratamientos en suelo de chinampa aplicando yeso como mejorador



En la gráfica 11 se puede observar que  $\text{P.S.I.}_f$  del Testigo es de 82 %, para el T 1 es 70 %, para el T 2 es de 65 % y para el T 3 de 60 %; al aplicar los diferentes tratamientos descenden los valores para el  $\text{P.S.I.}_f$ ; en el T 1 a 33.26 %, en el T 2 a 57.95 %, y para el T 3 a 41.93 %.

El  $\text{Ca}^{++}$  soluble del Testigo es de 13.68 meq/lt y aumento 2 veces en el T 1 a 28.50 meq/lt; para el T 2 y T 3 se triplico; el  $\text{Mg}^{++}$  soluble también aumenta en el Testigo de 51.96 meq/lt a 56.24 en el T 1, en el T 2 a 103.38 y en el T 3 a 115.52 meq/lt.

Gráfica 11 Relación entre el P.S.I.<sub>i</sub> y P.S.I.<sub>f</sub> en suelo de chinampa aplicando yeso como mejorador.



El  $\text{Na}^+$  soluble del Testigo es de 365.2 meq/lt. y aumenta en el T 1 a 397.6 meq/lt., debido a su sustitución del complejo de intercambio, en el T 2 aumenta ligeramente a 373.3 meq/lt. y para el T 3 a 401.7 meq/lt.

No se detectaron  $\text{CO}_3^{=}$ ; los  $\text{HCO}_3^-$  del Testigo tienen un valor de 17 meq/lt. y disminuyen a 12.5 meq/lt.; la concentración de  $\text{SO}_4^{=}$  es muy alta: 108.24 meq/lt. para el Testigo, aumenta a 326.0 para el T 1, 375 para el T 2 y 499.9 meq/lt. para el T 3.

Con respecto a las relaciones entre cationes intercambiables en el suelo después de la cosecha (Cuadro 17 y gráfica 12) que el  $\text{Mg}^{++}$  es más alto en el Testigo con 2.0236, en el T 1 baja a 1.2486 debido a que tanto el  $\text{Na}^+$  como el  $\text{Mg}^{++}$  fueron desplazados

por el  $\text{Ca}^{++}$ , para el T 2 la relación  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  tiene los mismos valores de 1.0181, para el T 3 el  $\text{Mg}^{++}$  es ligeramente mayor que el  $\text{Na}^+$ , presenta un valor de 1.0400.

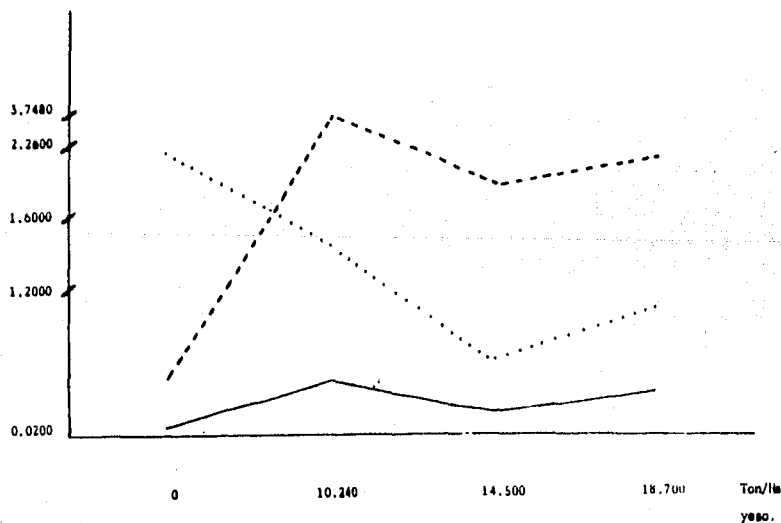
La relación  $\text{Ca}^{++}/\text{Na}^+$  es más alto en el T 1 debido a que se desplazó mayor el  $\text{Na}^+$ ; en el T 2 el  $\text{Ca}^{++}$  es mayor que el  $\text{Na}^+$  con valores de 1.6424; para el T 3, el  $\text{Ca}^{++}$  tiene valores parecidos al T 2, el  $\text{Na}^+$  presenta un valor de 2.2597.

La relación  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  es muy baja para el Testigo con 0.0139, pero aumenta para el T 1 y T 3 es mayor de 0.0904 a 0.0858, debido a que el  $\text{K}^+$  intercambiable aumenta.

Cuadro 17. Relaciones entre cationes intercambiables del suelo después de la cosecha de brócoli.

TRATAMIENTOS	$\text{Ca}^{++}/\text{Na}^+$	$\text{Mg}^{++}/\text{Na}^+$	$\text{K}^+/\text{Na}^+$
TESTIGO	0.9622	20.2363	0.0239
T 1	3.7434	1.2486	0.0904
T 2	1.6324	1.0181	0.0567
T 3	2.2597	1.0400	0.0858

Grafica 12 Relaciones entre cationes intercambiables de suelo después de la cosecha de brócoli.

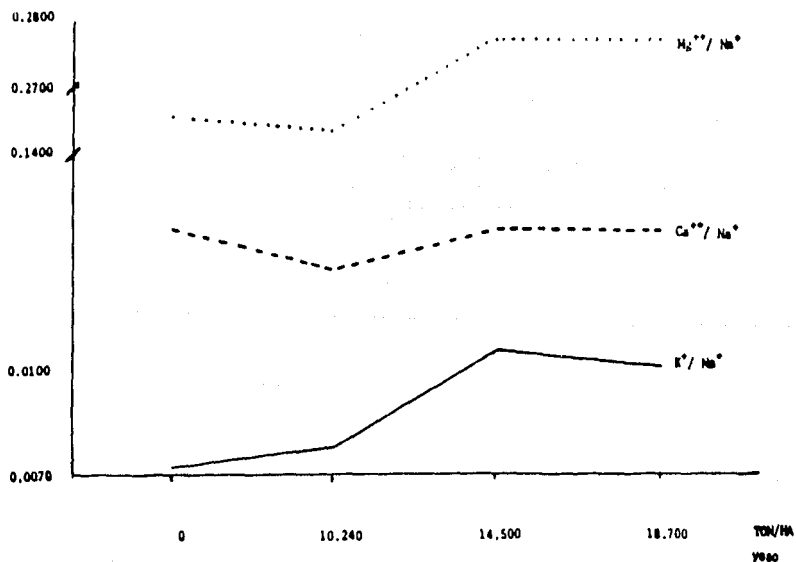


Con respecto a las relaciones entre cationes solubles después de la cosecha (cuadro 18 y gráfica 13), la relación  $Mg^{++}/Na^{+}$  es mayor en el T 2 y en T 3 debido a que el  $Mg^{++}$  fué desplazado por el  $Ca^{++}$  y tiene valores de 0.2769 a 0.2875 para el Testigo y el T 1 a causa del poco  $Na^{+}$  desplazado; la relación  $Ca^{++}/Na^{+}$  es más alta en el T 2 y T 3, debido a que  $Ca^{++}$  soluble tiene mayor tonelaje; la relación  $K^{+}/Na^{+}$  es menor que el Testigo y T 1, debido a que hay poco  $K^{+}$  soluble, para el T 2 y T 3, la relación  $K^{+}/Na^{+}$  es mayor, el  $Na^{+}$  y el  $K^{+}$  se mantienen altos.

Cuadro 18 Relaciones entre cationes solubles del suelo después de la cosecha de brócoli.

TRATAMIENTOS	$Ca^{++}/Na^{+}$	$Mg^{++}/Na^{+}$	$K^{+}/Na^{+}$
TESTIGO	0.0574	0.1422	0.0072
T # 1	0.0716	0.1414	0.0078
T # 2	0.0951	0.2769	0.0133
T # 3	0.0938	0.2875	0.0133

Gráfica 13 Relaciones entre cationes solubles de suelo después de la cosecha de brócoli.



## RESULTADOS DE PLANTAS.

Una vez seca la planta, se procedió a realizar la bromatología. Se tomaron 40 plantas al azar de cada tratamiento, en total 160 plantas de los cuales se seleccionaron por diferencia de peso en inflorescencias de mayor peso, peso medio y poco peso de cada tratamiento, todas las inflorescencias tienen el mismo tamaño.

