

90
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**EFFECTO DE ALGUNOS MEJORADORES BIOLÓGICOS
NUEVOS EN SUELOS DE CHINAMPA DE TLAHUAC
D. F., CON PROBLEMAS DE SODICIDAD Y SALINIDAD
EN UN CULTIVO DE *Spinacia oleracea* L. VARIEDAD
hibrido cascade**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
B I O L O G O
P R E S E N T A :
ABEL IBAÑEZ HUERTA

DIRECTOR DE TESIS : M. EN C. NICOLAS AGUILERA HERRERA

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I. INTRODUCCION.

Vivimos en una época de grandes cambios y contradicciones sociales, estas siempre han existido pero quizás nunca como ahora. Esto se ve reflejado en los diferentes grados de desarrollo técnico y científico de los países; mientras que en algunos es muy elevado en otros es prácticamente nulo, por lo cual en aquellos se generan grandes excedentes de producción y en estos grandes carencias. Llevado al extremo, hoy por hoy, gran número de seres humanos mueren de inanición a nivel mundial. Sin duda existe una injusta distribución de los alimentos y en general de la riqueza social. Pero también es cierto que los pueblos que hoy padecen hambre, por razones históricas, han descuidado su propio desarrollo (Chávez, et al. 1975).

Por lo tanto en los países sin autosuficiencia alimentaria y con una gran densidad de población es urgente encaminar acciones para aumentar la producción de alimentos y satisfacer las inquietudes económicas y sociales.

En México para alcanzar esta meta es necesario profundizar en el conocimiento de los recursos bióticos y abióticos que nos permitan manejar y aprovechar estos recursos adecuadamente.

Un recurso de alta producción agrícola y con un invaluable valor histórico son los suelos de la chinampa en la parte sur de la Cuenca de México; habiendo alcanzado su máximo esplendor en la época prehispánica y después de la conquista de los aztecas, xochimilcas, chalcas y tlahuicas ahora afrontan una problemática compleja que ha provocado que cada

vez sus niveles de producción disminuyan que incluso estén en al borde de desaparecer. Visto desde una perspectiva histórica esta situación puede resumirse de la forma siguiente :

- 1.- Deseccación continua y sistemática de los lagos Chalco y Texcoco desde el inicio de la colonia.
- 2.- La sobre explotación de los mantos acuíferos de la parte sur de la cuenca desde principios del siglo XX.
- 3.- Inadecuado suministro y deficiente calidad de las aguas negras tratadas que surten los canales desde 1957.
- 4.- Acelerada expansión urbana desde los años 40's (Rojas, 1983; Gómez, 1982).

En tanto que la problemática edáfica es:

- a.- Aumento de salinidad y/o sodicidad en el suelo.
- b.- Erosión del suelo al perderse los ahuejotes.
- c.- Contaminación del sistema con el uso inadecuado de plaguicidas.
- d.- Disminución de los bosques aledaños que ayudarían a controlar la recarga natural de los acuíferos.
- e.- Abandono de prácticas agrícolas adecuadas.

En adición a todo lo anterior, la falta de apoyo a la producción y comercialización de la zona chinampera ha desalentado a los campesinos para seguir cultivando en lo que fue alguna vez el emporio agrícola de la Cuenca de México.

Sin embargo, dado su valor histórico hoy se busca rescatar todo el sistema chinampero. A nivel nacional varias instituciones se han interesado en estudiar diferentes

aspectos. A nivel internacional la FAO/UNESCO en 1987 decretó la zona chinampera Patrimonio de la Humanidad. En tanto que el gobierno de la República decretó en 1989 "El plan de rescate ecológico de Xochimilco". (González, et al. 1990).

En el Laboratorio de Investigación de Edafología de la Facultad de Ciencias U.N.A.M., se realizan estudios relacionados con la caracterización física, química, biológica, rehabilitación y manejo de los suelos con problemas de sales y/o sodio de esta zona; generando nuevas metodologías de laboratorio, invernadero y campo. Se ha caracterizado la materia orgánica; se han experimentado con mejoradores químicos minerales como: FeSO_4 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, H_2SO_4 , CaCl_2 , FeCl_3 . También, se han experimentado con diferentes láminas de lavado, abonos, compostas y actualmente se investiga con mejoradores biológicos nuevos (Aguilera et al, 1985-1993; García, et al, 1993, Vallejo y Aguilera, 1993; Sotelo y Aguilera, 1993; Ibañez y Aguilera, 1993, Ramos y Aguilera, 1993; Galicia, García y Aguilera, 1993; Reyes, Aguilera y García, 1993; Mercado, 1993; Reyes, J.I. 1990).

La presente investigación forma parte del proyecto y; pretende contribuir a la rehabilitación de los suelos. Para ello, se realizó un experimento en una chinampa de Tláhuac, D.F., contaminada con sales y sodio; probando mejoradores biológicos nuevos, diferentes dosis de fertilizantes y abono en un cultivo de *Spinacia oleracea* L. var. híbrido cascade (espinaca).

II. HIPOTESIS DE TRABAJO.

En la rehabilitación de los suelos sódicos y salino-sódicos es necesaria la aplicación de mejoradores químicos minerales. Su uso está limitado por el manejo, costo y efecto residual, dado que incrementan la salinidad al poner a disposición los sulfatos en la solución del suelo, formándose sulfatos de sodio (Na_2SO_4 ; $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) y de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); mientras que los abonos se necesitan en altas concentraciones, llegando a escasear en algunas ocasiones y su manejo no deja de ser incómodo. En cambio los mejoradores biológicos nuevos, MBN y MBE, son muy eficientes: bajan el pH y la conductividad eléctrica (CE) a niveles óptimos deseados con bajas concentraciones, son biodegradables, y sin problemas de manejo a nivel laboratorio invernadero y campo.

III. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Contribuir al conocimiento y rehabilitación de suelos contaminados con sodio y sales, aplicando tratamientos con mejoradores biológicos nuevos, fertilizantes y abono a nivel de campo en una chinampa de Tláhuac, D.F.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- 1.- Determinar algunas propiedades físicas y químicas de los suelos de chinampa, antes, durante y después de la aplicación de los mejoradores biológicos nuevos.
- 2.- Calibrar algunas propiedades del suelo, a nivel del laboratorio y campo al aplicar los mejoradores biológicos nuevos.
- 3.- Evaluar el efecto de los mejoradores biológicos, la fertilización y abonamiento en un cultivo de *Spinacia oleracea* L. var. *híbrido cascade*.

IV. ANTECEDENTES

1. Históricos.

1.1 Los primeros pobladores de mesoamérica ante la naturaleza.

Los primeros pobladores en América, que arribaron hace 15 mil o quizá 40 mil años a.C., tomaron los recursos disponibles para su sobrevivencia sin causar ninguna alteración a la naturaleza; su actividad fue la caza, la pesca, y la recolección. Los pueblos nómadas enfrentaron grandes carencias de alimento y vestido por largos períodos de tiempo (Brom, 1981).

Durante la gran revolución neolítica o de los alimentos hace 4 mil años a.C. al desarrollarse la agricultura y domesticación de animales, dio inicio la alteración de los ecosistemas provocando en algunas zonas sobrepastoreo y deforestación; sin embargo se crearon los primeros excedentes de producción, que darían mayor seguridad y permitirían crear nuevas formas de organización social. En las altas culturas Mesoamericanas (maya, inca y azteca) se alcanzó esta etapa superior del neolítico, al desarrollarse la alfarería, la minería y la metalurgia (Hernández X., 1981; Vitale, 1983).

Otro aspecto importante, en las culturas aborígenes fue que utilizaron como fuentes energéticas la quema de leña, la energía animal, humana y fundamentalmente el riego artificial. En mesoamérica el riego, junto con los barbechos fue decisivo en el cambio de la técnica agrícola. Los

indígenas construían terrazas hacia donde dirigían las acequias que abrían desde los ríos. Este tipo de agricultura se practicaba desde México hasta Chile, lo cual revela una importante organización para el cultivo (Vitale op. cit., 1983).

Aunque al parecer la agricultura de temporal se desarrolló a la par con la de riego, no cabe la menor duda que ésta última es más intensiva tanto en variedad como en cantidad. Por tanto desde el inicio de la gran revolución de los alimentos, el uso del agua ha sido un factor determinante en la producción de alimentos.

En la Cuenca de México, y en otras partes de la República Mexicana y el mundo, se desarrolló un sistema de producción a partir de la recuperación de suelos inundados; a este sistema agrícola en la Cuenca de México se le ha conocido como chinampa. Armillas (1971) (citado por Rojas, 1983), señala que las chinampas construidas durante el dominio azteca respondían a un patrón regular, que difícilmente pudo ser resultado de acuerdos entre individuos y más bien correspondió a un control ejercido desde un nivel político superior. En mesoamérica la organización de la producción bajo riego estuvo a cargo de los estados incipientes.

1.2. Origen y desarrollo de las chinampas.

La Cuenca cerrada de México ha sido el rasgo característico que permitió la formación de un gran lago donde se acumuló el agua de los ríos y de los manantiales. Es decir, el primer elemento característico de la chinampería: la abundancia de agua. Mientras que la alta precipitación y la vegetación de las zonas aledañas, permitían la recarga natural de los mantos acuíferos de la zona sur de la Cuenca.

Así, los primeros pobladores que arribaron a la cuenca se encontraron con un gran lago de aproximadamente 2000 km², por lo que se establecieron en la periferia de la zona lacustre. Los hallazgos arqueológicos, señalan la presencia de poblaciones desde hace 6000 a.C., hasta 750 d.C., en la base del cerro Tlapacoya, actual municipio de Ixtapaluca, Edo. de México, a un nivel de 2240 msnm (Niederberger, 1976 citado de Rojas, 1985).

García y Romero (1978), (citado por López, 1989) señalan que hubo asentamientos antes de la era cristiana. Armillas (1971 op. cit.) en estudios arqueológicos de la zona de Tlaltenco y Tláhuac, reporta que la mayoría de hallazgos correspondieron a los años 1500 d.C. y; sólo algunos, a varios siglos antes de la era cristiana. En Tlaltenco la excavación se realizó en una zona que antiguamente fue lago poco profundo. Lo que ha llevado a pensar que, en la medida que el hombre fue

manejando su ambiente terrestre, también empezó a invadir el lago, donde encontró nuevos recursos.

Coe (1971), ha señalado que la chinampería surgió 200 años a.C. y por su parte Armillas (1971 op. cit.), señala que el rescate de tierras en el pantano (chinampas) alcanzó su mínimo durante el periodo que va del 1 al 1200 d.C. y lo atribuye a que los niveles de los lagos en la cuenca subieron por arriba de los 2200 msnm. En cambio alcanzó su máxima expansión al amparo del dominio azteca en los 1400 d.C. Así lo demuestran las grandes obras hidráulicas construidas durante este periodo, que evitaban tanto las inundaciones de México-Tenochtitlan como la mezcla de las aguas saladas del lago de Texcoco con las aguas dulces de Chalco-Xochimilco.

1.2.1 La chinampa.

Las chinampas son islotes construidos en ciénegas y lagos poco profundos por acumulación de plantas acuáticas y lodo extraído del fondo de los canales; mismo que se han rodeado y fijado con estacas de ahuejotes (*Salix bomplandiana* H.B.K.). La construcción de suelos artificiales para la agricultura fue un logro singular en la civilización indígena americana. Se ha dicho mucho acerca de su construcción y, de sí, alguna vez fueron flotantes. Lo cierto es que en mesoamérica y en varias partes del mundo existieron sistemas semejantes a las chinampas, llamadas por los especialistas campos drenados,

elevados o bien camellones (Rojas, 1984; West y Armillas, 1951, citado por Rojas, 1983).

Recientemente, en Tabasco, Chiapas y Veracruz se ha intentado introducir este método, tratando de ganar terreno agrícola a partir de los pantanos.

Su introducción al parecer ha quedado a nivel experimental; aunque con algunos buenos resultados el problema ha sido la aceptación de la transferencia de tecnología chinampera, que requiere de mucho gasto de energía en mano de obra. Al cual, el campesino de las zonas tropicales de nuestro país, no está acostumbrado.

Además, los productos hortícolas, que pueden cultivarse, no son del todo aceptados. Aunque, también se ha cultivado maíz en estas "chinampas tropicales" con adecuados resultados y seguramente de mejor aceptación, puesto que el maíz sigue siendo imprescindible en la alimentación del pueblo mexicano. Aunado a todo lo anterior, la comercialización de los productos obtenidos es limitada, debido a que el mercado se encuentra acaparado por los grandes introductores (Maier, 1979; Muñoz, 1991; Gómez-Pompa y Jiménez-Osornio, 1993).