Los contenidos de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y cenizas totales se mencionan en el cuadro 19, los porcentajes de cenizas varían de 10.79 a 11.82, los valores más altos se encuentran en inflorescencias de mayor peso en el Testigo; el T 2 y T 3 presentan porcentajes de 11.22 y 11.44; el  $\text{Ca}^{++}$  se encuentra en mayores porcentajes en inflorescencias de mayor peso fluctuando de 0.186 a 0.204 en el T 3 y Testigo ubicados dentro de los rangos normales (Moreno 1970). El  $\text{Mg}^{++}$  va de 1.933 a 3.898% y son bastante altos, se encuentran en inflorescencias de peso medio y mayor peso del del T 3 y T 1, los valores más bajos están en el inflorescencias de mayor peso del Testigo y T 2 con porcentajes de 2.010 a 2.864. Los porcentajes de  $\text{K}^+$  se encuentran en inflorescencias de mayor peso del Testigo y T 2 en valores que varían de 0.057 a 0.078, el  $\text{Na}^+$  permanece constante en todas las inflorescencias de 0.004 a 0.006%; la distribución del  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  en inflorescencias se encuentran más bajas que el valor normal (Moreno, 1970).

CUADRO 19 CONTENIDO EN % Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> TOTALES EN INFLORESCIENCIAS DE Brassica oleracea  
var. cauliflora.

TRATAMIENTOS	CENIZAS	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
	%	%	%	%	%
TESTIGO - G	11,82	0.204	2.010	0.006	0.057
TESTIGO - M	10.90	0.114	2.670	0.004	0.032
TESTIGO - P	11.48	0.066	2.540	0.005	0.031
T # 1 - G	11.10	0.117	3.898	0.005	0.067
T # 1 - M	11.50	0.072	2.092	0.006	0.070
T # 1 - P	10.90	0.058	2.426	0.005	0.053
T # 2 - G	11.22	0.144	2.864	0.005	0.078
T # 2 - M	10.79	0.108	3.327	0.004	0.068
T # 2 - P	11.19	0.135	3.791	0.004	0.067
T # 3 - G	11.44	0.186	2.470	0.004	0.053
T # 3 - M	11.29	0.217	1.933	0.005	0.056
T # 3 - P	11.10	0.153	2,379	0.004	0.063

G = Inflorescencias de mayor peso.

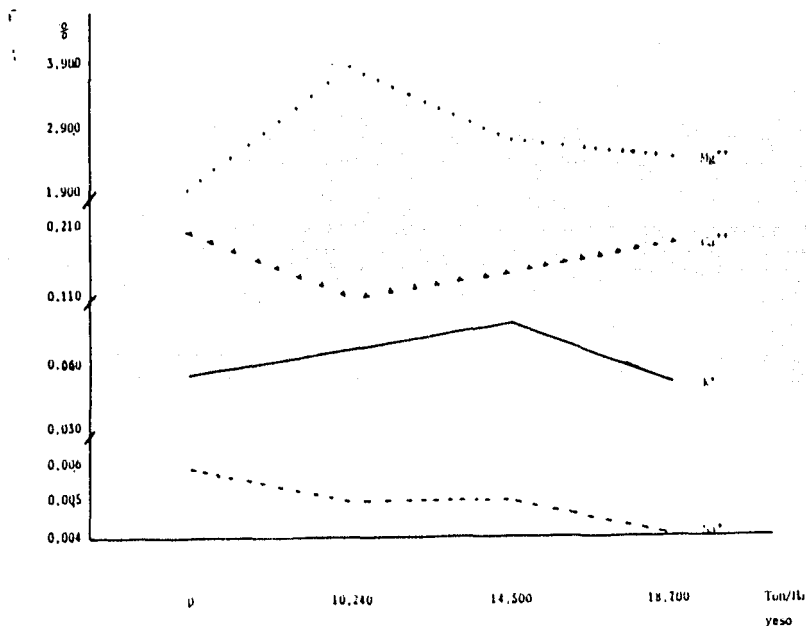
M = Inflorescencias de peso medio.

P = Inflorescencias de poco peso.

En la gráfica 14 se presentan los valores más altos de los porcentajes de cationes en las inflorescencias de mayor peso, así el  $Mg^{++}$  varía de 3.898 en el T 1, en el T 2 con 2.864%, estos valores se consideran más altos de lo normal (Moreno, 1970).

El  $Ca^{++}$  tiene un valor de 0.024 % en el Testigo; el  $K^+$  más alto de 0.078 en el T 2 el  $Na^+$  varía de 0.006 % en el Testigo, ambos se encuentran más bajos dentro de los rangos normales.

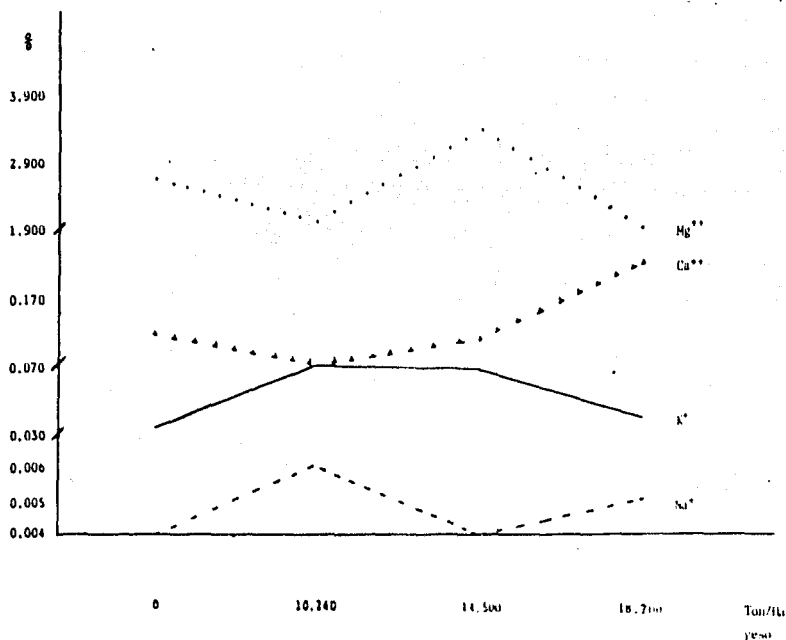
Gráfica 14 Diferencias de elementos en porcentaje de  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^+$  y  $K^+$  totales en inflorescencias de mayor peso de brócoli.



En la gráfica 15 se muestran los valores más altos para los cationes en inflorescencias de peso medio, en el T 2 el  $Mg^{++}$  tiene un valor más alto de 3.791% , en el T 3 los contenidos de  $Ca^{++}$  tienen valores semejantes; para el  $Na^+$  se encuentran valores entre 0.004 a 0.006%.

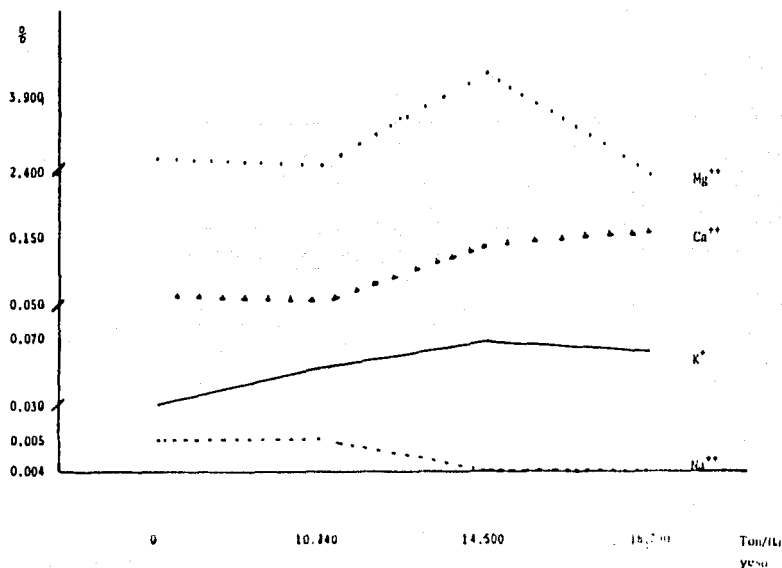


Gráfica 15 Diferencias de elementos en porcentaje de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  totales en inflorescencias de peso medio de brócoli.