No obstante, algunos autores sugieren que en otros tiempos, los mayas conocieron ampliamente un sistema agrícola similar al de las chinampas de la Cuenca de México; lo que permitió su gran desarrollo. Su incapacidad de mantenerlas en

producción, en parte, llegó a provocar la decadencia de esta cultura (Jiménez-Osornio y Gómez Pompa 1987).

1.2.2 Mito de las chinampas flotantes.

Leicht (1936), menciona que el mito o leyenda de las chinampas flotantes en la Cuenca de México se remonta a las descripciones hechas por los cronistas de la Nueva España. Al parecer el Padre dominico Diego Duran (1580), fue el primero en hacer referencia a este hecho. Esta descripción la recogió el Padre Tovar, en su Historia Natural y Moral de las Indias, que a su vez había tomado directamente de los apuntes del Padre Acosta.

Los autores que estudiaron o visitaron la zona chinampera en el siglo XVIII o XIX, están convencidos de su existencia pasada, aunque nunca las vieron (Alzate y Ramírez, J.A., 1791; Pineda, A., 1791; Tylor, B.E., 1861; Shilling, E., 1921 citado por Rojas, 1983 op cit).

Rojas, (1984 op. cit.) señala que la versión más difundida en Europa fue la de Clavijero, editada por primera vez entre 1780 y 1781; en donde exageró más allá de lo que hizo el padre Acosta.

Seler (1903) (citado por Leicht, 1936 op cit), señala al respecto que la descripción de Clavijero es pura fantasía y que Humboldt nunca vió tales huertos flotantes, atinadamente

advierde que si las chinampas hubieran sido flotantes no se habrían anegado en 1604 y que los habitantes de Cuiclahuac no se habrían dispersado en 1502 por la inundación causada por el manantial de Coyoacán. A su vez, el padre Ponce, por 1585, escribió que cuando la laguna crece demasiado hace muchos daños a las chinampas.

Armillas (1971 op. cit.), sugiere que esta leyenda pudo surgir al confundir las chinampas necesariamente fijas con los almácigos móviles que posiblemente existieron, hechos sobre cinta y cuyas plantas serían luego sembradas en el terreno definitivo. Esta observación esta fundamentada en el siguiente pasaje del fraile Hernando de Ojeda, que escribió entre 1580 y 1615:

" En esta laguna usan los indios una cosa muy notable, que son unos huertos móviles de 20 y 30 pies de largo y del ancho que quieran, fundados en el agua sobre céspedes y espadañas en las cuales siembran los almácigos de sus legumbres...y así los llevan asidos con cordeles de unas partes a otras por la laguna ".

Autores como García Prada y Willey (1939) (citado por Leicht, 1936), West y Armillas (1950 op. cit.), Armillas (1971 op. cit) y Rojas (1984 op. cit.) han señalado que las chinampas nunca fueron flotantes. Por todo lo anterior, es poco

provable -sino imposible- que alguna vez hayan existido las chinampas flotantes.

2. Suelos salino-sódicos y su rehabilitación

2.1 Condiciones de su formación.

Estos suelos se presentan con mayor frecuencia en climas áridos y semiáridos, aunque no exclusivamente; ya que se les localiza en zonas templadas y tropicales. Deben sus características a la presencia de un exceso de sales de sodio en la solución del suelo con predominio de sodio entre las bases de cambio; como consecuencia de la presencia anterior de sales de sodio en el suelo (Seymour, 1959; Aguilera, 1989).

Las condiciones naturales que propician la acumulación son: la alta evapotranspiración y baja precipitación pluvial, la posición topográfica, el nivel freático elevado, la desecación de antiguos lagos y por las llamadas sales cíclicas (sales arrastradas por los vientos); en cambio las condiciones artificiales producto del riego, sin un adecuado sistema de drenaje, han provocado que se eleve el nivel freático y también que aumente la concentración de sodio intercambiable (Richards, 1985; Pizarro, 1978).

2.2 Clasificación de suelos salinos y/o sodicos.

Los primeros en introducir los conceptos de solonchack, solonetz y soloch (solod o solodi), fueron los investigadores rusos en particular Gedroiz (1927); y aunque los autores norteamericanos como Kellogg (1934, 1936); Kelley, (1951) (citado por Richards, 1985) retomaron estos conceptos, ellos también denominaban a los solonchack, alcali-blanco y a los solonetz, alcali-negro. Clasificaciones más recientes como, la del USDA (1962); Soil Taxonomy (Smith, 1960 y 1975, 1990); y la francesa (Duchaufour, 1984), retoman los conceptos centrales al reconocer los procesos principales de salinización, solonización y solodización, que los autores rusos habían señalado.

El USDA, basa su clasificación en el pH, CE y el PSI; sus criterios son de tipo agronómico, los parámetros que se evalúan son muy importantes para el desarrollo vegetal (Richards, 1985 op cit)

La Soil Taxonomy ubica a los suelos con altas concentraciones de sales y sodio en dos ordenes (aridisol y molisol), cuatro subordenes (Argids, Orthids, Aquolls, Borolls) y cinco grandes grupos (Natrargids, Salorthids, Natralbolls, Natraqolls, Natriborolls); señalando como criterio importante la presencia de un horizonte nátrico y un horizonte sálico (Soil taxonomy, 1990; Smith, 1960, 1975 citado por Aguilera, 1989).

En la clasificación francesa se les subdivide en las subclases: salinos y sodicos. La primera de éstas abarca: los solonchack-cálcico, solonchack-sódico y los suelos con sulfato-reducción (suelos de polder y manglares); y la segunda subclase incluye a los solonchack-solonetz, solonetz y soloth.

No obstante que cada una de las clasificaciones tienen sus ventajas; para fines prácticos la clasificación del USDA es útil dado que refleja la problemática esencial de los suelos contaminados con sales y/o sódico.

Suelo	pH	CE mmhos/cm	PSI
Normal	<8.5	<4.0	<15
Salino	<8.5	>4.0	<15
Salino-sódico	A veces 8.3	>4.0	>15
Sódico	Entre 8.5 y 10	<4.0	>15

Cuadro 1. Clasificación de suelos salinos y sodicos según el USDA (Richards, 1985 op.cit).

2.3 Fuente de sales solubles.

Las sales solubles generalmente se les conoce por su composición química y es poco común usar su nombre mineral.

La fuente original de donde provienen las sales solubles o minerales solubles son los minerales primarios, que se encuentran en el suelo y de las rocas expuestas de la corteza terrestre que por intemperismo químico (hidrólisis, carbonatación, hidratación, solución, y oxidación), físico y biológico, liberan sus constituyentes.