En la gráfica 16 se encuentran los valores mas altos de cationes en inflorescencias de poco peso. el  $\text{Mg}^{++}$  tiene valores de 3.791% en el T 2, el  $\text{Ca}^+$  y el  $\text{K}^+$  varían de 0.135 a 0.153 y y 0.063 a 0.067 % en el T 2 y T 3, el  $\text{Na}^+$  tiene valores de 0.005 % en el Testigo y T 1.

Gráfica 16 Diferencias de elementos en porcentaje de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  totales en inflorescencias de poco peso de brocoli.



En el cuadro 20 se pueden observar los contenidos de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y cenizas totales en hojas, raíz y tallo, el % de cenizas más alto se encuentra en raíces del Testigo y T 2, donde el suelo tiene mayores C.E. reflejando la gran cantidad de sales; el menor % de cenizas se encuentra en el T 1 con 14.96 %. Los porcentajes más elevados de cenizas se localizan en las hojas grandes de los diferentes tratamientos, fluctuando de 17.97 a 21.14, los mayores contenidos de  $\text{Ca}^{++}$  están presentes en las hojas grandes del testigo y en las del T 3 y son de 0.864 a 1.292 %; el contenido de  $\text{Ca}^{++}$  disminuye en las hojas medias y pequeñas de todos los tratamientos.

CUADRO 20. CONTENIDO EN % DE  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  TOTALES EN HOJAS, RAIZ Y TALLO DE Brassica oleracea var. cauliflora.

TRATAMIENTOS	CENIZAS %	$\text{Ca}^{++}$ %	$\text{Mg}^{++}$ %	$\text{Na}^+$ %	$\text{K}^+$ %
TESTIGO - G	20.24	0.864	0.419	0.029	0.018
TESTIGO - M HOJAS	15.55	0.810	0.805	0.018	0.019
TESTIGO - P	19.78	0.414	1.462	0.024	0.023
TESTIGO RAIZ	19.19	0.252	0.997	0.018	0.023
TESTIGO TALLO	19.47	0.648	0.538	0.018	0.046
T # 1 - G	21.14	0.648	1.326	0.032	0.019
T # 1 - M HOJAS	19.56	0.648	0.895	0.029	0.023
T # 1 - P	15.17	0.058	0.986	0.018	0.021
T # 1 RAIZ	14.96	0.036	0.997	0.019	0.020
T # 1 TALLO	16.99	0.741	0.538	0.027	0.021
T # 2 - G	17.97	0.684	1.020	0.027	0.021
T # 2 - M HOJAS	15.81	0.288	0.124	0.017	0.020
T # 2 - P	14.09	0.418	0.945	0.012	0.022
T # 2 RAIZ	21.94	0.396	1.304	0.025	0.025
T # 2 TALLO	18.38	0.018	0.043	0.018	0.043
T # 3 - G	21.00	1.292	1.149	0.026	0.019
T # 3 - M HOJAS	15.32	0.513	1.029	0.015	0.018
T # 3 - P	12.11	0.228	1.113	0.010	0.022
T # 3 RAIZ	17.60	0.342	1.149	0.015	0.022
T # 3 TALLO	13.71	0.228	1.101	0.011	0.032

Los porcentajes de  $\text{Ca}^{++}$  presentes en las raíces son mayores de 0.366 a 0.396, debido a que forman parte de las paredes celulares en el T 1, T 2 y T 3 excepto en el Testigo que es de 0.252, también se encuentra en hojas grandes del Testigo y T 1.

La concentración del  $\text{Mg}^{++}$  es mayor en hojas grandes del T 1, T 2 y T 3 debido a que forman parte de la clorofila, sus valores oscilan de 1.020 a 1.326 % en hojas pequeñas de todos los tratamientos varían de 0.945 a 1.462 %. Este elemento se encuentra dentro de los rangos normales (Moreno, 1970).

El  $\text{Mg}^{++}$  es constante para tallos del Testigo y del T 1 de 0.538%, el valor más alto está presente en el T 3 con 1.101 %.

El contenido de  $\text{Na}^+$  es más alto en las hojas grandes, varía de 0.026 a 0.032 %, en los demás tratamientos permanece constante, los porcentajes de  $\text{Na}^+$  en las raíces es de 0.025 % y caen dentro de los valores normales (Moreno, 1970).

En los tallos los porcentajes de  $\text{Na}^+$  son más bajos del Testigo al T 3 de 0.011 a 0.018 %, excepto para el T 1 que es de 0.027%.

Los contenidos de  $\text{K}^+$  se encuentran en mayores porcentajes en hojas pequeñas varían de 0.023 a 0.025 % para el T 2. El  $\text{K}^+$  es mayor en tallos del Testigo al T 3 con valores de 0.032 a 0.046 % excepto para los tallos del T 1 con valores de 0.021 %, este elemento es muy móvil y se encuentra donde hay mayor actividad metabólica como son las hojas pequeñas.

Con respecto a las relaciones entre cationes totales en inflorescencias de brócoli (Cuadro 21 y graficas 17, 18 y 19) que los valores de las relaciones  $Ca^{++}/Na^{+}$  más altos se encuentran en inflorescencias de mayor peso y peso medio del Testigo y T 3 varían de 43.4 a 28.5, los valores  $Ca^{++}/Na^{+}$  son bajos en el T 1 en inflorescencias de peso medio y poco peso varían de 11.6 a 12, esta relación sigue el mismo comportamiento en inflorescencias de mayor peso y poco peso en los diferentes tratamientos.

Los valores de las relaciones  $Mg^{++}/Na^{+}$  en inflorescencias de mayor peso son mas altos en el T 1 y T 3 de 779.6 a 617.6, en inflorescencias de poco peso presenta valores más bajos en ambos tratamientos, en el Testigo y T 2 esta relación se comporta de la misma manera, los valores más altos se encuentran en inflorescencias de peso medio y poco peso de todos los demas tratamientos, en el T 1 y T 3 en estas mismas inflorescencias presenta un valor más bajo.

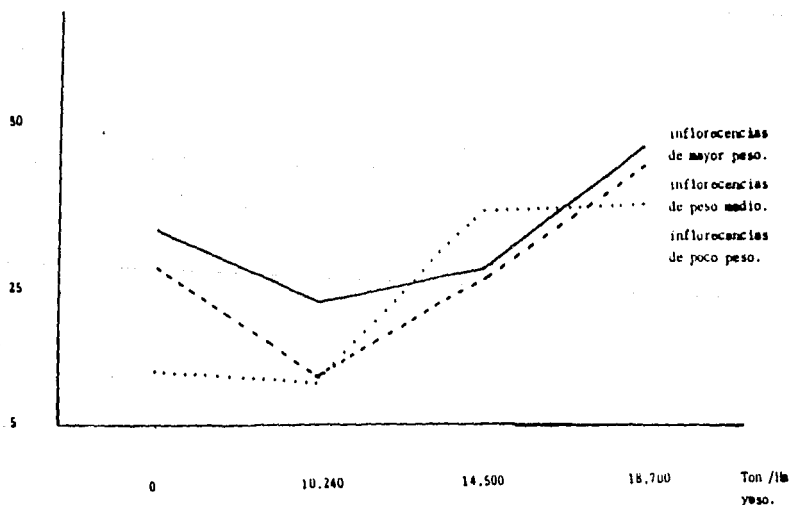
En la relación  $K^{+}/Na^{+}$  se observa que los valores mas grandes se tienen en el T 2 en las 3 diferentes inflorescencias, variando de 15.6 a 17.0, con respecto al Testigo esta relación es baja: de 6.2 a 9.5, al aumentar el tonelaje de yeso en el T 1, aumenta ligeramente de 10.6 a 13.4, pero el T 3 que tiene mas tonelaje de yeso esta relación tiende a bajar, con valores de 11.2 a 15.7, pero son más altos que el Testigo.

Cuadro 21 Resultados de las relaciones entre cationes totales en inflorescencias de brocoli.

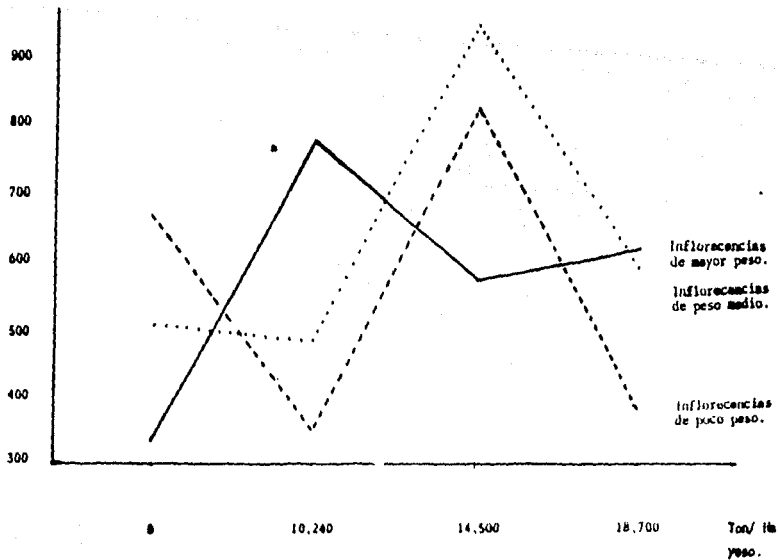
TRATAMIENTOS	Ca <sup>++</sup> /Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup> /Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> /Na <sup>+</sup>
Testigo G	34.0	335.0	9.5
Testigo M	28.5	667.5	8.0
Testigo P	13.2	508.0	6.2
T 1 G	23.4	779.6	13.4
T 1 M	12.0	348.6	11.6
T 1 P	11.6	485.2	10.6
T 2 G	28.8	572.8	15.6
T 2 M	27.0	831.7	17.0
T 2 P	33.7	947.7	16.7
T 3 G	45.6	617.6	13.2
T 3 M	43.4	386.6	11.2
T 3 P	38.2	594.8	15.7

G = inflorescencia de mayor peso.  
M = inflorescencia de peso medio.  
P = inflorescencia de poco peso.

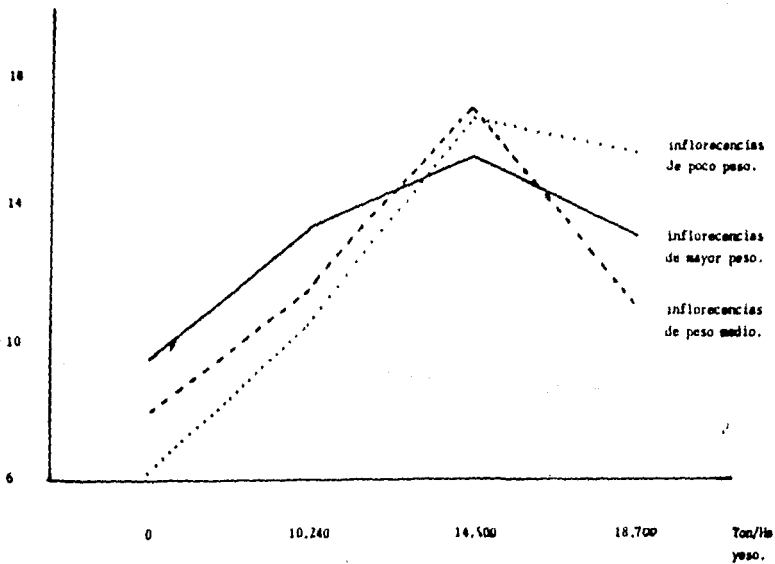
Grafica 17 Resultados de las relaciones entre Ca<sup>++</sup>/Na<sup>+</sup> en inflorescencias de brocoli.



Gráfica 18 Resultados de las relaciones entre  $Mg^{++}/Na^{+}$  en inflorescencias de brocoli.



Gráfica 19 Resultados de las relaciones entre  $K^{+}/Na^{+}$  en inflorescencias de brocoli.



El mejor rendimiento de brocoli en estas condiciones de salinidad es para el T 1 con 10,240 ton/ha de yeso, el peso fresco de las inflorescencias es de 4.142 ton/ha (cuadro 22 y gráfica 20) el mayor tonelaje se obtiene en este tratamiento, el rendimiento por ha de inflorescencias del Testigo es de 3.959 ton/ha, para el T 2 con 2.908 ton/ha y el T 3 con 2.657 ton/ha.

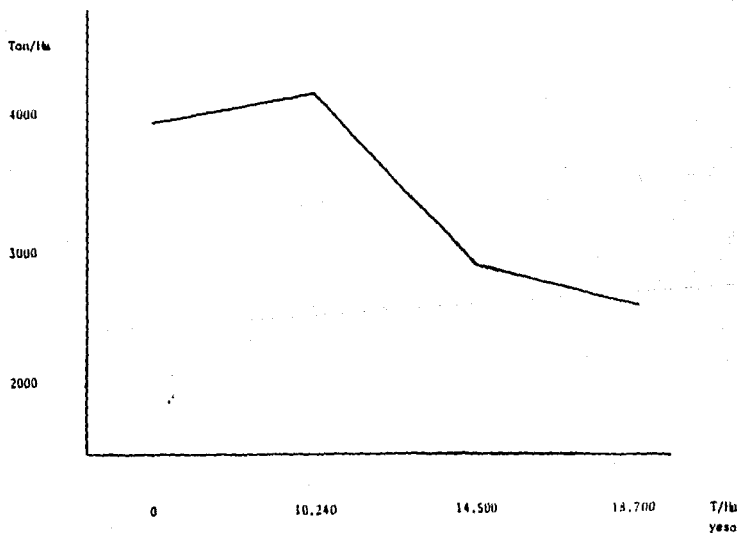
Cuadro 22 Rendimiento por ha de inflorescencias de *Brassica oleracea var. cauliflora*

TRATAMIENTO	ALTURA cm	PESO FRESCO ton/ha	PESO SECO ton/ha
TESTIGO	15.38	3.959	0.410
T 1	15.74	4.142	0.679
T 2	15.58	2.908	0.305
T 3	14.51	2.657	0.284

T 1 = 10.240 TON/HA
T 2 = 14.500 TON/HA
T 3 = 18.700 TON/HA

Gráfica 20 Rendimiento por ha de inflorescencias de brócoli aplicando yeso como mejorador





Se debe considerar que el mejorador yeso reacciona a través del tiempo y el costo de aplicación por ha es de 409,600 pesos para el T 1 con 10.240 ton/ha.

En el cuadro 5 el costo de la tonelada de yeso es de 40,000 pesos; la diferencia entre el Testigo y el T 1 es de 183 Kg de inflorescencia, cada kg cuesta 1,000 pesos en total serían 183,000 pesos más con respecto al Testigo.

Los análisis químicos de suelo después de la cosecha indican correlaciones significativas con respecto al yeso como mejorador, disminuyendo la C.E., P.S.I., S.I., mientras que el  $\text{Ca}^{++}$  aumenta; el  $\text{Na}^+$  intercambiable es desplazado del complejo de intercambio con un aumento de  $\text{K}^+$ .

#### RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DEL AGUA DE RIEGO.

Los análisis químicos del agua del canal Atecuyuc, Tlahuac, D.F. (cuadro 23) durante los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1987, muestran que la C.E. varía de 1,100 a 1,750 micromhos/cm; la R.A.S. va de 3.73 a 7.68, el agua se clasifica como  $\text{C}_3\text{S}_1$  a  $\text{C}_3\text{S}_2$ , considerándose bajo el peligro de sodificación, (Wiscox, modificado por Thorne y Thorne, 1951).