Las principales sales minerales solubles encontradas en el suelo se componen de la combinación de Na^+ , Mg^{++} , K^+ , Ca^{++} , Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, HCO_3^- , y $\text{CO}_3^{=}$; menos frecuentes son los NO_3^- , IO_3^- y BO_3^{-3} ; y muy raros los ClO_4^- y CrO_3^{-3} (Richards, 1985 op cit; Dixon, 1989).

La acumulación natural de las sales minerales solubles en su forma cristalina incluyendo a los carbonatos solubles, requieren de una alta evaporación y baja precipitación. A su vez, su formación y estabilidad dependen de la temperatura y humedad relativa diaria y estacional.

Los investigaciones realizadas en suelos de diferentes partes de mundo, han permitido identificar varios minerales. Estos se resumen en el siguiente cuadro.

MINERALES	FORMULA	MINERALES	FORMULA
1. Halita	NaCl	11. Carnalita.	$\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
2. Tenardita	Na_2SO_4	12. Pentahidrita	$\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
3. Mirabilita	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	13. Starkeita	$\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
4. Naccolita	NaHCO_3	14. Kieserita	$\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
5. Soda (Natrón)	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	15. Loewita	$\text{Na}_{12}\text{CO}_7(\text{SO}_4)_{13} \cdot 15\text{H}_2\text{O}$
6. Trona	$\text{Na}_2(\text{HCO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	16. Burkeita	$\text{Na}_6\text{CO}_3(\text{SO}_4)_2$
7. Bloedita	$\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	17. Tichita	$\text{Na}_6\text{Mg}_2(\text{CO}_3)_4\text{SO}_4$
8. Koniaita	$\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	18. Tachihidrita	$\text{Mg}_2\text{CaCl}_6 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
9. Hexahidrita	$\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	19.	NaNO_3 y NaIO_3
10. Epsonita	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	20.	$\text{IO}_4^{=}$, CrO_3^{-3} , BO_3^{-3}

Cuadro 2. Lista de minerales solubles; los diez primeros son los más comunes en el suelo (Dixon, op cit 1989).

Las sales más solubles y por lo tanto las que permanecerán mayor tiempo en la solución del suelo son: MgSO_4 , Na_2SO_4 y el

NaCl. Las formas cristalinas de estos minerales se encuentran en la superficie del suelo solo bajo condiciones de extrema sequedad. De estos minerales, la tenardita (Na_2SO_4)_m es más estable que la mirabilita ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) a altas temperaturas, en el verano, y la mirabilita lo es durante el invierno; se forma al hidratarse la tenardita. Experimentos de laboratorio han demostrado que a temperaturas altas y/o a baja presión de vapor de agua se da una secuencia de estabilidad, comenzando por los más lábiles: Mirabilita > eponita > koniaita > hexahidrita > bloedita > loewita > kieserita > tenardita.

Timpson (1986) (citado por Dixon, 1989 op. cit) notó diferencias de solubilidad de los sulfatos de sodio y magnesio. Así, la eponita ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) es más soluble que la mirabilita a bajas temperaturas, razón por la cual durante el invierno se enriquecen las afloraciones con Na_2SO_4 (Dixon, 1989 op. cit).

La formación y acumulación de las sales solubles de carbonato de sodio, son de interés muy particular; puesto que causan reacción fuertemente alcalina en el suelo, ésto provoca dispersión de los coloides orgánicos e inorgánicos y alteraciones en las propiedades físicas y químicas al suelo. Estos minerales en su estado puro son blancos pero al causar dispersión de la materia orgánica imparten un color oscuro al suelo, razón por la cual se les ha llamado alcali-negro a los suelos que los contienen.

La formación de los minerales de carbonato de sodio se ha separado en dos procesos generales, uno físico-químico y otro biológico (Kelley, 1951; Kozhevnikov, 1974 citados por Dixon, 1989, op cit).

El primero, se puede dar de dos maneras:

1. Lavando el suelo con agua altamente salina (por ejemplo una alta concentración de NaCl) y después con agua de baja salinidad da como resultado una hidrólisis del Na⁺ intercambiable y la formación del Na₂CO₃ como sigue;



X = denota el sitio de cambio.

El riego de los suelos salino-sódicos con aguas de baja salinidad pueden promover la formación de Na₂CO₃. En los suelos calcáreos, el Ca⁺⁺ es el catión de cambio en lugar del H⁺.

2. Por intemperismo de las rocas ígneas, en particular de los feldspatos sódicos (albita: NaAlSi₃O₈), se forman bicarbonatos y carbonatos de sodio, calcio y magnesio. Los carbonatos de calcio y magnesio se precipitan al aumentar la evaporación, quedando en la solución del suelo el sodio, los bicarbonatos y carbonatos de sodio.

El segundo proceso de formación para los carbonatos de sodio en los suelos, es el biológico y, se debe al dióxido de

carbono liberado por acción bacteriana en condiciones de anaerobiosis. A partir del dióxido de carbono se forma ácido carbónico que posteriormente al disociarse dará lugar a la formación carbonatos y bicarbonatos de sodio. También, bajo estas condiciones los sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$) se reducen a azufre (S), (Whitting y Janitzky (1963) (citado por Dixon, 1989 op cit).

La investigación se realizó en un clima xérico en el Valle de Sacramento en California, donde es muy alta la evapotranspiración durante el verano. Las sales, incluyendo los HCO_3^- migran fuera de la zona de reducción biológica por capilaridad. La acumulación en bandas provoca que el pH se eleve a valores cercanos a 10; ésto se confirmó en experimentos de laboratorio (Janitzky y Whittig, 1964, citado por Dixon, 1989 op cit).

En las zonas costeras, cuando los iones bicarbonato se pierden por el lavado, la formación potencial del carbonato de sodio y la neutralización del ácido sulfúrico no se lleva a cabo.

Duchaufour, (1984) señala que el mecanismo de formación del bicarbonato de sodio es común de la fase inicial reductora de los suelos salinos con sulfato-reducción.

Estos suelos se forman a partir de los fondos marinos a lo largo de las costas o de los estuarios. El material inicial es una mezcla de limos, arcilla y materia orgánica procedente de los organismos marinos.

El medio se caracteriza, al menos en sus fases iniciales, por la proximidad de la capa de agua salada, enormemente reductiva, por lo cual no es raro que el potencial redox (Eh) descienda por debajo de cero (-200 mV), lo que provoca no solo la reducción del hierro libre a ferroso, sino también, y sobre todo, la reducción de los sulfatos. Las manchas negras de sulfuro de hierro (FeS_2) que salpican el perfil es lo que algunos denominan "gley negro" (Van Breemen, 1973; Van Breemen y Harsmsen, citados por Duchaufour, 1984).