El pH es muy alto de 8.9 a 9.1; el  $\text{Ca}^{++}$  varía de 2.1 a 4.2 meq/lt, el  $\text{Mg}^{++}$  se encuentra de 3.6 a 6.4 meq/lt; el  $\text{Na}^+$  varía de 6.81 a 13.61 meq/lt; el  $\text{K}^+$  es de 2.66 a 9.23; los  $\text{CO}_3^{=}$  varían de 2.15 a 12 meq/lt; los  $\text{HCO}_3^-$  varían de 2.5 a 5.5 meq/lt; los  $\text{Cl}^-$  de 3.42 a 9.65 meq/lt y los  $\text{SO}_4^{=}$  de 5.27 a 10.50 meq/lt.

Cuadro 23 Analisis quimicos del agua de riego del canal Atecuyuc, Tláhuac, D.F., muestreados de julio de 1987 a octubre de 1988.

	C.E	pH	RAS	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	sd11d totale %
	micronhos/cm					meq/lit.						
Julio 87	1015	8.2	3.44	3.4	3.6	6.49	2.15	2.15	4.9	6.87	-	-
Agosto	1100	8.5	3.73	2.1	4.6	6.81	2.66	2.60	5.5	5.25	5.27	-
Septiembre	1275	9.1	4.85	2.7	4.2	10.05	6.62	3.50	5.0	3.42	9.52	-
Octubre	1400	8.9	7.68	3.0	3.6	13.61	9.23	7.00	2.5	4.20	10.52	-
Noviembre	1750	8.9	5.29	4.2	6.4	12.17	1.28	12.00	-	9.65	6.25	-
Enero 88	940	8.1	2.71	2.2	4.6	5.00	1.34	2.00	5.2	2.50	4.27	-
Febrero	1285	8.4	3.64	2.3	4.7	6.82	2.02	2.75	6.1	7.60	2.99	-
Marzo	870	9.1	3.56	2.0	3.5	5.08	0.84	2.75	2.2	5.60	3.17	0.078
Abril	1125	9.4	3.56	2.4	2.7	5.69	1.04	3.50	2.7	6.77	0.55	0.097
Mayo	1325	8.2	4.35	2.8	3.8	6.88	1.31	5.05	2.3	7.82	3.52	0.134
Junio	1450	8.4	4.43	2.9	5.6	9.13	1.43	5.75	2.0	9.35	6.33	0.133
Julio	1550	8.8	3.76	3.6	6.7	8.52	1.33	3.00	7.5	9.80	7.88	0.152
Agosto	1525	8.7	3.90	3.2	6.2	9.60	1.20	4.00	4.6	9.15	5.99	0.158
Septiembre	1600	8.6	2.98	3.4	3.4	10.05	1.36	4.20	4.2	9.40	6.25	0.182

- No se determino

Durante el año de 1988, a pesar de la temporada de lluvias en los meses de mayo a septiembre, se observa que la C.E. es muy alta de 1,525 a 1,600 micromhos/cm; el pH se mantiene constante de 8.2 a 9.4 en el mes de abril; el R.A.S. se considera bajo de 2.15 a 4.43 con ambos indices el agua se considera como C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, el Ca<sup>++</sup> varia de 2.8 a 3.6 meq/lit, el Mg<sup>++</sup> de 3.8 a 6.7 meq/lit; el Na<sup>+</sup> de 8.52 a 10.05 meq/lit; el K<sup>+</sup> varia de 1.20 a 1.43 meq/lit; los CO<sub>3</sub><sup>=</sup> varian de 3 a 5.75 meq/lit y los HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> de 2 a 7.5 meq/lit; los Cl<sup>-</sup> tienen valores entre 7.82 y 9.80 meq/lit, finalmente los SO<sub>4</sub><sup>=</sup> de 3.52 a 7.38 meq/lit; los porcentajes de sólidos totales también aumentan de 0.133 a 0.182%, durante ese lapso de tiempo.

Con respecto a los indices de clasificacion utilizados para el agua muestreada se mencionan en el cuadro 1 y los resultados

obtenidos se observan en el cuadro 24 y gráfica 21.

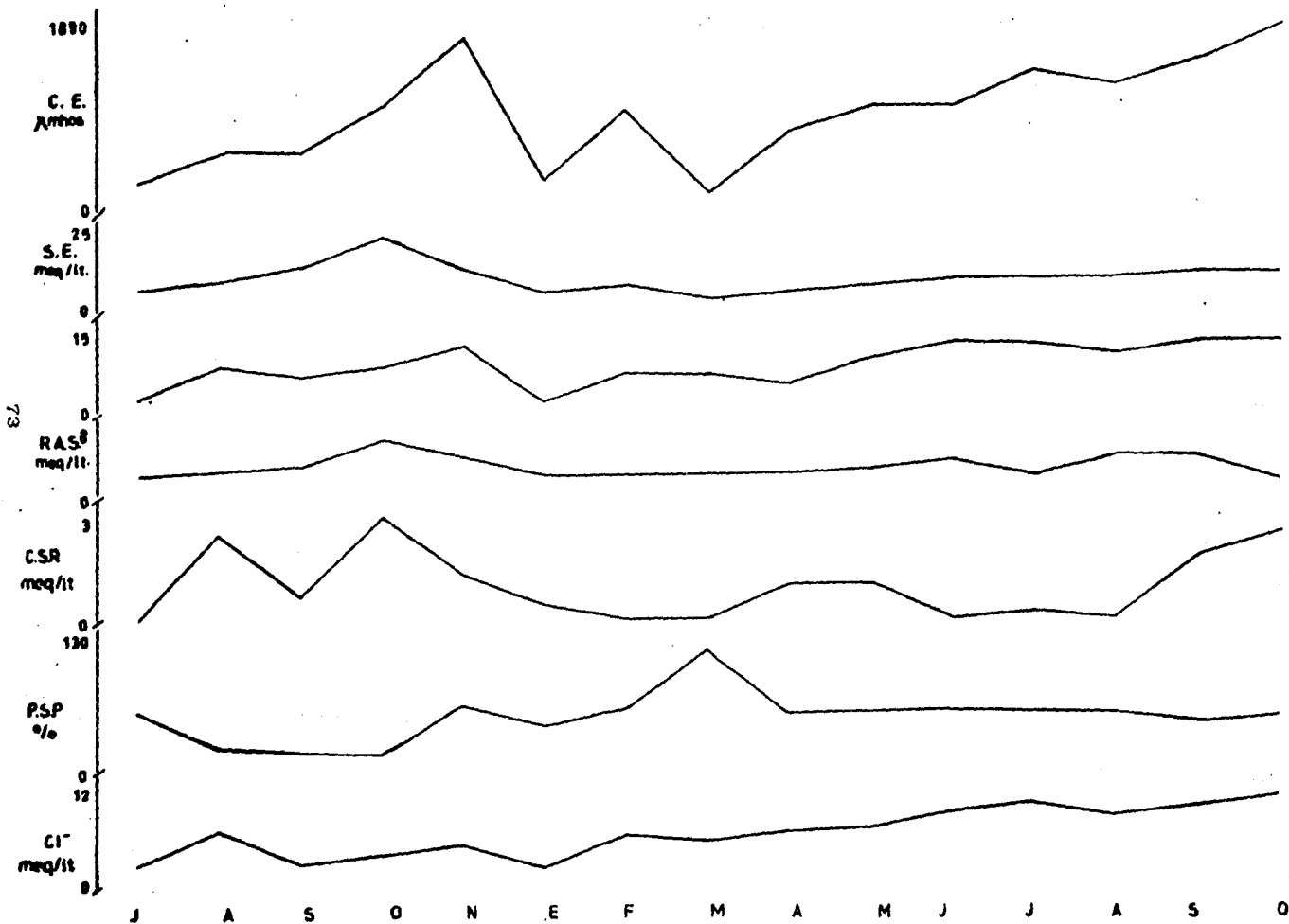
Cuadro 24 Indices quimicos de clasificacion del agua de riego del canal Atecuyuc, Tlahuac, D.F.

Fecha de colecta	C.E. micromhos/cm	pH	S.E. meq/lt	S.P. meq/lt	R.A.S.	C.S.R. meq/lt	P.S.P. %	Cl <sup>-</sup> meq/lt	Ca <sup>++</sup> aniones	Mg <sup>++</sup> cationes
Julio 87	965	8.2	8.64	9.14	3.44	0.66	76.70	6.87	19.61	15.76
Agosto	1100	8.5	9.28	7.89	3.73	1.60	72.53	5.25	18.65	16.17
Septiembre	1150	9.1	14.50	8.22	4.00	0.65	60.87	3.15	20.35	21.55
Octubre	1350	8.4	20.52	9.45	7.68	0.70	59.58	4.20	24.90	29.44
Noviembre	1750	8.9	13.45	12.77	5.29	1.36	90.48	4.80	23.05	24.09
Enero 88	940	8.1	6.34	4.63	2.71	0.42	78.86	3.95	14.02	13.15
Febrero	1300	8.4	8.95	9.09	3.64	0.62	77.54	7.20	19.47	15.97
Marzo	870	9.1	5.03	7.25	3.57	0.20	85.60	5.60	13.59	11.13
Abril	1125	9.4	6.74	7.05	3.41	1.00	84.46	6.70	13.75	11.83
Mayo	1525	8.8	8.60	10.85	3.87	0.90	84.95	7.60	19.85	18.30
Junio	1400	8.4	10.56	12.51	4.43	0	86.40	9.35	22.50	19.11
Julio	1500	8.8	9.40	13.74	2.81	0.20	86.49	9.80	28.18	20.15
Agosto	1535	8.7	10.92	12.14	5.00	0.30	86.70	9.15	23.77	25.30
Septiembre	1625	8.9	11.27	13.12	4.80	1.70	79.96	9.80	23.97	21.77
Octubre	1800	9.3	11.49	13.38	2.15	2.50	83.98	11.10	28.77	21.49

S.U. = Salinidad efectiva S.P. = Salinidad potencial R.A.S. = Relacion de adsorcion de sodio  
C.S.R. = Carbonato de sodio residual P.S.P. = Porcentaje de sodio posible Cl<sup>-</sup> Cloruros.

Se observa que las C.E. varían de 870 a 1800 micromhos/cm; las maximas C.E. observadas son despues de las lluvias de octubre, con 1,350, en noviembre con 1750 micromhos/cm; lo mismo sucede en septiembre y octubre de 1988, de 1,650 a 1,800 micromhos/cm. El pH de esta agua es bastante alto de 8.1 a 9.4, aumentando despues de las lluvias. La S.E. varían de 5.3 a 20.52 meq/lt, siendo mas altas durante el mes de octubre de 1987, todas las muestras caen dentro de agua condicionada (Doneen, 1959). La S.P. varían de 4.63 a 13.74 meq/lt; esta agua se considera no recomendable, sobre todo de mayo a octubre de 870 a 113.74 meq/lt (Doneen,1950). La R.A.S. se encuentra de 2.15 a 7.68, siendo más alta durante el mes de octubre de 1987, considerándose bajo el peligro de sodificación.

GRAFICA 21 INDICES DE CLASIFICACION DE AGUA DE CANAL ATECUYUC, TLAHUAC D.F.



Los valores de C.S.R. caen dentro de agua de buena calidad, aunque el valor de 1.36 meq/lit, en el mes de noviembre de 1987 y octubre de 1988, indica que es condicionada (Eaton, 1950). El P.S.P. se considera muy alto durante todo el muestreo de 58.59 a 90.48, siendo condicionada (Scofield, 1955), sobre todo para los meses de marzo a octubre de 1988.

Con respecto a los cloruros son menores de 5 meq/lit para 1987, y aumentan a 11.10 meq/lit para 1988, resultando bastante altos y se clasifica el agua como condicionada a no recomendable.

En el cuadro 25 y gráfica 22 se tienen los resultados de las relaciones entre cationes solubles de agua de riego; las relaciones  $Mg^{++}/Na^{+}$ , son más altas en los meses de agosto de 1987 con 0.6754, enero con 0.9222 y julio de 1988 con 0.7863; tanto el  $Mg^{++}$  como el  $Na^{+}$  presentan valores iguales durante enero de 1988, el valor más alto para el  $Na^{+}$  se encuentra en octubre con 13.66 meq/lit; la relación  $Mg^{++}/Na^{+}$  es muy baja de 0.2646.

A partir de enero a abril el valor de las relaciones  $Mg^{++}/Na^{+}$  se mantienen de 0.4745 a 0.7863, baja en agosto y vuelve a subir, debido a que los valores de  $Na^{+}$  mayores.

Las relaciones  $Ca^{++}/Na^{+}$  se comportan de la misma manera que el  $Mg^{++}$ , el valor más bajo se tiene en el mes de octubre de 1987 con 0.2204, durante 1988. Los valores más altos son para enero con 0.4400 y julio con 0.4225, a partir de febrero a septiembre se mantienen los valores 0.3169 a 0.4225.

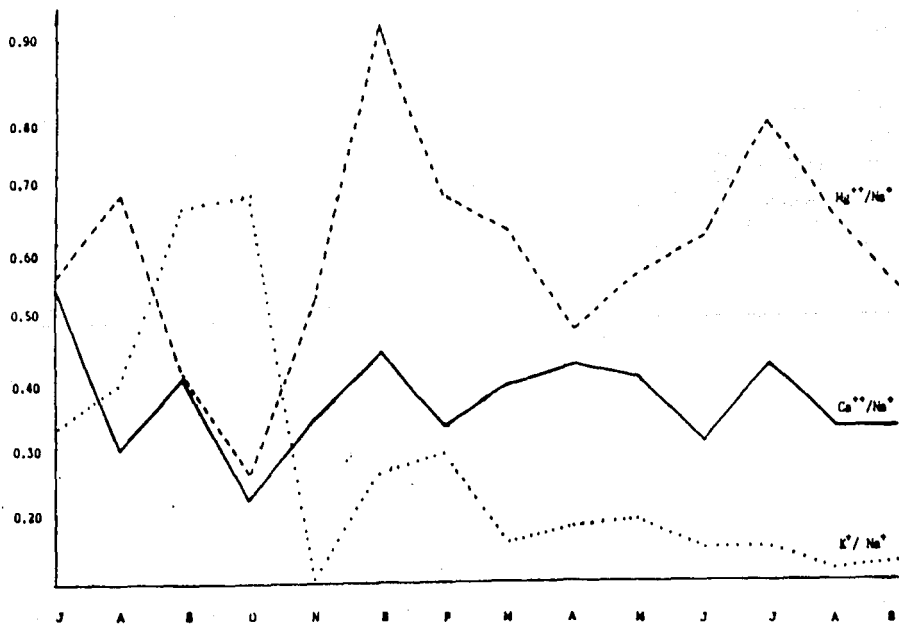
Las relaciones  $K^{+}/Na^{+}$  son más bajas durante todo el muestreo con respecto a las relaciones  $Mg^{++}/Na^{+}$  y  $Ca^{++}/Na^{+}$ , las más altas se encuentran a partir de agosto a octubre de 1987, variando de

0.3906 a 0.6587; en noviembre se presenta un valor muy bajo de 0.1051. De enero a septiembre la relación  $K^+ / Na^+$  aumenta ligeramente, en febrero con 0.2961 y disminuye a 0.1250.

Cuadro 25. Resultados de las relaciones entre cationes solubles del agua de riego.

Fecha de muestreo	$Ca^{++} / Na^+$	$Mg^{++} / Na^+$	$K^+ / Na^+$
Julio (1987)	0.5238	0.5546	0.3312
Agosto	0.3083	0.6754	0.4906
Septiembre	0.4078	0.4179	0.6587
Octubre	0.2204	0.2645	0.6781
Noviembre	0.3451	0.5258	0.1051
Enero (1988)	0.4400	0.9200	0.2680
Febrero	0.3372	0.6791	0.2961
Marzo	0.3937	0.6299	0.1653
Abril	0.4217	0.4745	0.18827
Mayo	0.4069	0.5523	0.1904
Junio	0.3169	0.6133	0.1566
Julio	0.4225	0.7863	0.1561
Agosto	0.3333	0.6458	0.1250
Septiembre	0.3383	0.5373	0.1353

Grafica 22 Resultados de las relaciones entre cationes solubles del agua de riego del canal Atecuyuc, Tlahuac, D.F.