Estas características afectan tanto a los polders de los manglares de las costas templadas como a los suelos de los manglares de las bajas llanuras costeras (Brumer, et al, 1971; Viellefon, 1974, 1974, citados por Duchaufour, 1984).

En la fase inicial de algunos suelos de polder, se ha encontrado que son más ricos en Na_2SO_4 que en cloruros. La reducción del sulfato de sodio da sulfuro de sodio (Na_2S) inestable, que en presencia de CO_2 forma carbonato de sodio y ácido sulfhídrico (H_2S), por consiguiente el pH se eleva. (Kodva, 1965; Cheverry, 1974, citados por Duchaufour, 1984).

Esta alcalinización se frena rápidamente cuando entran en juego los procesos de oxidación de materiales como la pirita (FeS_2) que da jarosita $-\text{KFe}_2(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2-$ ésta, se hidroliza rápidamente, liberando hidróxidos de hierro, ($\text{Fe}(\text{OH})_2$, manchas de herrumbre en la superficie del perfil) y ácido

sulfúrico (H_2SO_4), que acidifica con cierta intensidad el complejo adsorbente. Evidentemente, en estas condiciones el proceso de alcalinización está completamente inhibido. Por otra parte, la acidificación del perfil con ácido sulfúrico se manifiesta a un ritmo e intensidad muy variables, según el medio esté o no tamponado por la presencia de caliza en los sedimentos (Viellefont, 1974; Van Breemen y Harsmsen, 1975; Brummer et al, 1971; Pons y Van der Molen, 1973, citados por Duchaufour, 1984).

2.4 Procesos de salinización y sodificación.

2.4.1 Salinización.

La salinización, solonización y solodización tradicionalmente se han considerado tres procesos secuenciales en la formación de los suelos salinos y sódicos (Seymour, 1959 op cit).

El proceso de salinización se da por la acumulación de sales solubles en el suelo, comúnmente de sodio, cloruros y sulfatos. Durante la época de secas presentan afloraciones blancas de sulfato de sodio, magnesio y cloruros. Son suelos que tienen una estructura floculada.

Los suelos producto de la salinización son conocidos como solonchack, alcali-blanco o también como salorthids, cuando presentan un horizonte sálico en la superficie. En un solonchack el pH es relativamente más bajo (menor de 8.5) que en un solonetz. Si la sal es carbonato de sodio el pH se eleva y los coloides se dispersan (N.N. Rozov y Xe. N.

Ivanova, 1967, citado por Aguilera, 1989; Seymour, 1979 op cit).

2.4.2 Solonización o solonetización.

La solonización es el proceso que permite la formación de un solonetz (alcali-negro o sódico) a partir de un solonchack. Su proceso de formación más común, consiste en el lavado de un solonchack tanto por la lluvia como por riego. Al ser lavadas las sales solubles dejan el complejo de intercambio saturado con sodio, que al hidrolizarse el éste, junto con la formación de carbonato y bicarbonato de sodio, provocan que se eleve el pH. Bajo estas condiciones de alcalinidad la materia orgánica y la arcilla se dispersan. La defloculación de los coloides afecta las propiedades físicas como son: estructura, espacio poroso, permeabilidad, infiltración y la compactación.

Ahora bien, los coloides dispersos pueden ser eluviados en la época de secas; mientras que durante la época de lluvias pueden ser lluviadas; formándose el horizonte nátrico (Btn) (Aguilera, 1989 op cit; Primo, et al, 1973; Seymour, 1979 op cit).

2.4.3 Solodización.

Solodización es el proceso que permite la formación de un suelo soloth (solod o solodi). Este proceso es consecuencia del lavado continuo del horizonte A de un solonetz hasta llegar a ser ácido. La zona de dispersión de los coloides se

mueve hacia las partes más profundas del perfil por eluviación-iluviación.

La hidrólisis de un suelo sódico implica también la formación de un suelo de hidrógeno; que en presencia de un exceso de CaCO_3 se puede formar un suelo cálcico; según las siguientes reacciones:

1. Arcilla-Na + H_2O ===== Arcilla-H + NaOH
2. $2\text{NaOH} + \text{CO}_2$ ===== $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
3. Arcilla-2Na + CaCO_3 ===== $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Arcilla-Ca}$

Sin embargo, cuando no existe ninguna fuente que proporcione calcio, se produce una degradación del suelo de hidrógeno a sesquióxidos, al romperse la estructura de las arcillas; éstos al ser lavados dejan un horizonte eluviado (E), decolorado y relativamente rico en sílice, con hasta con un 12 % de sílice libre de origen secundario. Finalmente, los suelos solonchack, solonetz y soloth se presentan generalmente como complejos diferenciados por la forma del relieve y las condiciones hidrológicas locales (Seymour, 1979 op cit).

Es importante señalar, que estos procesos no describen con precisión las características de salinización y sodificación de los suelos en la zona chinampera. Pues, tanto la formación de los suelos como sus condiciones ambientales (abundancia de agua) difieren de las condiciones aquí descritas. Los suelos de chinampa se crearon de demanera artificial por lo cual no

tienen un desarrollo edafogénico; por consecuencia no presentan horizontes de diagnóstico. Razones por las cuales, se les clasificado como antroposoles (Aguilera, 1985-1993).

2.5. Efecto de las sales solubles sobre las plantas.

Las sales en la solución del suelo afectan las plantas a través de dos mecanismos diferentes: mediante un aumento de la presión osmótica y por su efecto tóxico .

A medida que aumenta la concentración salina de la solución del suelo aumenta la presión osmótica y llega un momento en que las raíces de las plantas no tienen la fuerza de succión necesaria para contrarrestar esa presión osmótica, en consecuencia, no absorben el agua del suelo. (Pizarro, 1978; Bresler, 1982).

El otro mecanismo por el que las sales afectan el desarrollo de las plantas, es la toxicidad. Al parecer la toxicidad de las sales no es debida al efecto directo de sus iones, sino a que éstos inducen alteraciones en el metabolismo, ocasionando la acumulación de productos tóxicos. Cuando un cultivo se desarrolla en suelos salinos las plantas se presentan en manchones; sufren achaparramiento y adquieren un color verde azulado característico. La mayoría de las plantas son más sensibles a la salinidad. durante la germinación que en las últimas etapas de su desarrollo. Así, las sales alrededor de

las semillas provocan que la germinación sea en manchones (Pizarro, 1978 op cit; Bresler, 1982 op cit; Richards, 1985; Ortega, 1978;).