## VII CONCLUSIONES

1. Por la interpretación de los resultados obtenidos al analizar el suelo de la zona chinampera de Tlahuac, D.F., se observa alta salinidad y sodicidad, la C.E. del suelo es de 25 a 4.8 milimhos/cm, el P.S.I. de 82 a 17 y el pH de 8.2, clasificandose como suelo salino-sódico (USDA, 1954).
2. Con base a los análisis químicos del agua de riego del canal Atecuyuc realizados durante 1 año se clasifica como  $C_3S_1$ , siendo altamente salina y con pocas posibilidades de alcanzar niveles peligrosos de sodio, no es recomendable aplicarla al suelo ya que la C.E. y los  $Cl^-$  son bastante altos, además esta condicionada por los índices S.E., S.P. y P.S.P.
3. Después de realizar el análisis estadístico mediante la prueba de Fisher o Análisis de Varianza (ANDEVA), a una confiabilidad del 99.9%, se encontró que el mejor rendimiento de brócoli, bajo estas condiciones de salinidad y sodicidad, se presenta en el T 1 con la aplicación de 10.240 ton/ha de yeso, siendo el peso fresco de las inflorescencias de 4.142 ton/ha.
4. No existe diferencia significativa entre el Testigo, el Tratamiento 2 y 3, ni aun entre ellos; la producción del Testigo es de 3.959 ton/ha, el T 2 de 2.908 ton/ha y el T 3 con 2.657 ton/ha, lo que indica la necesidad de mejorador para el Testigo y que a mayores cantidades de 10.240 ton/ha de yeso, como en el T 2 y T 3, la producción no se incrementa en forma significativa.
5. La planta de brócoli tiene muchas posibilidades de nutrición debido a que posee altos porcentajes totales de  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$  que

caen dentro de los rangos normales; el  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  totales tienen bajos valores, además tienen ácido ascórbico que varían entre 127 a 38 mg, retinol de 6 a 2 mcg, niacina de 0.8 a 0.44 mg y proteínas de 3.2 a 2.3 gr por cada 100 gr de peso seco.

6. El  $\text{Na}^+$  intercambiable inicial es de 47.39 meq/100 gr de suelo, desplazándose para el T 1 28.37 meq/100 gr de suelo, que representa el 60% del contenido inicial, el T 2 con 14.25 meq/100 gr de suelo (30%) y para el T 3 con 23.64 meq/100 gr de suelo, casi el 50% de su contenido inicial.

#### RECOMENDACIONES

Con base en los trabajos previamente realizados en esta zona se observa la alta salinidad y sodicidad que presentan varios suelos de la chinampas de la zona lacustre Xochimilco-Tlahuac-Mixquic.

La chinampa estudiada tiene una CE de 22.4 a 25 mmhos/cm a  $25^\circ\text{C}$  y pH's de 8.6 a 9.2, estos parámetros evitan el desarrollo de las plantas cultivadas; los suelos se pueden rehabilitar aun bajo las condiciones actuales de manejo, para lo cual se recomienda:

1. Aplicar laminas de lavado, utilizando el agua disponible en los canales adyacentes, a pesar de ser agua condicionada.
2. Adicionar materia orgánica, como estiércoles disponibles, para bloquear los efectos nocivos de las sales y sodio.
3. Aplicar mejoradores minerales, realizando un estudio previo que indique la cantidad adecuada.
4. Colocar drenes internos, realizar lavados y aplicación de fertilizantes en dosis mínimas que aporten macro y microelementos.



## VIII BIBLIOGRAFIA

- Aceves, N.L. 1981. Los terrenos ensalitrados y los métodos para su recuperación. U.A.Ch., Chapingo. México; 244 pp.
- Aguilera, H.N. y su grupo. 1987-1988. Rehabilitación de los suelos de chinampa y sus relaciones con plantas cultivadas. 1er y 2do. informe técnico al CONACYT, Proyecto Facultad de Ciencias-CONACYT.
- Allison, L.E., *et al.* 1982. Diagnostico y rehabilitación de suelos salino sódicos. 6a ed., Ed. Limusa. México; 172 pp.
- Ayers, R.S. and Wescot, D.W. 1977. Water quality for agriculture irrigation and drainage. Paper # 29, FAO, Roma.
- Balanzario, Z. J. R. 1976. Contaminación de las aguas en los canales de Xochimilco. Tesis Facultad de Filosofía y Letras. U.N.A.M.; 120 pp.
- Chapman, H. 1977. Análisis de aguas, plantas y suelos. Ed. Limusa, México; 195 pp.
- Corona, V.J. *et al.* 1976. El deterioro ecológico de las chinampas de Xochimilco-Chalco. 8 pp.
- Doorembos, J. and Kassans, A. H. 1979b. Yield response to water irrigation and drainage. Paper # 33, FAO, Roma.
- Fernandez, Q. M. C. 1988. Manejo y recuperación de suelos salino-sódicos en chinampas de Xochimilco. D.F. Tesis Facultad de Ciencias, U.N.A.M.; 120 pp.
- Flores, M. A. 1975. Bromatología animal. 2a. ed., Ed. Limusa, México; 300 pp.

- García, G. I. E. 1954. Estudio geográfico de la Delegación de Tláhuac, D.F., Tesis de Maestría en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, U.N.A.M.; 100 pp.
- Hernández, M. et al. 1987. Valor nutritivo de alimentos mexicanos 10a. ed., Publicaciones de la División de Nutrición, I.N.N., México; 15 pp.
- Lot, H. y Quiroz, F.A. 1979. Las chinampas un sistema que utiliza plantas acuáticas. *Journal Aquant Plant Manege*, 17, Instituto de Recursos Bioticos; 3 pp.
- Metcalf, C. L. 1980. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y control. Ed. C.E.C.S.A., Mexico; 320 pp.
- Miranda, A.M.G. 1980. Plantas acuáticas útiles del valle de Mexico. Tesis Facultad de Ciencias, U.N.A.M.; 120 pp.
- Moncada, M.J.O. 1976. El uso del suelo en el sureste del D.F. Tesis Facultad de Filosofía y Letras, U.N.A.M.; 120 pp.
- Mooser, F. 1963. Mesa redonda sobre problemas del valle de Mexico. Instituto Mexicano de Recursos no Renovables.
- Moreno, D.R. 1970. Rangos de concentración normal para elementos comúnmente encontrados en suelos y plantas. I.N.I.A., S.A.R.H., Mexico; s/p
- Novelo, R.A. y Gallegos, M.M. 1988. Estudio de la flora y la vegetación acuática relacionada con el sistema de chinampas en el sureste del valle de Mexico. *Biotica*, v. 13, No 1 y 2.
- Palacios, V. O. y Aceves, N. E. 1970. Instructivo para el muestreo, registro de datos e interpretación de la calidad del agua de riego. Rama de Riego y Drenaje, C.P., E.N.A., Serie de apuntes, No. 15.

- Pizarro, F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Ed. Agrícola Española, Madrid, España; 521 pp.
- Puente, L.M.S.C. 1965. Estudio geográfico de la Delegación de Tláhuac, D.F., Tesis de la Facultad de Filosofía y Letras, U.N.A.M.; 80 pp.
- Rojas, R.T. 1983. La agricultura chinampera. Colección de Cuadernos Universitarios. Serie Agronomía, No.7, U.A.Ch., México; 229 pp.
- Rzedowski, J. 1979. Flora Fanerogámica del Valle de México. v. 1, Ed. G.E.C.S.A., México; 120 pp.
- Venegas, C.R. 1978. Las chinampas de Mixquic. Tesis Facultad de Ciencias, U.N.A.M.; 70 pp.
- Zolezzi, T.F. 1980. Análisis económico de la aplicación de 4 mejoradores químicos para la sustitución del  $\text{Na}^+$  intercambiable al 15, 30 y 45 %, en suelos arcillosos cultivando sorgo (*Sorghum vulgare*). Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, México; 80 pp.

## APENDICE A. INDICE DE MAPAS Y FOTOS

Diagrama 1 Clasificación de las aguas de riego, (Thorne y Thorne, 1951)

- Mapa 1 Localización del área de estudio.
- Foto 1 Plaga en estado de larva de *Pieris brassicae* que ataca el cultivo de brócoli.
- Foto 2 Desarrollo de inflorescencia de brócoli, lista para corte, en suelos de chinampa, Tláhuac, D.F.

## APENDICE A. INDICE DE FIGURAS

1. Orientación de la Sierra de Santa Catarina, Sierra de Rio Frio y Sierra Nevada (Mooser, 1963).
2. Fracturamiento de la Cuenca del Valle de Mexico en tres zonas: Chapala-Acambay, al Norte, Clarión o Eje Neovolcanico Transversal, al Sur y Fracturamiento del Centro entre ambos.
3. Escurrimiento superficial con orientación norte-sur de la Cuenca del Valle de Mexico. (Mooser, 1963).

## APENDICE B. INDICE DE CUADROS

1. Indices de clasificación del agua de riego.
2. Tolerancia de cultivos a la salinidad en el extracto de saturación con relacion al rendimiento.
3. Rendimiento potencial para valores de conductividad eléctrica en suelo y agua.
4. Valor nutritivo de coliflor, colinabo y col en 100 grs. de peso seco.
5. Requerimiento de yeso para sustituir el  $\text{Na}^+$  intercambiable en suelo de chinampa, Tlahuac, D.F.
- Distribución de parcelas experimentales completamente al azar en, chinampa cultivando brócoli.

7. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata 1 en suelo de chinampa, Tláhuac, D.F.
8. Resultados de los análisis químicos del extracto de pasta de saturación de la calicata 1 en suelo de chinampa, Tláhuac, D.F.
9. Relaciones entre cationes intercambiables del suelo de la calicata 1, Tláhuac, D.F.
10. Relaciones entre cationes solubles en suelo de la calicata 1, Tláhuac, D.F.
11. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la calicata 2 en suelo de chinampa, Tláhuac, D.F.
12. Resultados de los análisis químicos del extracto de pasta de saturación de la calicata 2, Tláhuac, D.F.
13. Relaciones entre cationes intercambiables de suelo de la calicata 2, Tláhuac, D.F.
14. Relaciones entre cationes solubles del suelo de la calicata 2, Tláhuac, D.F.
15. Resultados de los análisis químicos en suelo de chinampa después de la cosecha de brócoli.
16. Análisis químicos de suelo en extracto de pasta de saturación después de la cosecha de brócoli.
17. Relaciones entre cationes intercambiables del suelo después de la cosecha de brócoli.
18. Relaciones entre cationes solubles del suelo después de la cosecha de brócoli.
19. Contenido en porcentaje de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  totales en inflorescencias de *Brassica oleracea var. cauliflora*.
20. Contenido en porcentaje de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  totales en hojas, raíz y tallo de *Brassica oleracea var. cauliflora*.
21. Resultados de las relaciones entre cationes totales en las inflorescencias de brócoli.
22. Rendimiento por ha de inflorescencias de *Brassica oleracea var. cauliflora*.
23. Análisis químicos del agua de riego del canal Atecuyuc, Tláhuac, D.F., muestreadas de julio de 1987 a octubre de 1988.

24. Indices quimicos de clasificaci3n del agua de riego, del canal Atecuyuc, Tlahuac, D.F.
25. Resultados de las relaciones entre cationes solubles del agua de riego.

#### APENDICE C. INDICE DE GRAFICAS

1. Resultados de los analisis fisicoquimicos de la calicata 1 en suelo de chinampa, Tlahuac, D.F.
2. Resultados de los analisis quimicos del extracto de pasta de saturacion de la calicata 1, en suelo de chinampa, Tlahuac, D.F.
3. Relaciones entre cationes intercambiables en suelo de la calicata 1, Tlahuac, D.F.
4. Relaciones entre cationes solubles en suelo de la calicata 1, Tlahuac, D.F.
5. Resultados de los analisis fisicoquimicos de la calicata 2 en suelo de chinampa, Tlahuac, D.F.
6. Resultados de los analisis quimicos del extracto de pasta de saturacion de la calicata 2, en suelo de chinampa, Tlahuac, D.F.
7. Relaciones entre cationes intercambiables en suelo de la calicata 2, Tlahuac, D.F.
8. Relaciones entre cationes solubles en suelo de la calicata 2, Tlahuac, D.F.
9. Diferencias en C.E. entre los tratamientos en suelos de chinampa, Tlahuac, D.F., aplicando yeso como mejorador.
10. Variacion del  $SI_{1f}$  y  $SI_{2f}$  despues de los tratamientos en suelos de chinampa aplicando yeso como mejorador.
11. Relaciones entre el  $P.S.I_{1f}$  y  $P.S.I_{2f}$  en suelo de chinampa aplicando yeso como mejorador.
12. Relaciones entre cationes intercambiables del suelo despues de la cosecha de br3coli.
13. Relaciones entre cationes solubles del suelo despues de la cosecha de br3coli.
14. Diferencia de elementos en porcentaje de  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Na^{+}$  y  $K^{+}$  totales en inflorescencias de mayor peso de brocoli.

15. Diferencia de elementos en porcentaje de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  totales en inflorescencias de peso medio de brócoli.
16. Diferencia de elementos en porcentaje de  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  totales en inflorescencias de poco peso de brócoli.
17. Resultados de las relaciones entre  $\text{Ca}^{++}/\text{Na}^+$  en inflorescencias de brócoli.
18. Resultados de las relaciones entre  $\text{Mg}^{++}/\text{Na}^+$  en inflorescencias de brócoli.
19. Resultados de las relaciones entre  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  en inflorescencias de brócoli.
20. Rendimiento por ha de inflorescencias de brócoli aplicando yeso como mejorador.
21. Índices de clasificación de agua de canal Atecuyuc, Tláhuac, D.F.
22. Resultados de las relaciones entre cationes solubles del agua de riego del canal Atecuyuc, Tláhuac, D.F.

**APENDICE D. ANALISIS ESTADISTICO**

A los resultados de peso fresco de inflorescencia se les aplicó el Análisis de Varianza, utilizando la prueba de Fisher, a fin de conocer la diferencia significativa al 99.9 % de confiabilidad. El ANDEVA obtenido se resume a continuación:

ANDEVA entre los tres tratamientos y el testigo.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
TRATAMIENTO	3	23,015.21	7,671.73	14.71
ERROR	12	6,257.72	521.47	
TOTAL	15	29,272.93		

SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS TRATAMIENTOS.

ANDEVA entre el Testigo y el Tratamiento 1

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
TRATAMIENTO	1	8,797.21	8,797.21	11.20
ERROR	6	4,669.72	778.28	
TOTAL	7	13,466.93		

SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE EL TESTIGO Y EL TRATAMIENTO 1

ANDEVA entre el Testigo y el Tratamiento 2.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
TRATAMIENTO	1	1,126.40	1,126.40	1.43
ERROR	6	4,714.98	785.83	
TOTAL	7	5,841.38		

NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.



ANDEVA entre el Testigo y el Tratamiento 3.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
TRATAMIENTO	1	2,212.89	2,212.89	2.38
ERROR	6	5,560.80	926.80	
TOTAL	7	7,773.70		

NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

ANDEVA entre el Tratamiento 1 y el Tratamiento 2.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
TRATAMIENTO	1	15,397.50	15,397.50	132.56
ERROR	6	696.04	116.15	
TOTAL	7	16,094.44		

SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE EL TRATAMIENTO 1 Y EL TRATAMIENTO 2

ANDEVA entre el Tratamiento 1 y Tratamiento 3.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
TRATAMIENTO	1	18,920.95	18,920.95	44.64
ERROR	6	2,542.75	423.79	
TOTAL	7	21,463.70		

SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE EL TRATAMIENTO 1 Y EL TRATAMIENTO 3.

ANDEVA entre el Tratamiento 2 y Tratamiento 3.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
TRATAMIENTO	1	131.35	131.35	1.12
ERROR	6	968.01	161.33	
TOTAL	7	1,149.36		

NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.