El vigor de las plantas adyacentes a los manchones puede dar idea de la distribución de las sales en el suelo; las plantas se desarrollan mejor en zonas adyacentes a los manchones exentos de vegetación, y la presencia de plantas achaparradas en la misma posición indica una distribución más general de la salinidad del área. Si el grado de salinidad no es lo suficientemente elevado como para producir ese tipo de manchones la apariencia general del cultivo es una marcada irregularidad en su vigor vegetativo (Richards, 1985 op. cita; Aceves, 1979 op cit).

Por otro lado pueden confundirse los efectos debidos a la baja fertilidad del suelo con aquellos causados por la salinidad; por ejemplo el achaparramiento y amarillamiento en las plantas. En cambio el color verde azulado, que se debe a una cubierta cerosa, es característica de condiciones de alta salinidad y lo pueden presentar la remolacha, alfalfa, col, mostaza y otras especies relacionadas. Otro síntoma de salinidad que pueden presentar las plantas son: áreas necróticas o quemaduras en las puntas y en las márgenes de las hojas, esto se presenta en frutales, hortalizas, gramíneas (Marschner, 1989; Richards, 1985, op cit; Ortega, 1978 op cit).

El enrollamiento de las hojas puede ser indicador de salinidad, aunque estos mismos síntomas pueden ser causados por mantos freáticos elevados o mal funcionamiento del sistema radicular. Por lo tanto para diagnosticar los síntomas de salinidad es necesario realizar análisis foliares (Richards, 1985 op cit).

Los efectos de las sales sobre las plantas pueden ser directos e indirectos. Los efectos directos son causados por las altas presiones osmóticas, debidas a las altas concentraciones de sales solubles en la solución del suelo; y a la acumulación de ciertos iones en concentraciones tóxicas. Los efectos indirectos están dados por la sustitución de los iones calcio y magnesio por el ion sodio en el complejo de intercambio, con el consiguiente deterioro de las propiedades físicas y químicas del suelo. Además, se forman costras que impiden la emergencia de las plantas (Aguilera, 1989 op cit; Aceves, 1979 op cit; Ortega, 1978 op cit; Pizarro, 1978 op cit).

Las sales se han clasificado por su grado de solubilidad y por su correspondiente participación osmótica en la solución del suelo. Así, NaCl , MgCl_2 , NaHCO_3 , Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , y MgSO_4 son los más solubles y por tanto los nocivos; mientras que el, CaSO_4 , MgCO_3 , y CaCO_3 (incluyendo los bicarbonatos) son de baja solubilidad y tienden a precipitarse con lo cual

dejan de influir en la presión osmótica. La solubilidad de las sales depende principalmente de la temperatura de la solución el suelo, el pH, la concentración de otros iones en la solución y de la concentración de CO_2 en la solución y en el aire (Dixon, 1984; Richards, 1985 op cit.)

Los iones cloro, sodio, bicarbonatos, boro y litio son muy tóxicos. El ion cloro se acumula de 1 al 2 % en peso seco cuando la solución del suelo tiene entre 700 y 1500 ppm de este anión; estas concentraciones ocasionan quemaduras en las hojas, así como la caída de los brotes y finalmente la muerte. En cambio, el sodio en concentraciones de solo 0.05 % sobre peso seco produce los mismos síntomas (Ortega, 1978 op cit. Richards, 1985, Op. cit.).

El ion bicarbonato puede ser tóxico en algunos cultivos como el frijol; este ion al reaccionar con el calcio y el magnesio los precipita, además ocasiona clorosis por hierro. El boro y el litio son tóxicos a las plantas aún en muy bajas concentraciones pues provocan quemaduras (Richards, 1985 op cit).

EL USDA (1985) ha determinado el efecto de la salinidad en las plantas por medio de la CE, que es un índice de la cantidad de sales totales en el suelo.

CE (mmhos/cm)	EFFECTOS.
0-2	Efectos de salinidad casi nulos.
2-4	Los rendimientos de los cultivos más sensibles pueden ser restringidos
4-8	Se reducen los rendimientos en muchos cultivos.
8-16	Solo los cultivos tolerantes rinden bien.
> 16	Solo algunos cultivos muy tolerantes rendirán.

Cuadro 3. Efectos de las sales en las plantas (Richards, 1985 op cit.)

2.6 Efecto de las sales sobre el suelo.

El efecto principal de la salinidad sobre los suelos consiste en su acción sobre la estructura. esta propiedad depende de la floculación de los coloides y de la cementación de los mismos agregados. Por tanto, los efectos son más pronunciados cuanto mayor es el contenido de coloides orgánicos e inorgánicos en el suelo (Pizarro, 1978 op. cit.).

En los suelos normales el calcio es el catión de cambio que domina el complejo, por lo cual se mantiene la estructura. Cuando domina el sodio las fuerzas de atracción disminuyen mucho y las arcillas tienden a dispersarse, perdiendo su estructura el suelo. Si la solución del suelo está muy salinizada con sodio, las partículas arcillosas se mantienen floculadas, pero cuando la solución del suelo se diluye y su salinidad desciende desaparece la acción floculante: los coloides se dispersan, las partículas más finas son lavadas, acumulándose en el horizonte B, la estructura se deteriora,

la porosidad se reduce y disminuye la permeabilidad del suelo (Pizarro, 1978, op. cit.; Aguilera, 1989, op. cit.; Seymour, 1959)

Cuando los suelos contienen carbonato de sodio, aumenta la solubilidad de la materia orgánica, formándose alcalihumatos dispersos de color oscuro, que se acumulan por capilaridad en la superficie, ésta adquiere un color negro característico, de donde proviene el nombre de alcali-negro (Aguilera, 1989 op. cit.; Aceves, 1979 op. cit.; Ortega, 1978 op. cit).

En los suelos contaminados con sales y sodio la montmorillonita es la arcilla dominante, lo que ocasiona que presenten una alta capacidad de intercambio catiónico (45 meq/100gr). Son suelos resbaladizos, cuando están húmedos y agrietados cuando están secos; su estructura es prismática y columnar (Aguilera, 1989 op. cit.; Pizarro, 1978 op. cit).

2.7 Rehabilitación de suelos salinos y sódicos

La elección de los mejoradores para la rehabilitación de los suelos, depende de las características físicas y químicas que presenten. El procedimiento práctico suficiente en los suelos salinos es la aplicación de láminas de lavado, ya que las sales contenidas en la solución del suelo son fácilmente arrastradas (Richards, 1985 op. cit.; Aceves, 1979 op. cit.; Pizarro, 1978 op. cit.; Withers et. al. 1986).

En cambio, cuando se trata de suelos sódicos o salino-sódicos es necesario, además de aplicar las láminas de lavado, usar algún mejorador químico o biológico para que el sodio pueda ser liberado del complejo de cambio. En general, para la recuperación de suelos contaminados con sales y/o sodio se utilizan métodos físicos, químicos y biológicos (Aguilera, 1989 op cit; Richards, 1985 op cit; Pizarro, 1978, op.cit).

2.7.1 Métodos físicos:

En los métodos físicos se pueden citar los siguientes: inversión del perfil; acondicionamiento de la textura; subsoleo; uso de impermeabilizantes artificiales; lavado de sales por láminas de riego en surcos, goteo, subirrigación, aspersión e inundación; aplicación directa de corriente eléctrica al suelo, esto involucra procesos y principios electroquímicos como electrodiálisis, electroforésis y electroósmosis en condiciones de saturación que favorecen la remoción de cationes intercambiables (Pizarro, 1985 op cit; Richards, 1985 op cit).

2.7.2 Métodos químicos.

Se usan fundamentalmente en la recuperación de suelos sódicos y salino-sódicos. Consisten en agregar sustancias al suelo con la finalidad de solubilizar el calcio existente, o bien se agregan formas solubles en caso de que no exista en el suelo, para propiciar el intercambio catiónico y sustituir al sodio por el calcio y, lograr la floculación de los coloides.

Existen varias sustancias que se usan como mejoradores, entre las sustancias más comunes se encuentran:

1. Sales solubles de calcio: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, y $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
2. Ácidos o formadores de ácido: S, H_2SO_4 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CaS_5 y FeCl_3 .
3. Sales de baja solubilidad: CaCO_3 y $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$.

Para seleccionar el mejorador a utilizar se recomienda tomar en cuenta las características del suelo, velocidad de reacción, cantidad y costo de los mismos.

Las características de los suelos que se toman en cuenta son: contenido de carbonato de calcio y el pH. En base a estas características se pueden establecer tres tipos de suelos:

1. Suelos que contienen carbonatos de calcio.
2. Suelos que no contienen carbonato de calcio y cuyo pH es mayor de 7.5
3. Suelos que no contienen carbonato de calcio y cuyo pH es menor de 7.5.

En los suelos que contienen carbonato de calcio es posible aplicar cualquiera de las sales solubles de calcio, sustancias formadoras de ácidos y ácidos. Mientras que, en los suelos que no contienen carbonato de calcio no es recomendable usar estas sustancias, porque el hidrógeno se fija en el complejo de intercambio; por tanto el pH se abate y puede causar otro tipo de problemas, sobre todo en lo que se refiere a la disponibilidad de nutrientes.

En suelos con carbonato de calcio y cuyo pH es menor de 7.5 se puede usar roca caliza molida (dolomita, calcita), no así en los suelos con carbonato de calcio y pH mayor de 7.5, debido a que la caliza tiene muy baja solubilidad a pH elevado (Richards, 1985 op cit; Pizarro, 1978 op cit; Ortega, 1978 op cit).

2.7.3 Métodos biológicos.

Los métodos biológicos consisten en hacer uso de la materia orgánica y plantas tolerantes a las sales, para propiciar una mejora en las propiedades físicas del suelos.

Como se sabe, una de las funciones de los microorganismos del suelo es la descomposición de materia orgánica, en cuyos procesos liberan una serie de compuestos, como los polisacáridos, que propician la agregación del suelo e incrementan su permeabilidad. Por estas razones, en los suelos ensalitrados se usa estiércol y composta para su recuperación.

Durante la descomposición la materia orgánica los microorganismos del suelo liberan bióxido de carbono, el cual al combinarse con el agua forma ácido carbónico que puede solubilizar sales de calcio precipitadas en el suelo. Además, la materia orgánica libera nutrientes que estimulan el desarrollo de las plantas (Pizarro, 1978 op cit; Aceves, 1979 op cit; Withres, 1986 op cit).

2.8 Características de la espinaca.

La espinaca tiene un ciclo de vida de 50 a 60 días aproximadamente, dependiendo de la variedad. Se puede cultivar en cualquier época del año pues no requiere de un periodo de vernalización.

El sexo de la espinaca permite diferenciar:

Plantas masculinas. Producen flores masculinas y en general tienen poco follaje.

Plantas masculinas vegetativas. Producen flores masculinas pero con más follaje.

Plantas monoicas. Presentan flores masculinas y femeninas con un buen desarrollo del follaje.

Plantas femeninas. Producen flores femeninas y su follaje es abundante.

La raíz de la espinaca puede medir desde 20 cm; su tallo es muy corto con apenas 0.5 a 1 cm, aunque dependiendo de la variedad esto puede ser distinto. Las hojas acorazonadas son de color verde y crecen en forma de roseta; las flores se dan en racimo en un número promedio de 6 a 20, éstas pueden ser estaminadas, pistiladas o hermafroditas; las flores masculinas tienen cinco sépalos y de 4 a 5 estambres generalmente son panículas o espigas. En cambio las femeninas son siempre axilares.

El clima templado con temperaturas promedio de 16 a 18 grados centígrados es lo que mejor favorece su desarrollo, pudiendo

emerger en un tiempo de 8 a 12 días. Los suelos que les favorecen son los arcillo-arenosos, aunque se pueden cultivar en cualquier suelo. Es un planta que tolera un pH de 6 a 8 y se reporta que valores por abajo de esto retarda su desarrollo.

En lo que se refiere a la fertilización las fórmulas que se recomiendan son variadas dependiendo de la zona geográfica del País. Para el Bajío la fórmula que se recomienda es 60-40-00 en cambio para otras zonas el INIA recomienda 120-40-00 y 100-80-00. El nitrógeno en algunos casos se fracciona dependiendo de la variedad utilizada.

La espinaca es de siembra directa manual o mecánica, se pueden tener poblaciones de 180,000 a 310,000 plantas/ha, sembradas a doble hilera y con una separación entre plantas de 20 a 30 cm. La cosecha se realiza arrancando toda la planta y se comercializa en manojos para el mercado. Las agroindustrias realizan de dos a tres cortes. El indicador de la cosecha es el tiempo, se recomienda cosechar cuando la planta haya formado de 8 a 10 hojas en su máximo crecimiento (Valadéz, 1989; Edmond, 1981)

Cuadro 4. Valor nutritivo de la espinaca (*Spinacia oleracea* L)

Porción comestible 0.82%		MINERALES.	AMINOACIDOS
Humedad	91.8 %	Calcio	66mg (mg/gr de
Fibra	4.0 %	Hierro	4.4mg espinaca)
Energía	16 Kcal	Magnesio	39mg Isoleucina106
Carbohidratos	1.7g	Sodio	130mg Leucina208
Proteína total	2.9g	Potasio	130mg Lisina159
Grasas totales	0.4g	Zinc	0.5mg Metionina46
Colesterol	0.0mg	VITAMINAS.	
ACIDOS GRASOS		Retinol	320mcg Fenilal.153
Saturados tot.	0.03g	Ac. ascorb	40mg Treonina 116
Monoinsaturados		Tiamina	0.1 mg Triptofano 34
(oleico)	0.01g	Rivoflav.	0.16mg Valina 133
Polinsaturado		Niacina	0.50mg Arginina 139
(linoleico)	0.01g	Piridoxina	0.18mg Cisteina 56
		Ac. fólico	140mcg
		Cobalamina	0.0mcg

Fuente: De Chávez, Hernández y Roldán (1992). Tablas de Uso Práctico del Valor Nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. Comisión Nacional de Alimentación Instituto Nacional de la Nutrición.

IV. CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

1. Localización.

La delegación de Tláhuac se localiza al sureste de la Ciudad de México y es una de las 16 delegaciones con que cuenta el Distrito Federal. Limita al norte con la delegación de Iztapalapa; al sur con la delegación Milpa Alta; al oeste con Xochimilco y al este con el Estado de México. Geográficamente se encuentra entre los $19^{\circ} 16' 06''$ de latitud norte y $99^{\circ} 00' 16''$ de longitud oeste. La delegación consta de los siguientes poblados: San Pedro Tláhuac (su cabecera), Mixquic, San Juan Ixtayopan, Santa Catarina, Tetelco, Tlaltenco y Zapotitlán (García, 1954; Moncada, 1976).

La chinampa de estudio se ubica aproximadamente a un km. al este del centro de San Pedro Tláhuac; a un lado se encuentra el canal Guadalupanaco mismo que se une por uno de sus extremos al canal de Chalco (ver Figura 1).

2. Geología.

La Cuenca de México tiene un basamento de sedimentos marinos del Cretácico que datan de unos 50 millones de años; el paisaje actual se formó durante el Terciario y Cuaternario. En el Terciario, después de una actividad volcánica generalizada se acentuó el fracturamiento Chapala-Acambay en la parte norte, produciendo a medida que se ampliaba y se

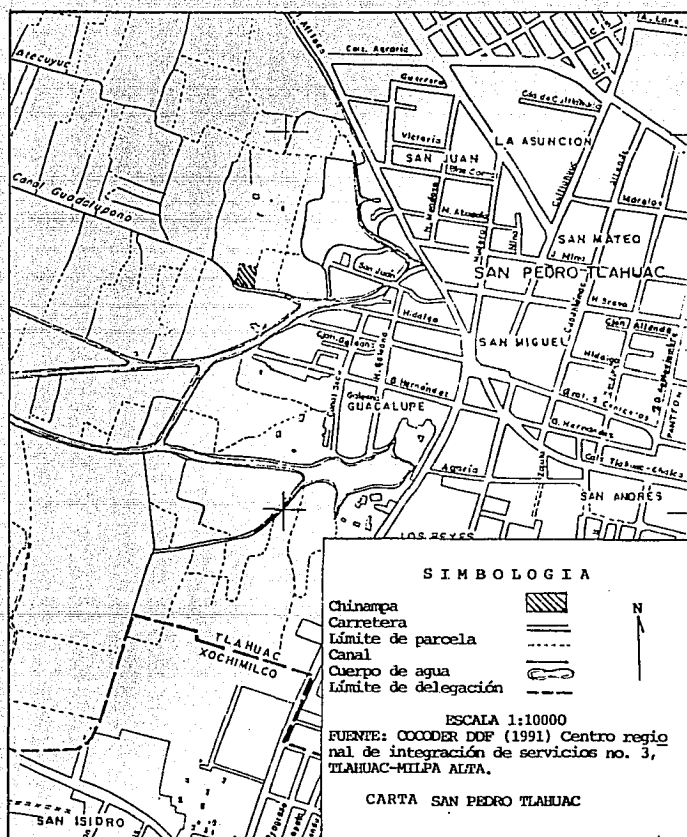


FIGURA 1. LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

hundían sus bloques; numerosos volcanes como los de la región de Pachuca, Tepetzotlan y Guadalupe (Mooser, 1961).

Los fracturamientos dirigidos al sur-sureste permitieron la emisión de lavas que formaron los volcanes de la Sierra de Las Cruces y la Sierra de Río Frío. La integración de estos volcanes también parece estar ligado al hundimiento lento de la cuenca, que una vez creado el desnivel entre fosas y pilares, produjo abanicos aluviales a sus pies; éstos constituyeron la formación tarango, con sus minas de arena y sus numerosos horizontes de lahares pumíticos. Desde entonces se fueron formando los grandes valles que desembocaban al sur; al sistema del río Balsas (López, R.1983).

Durante el Terciario superior, comenzó a formarse el fracturamiento Humboldt (fracturamiento Clarión o Eje Neovolcánico), con lo cual nacieron los volcanes del Ajusco, Iztacihuatl y el Popocatepetl.

En el Cuaternario se produjo la extraordinaria efusión de lavas del Chichinautzin. Así, se reabrió el antiguo espacio por el que corrían los ríos que iban al sur formandose la Cuenca cerrada de México. Esto ocurrió en el último millón de años y fue contemporáneo a las grandes glaciaciones. Durante este período las condiciones de lluvias abundantes combinadas con frecuentes erupciones de cenizas volcánicas que dañaban o

destruían la vegetación; hicieron posible que la Cuenca de México se rellenara rápidamente por acarreo.

El relleno en ciertas partes como Xochimilco y Chalco, medirá casi 800 metros de espesor y los de la cuenca central sobre todo en los últimos 50 a 60 metros, son de origen lacustre y consisten de arcillas altamente hidratadas.

Al respecto, Aguilera, H.N. y Fuentes E.C. (1951), reportan para la zona sureste montmorillonita y caolinita, mientras que Aguilera H.N. y Hernández, C.R. (1955), encontraron montmorillonita en el pozo No. 72 (tenería unida) del ex-lago de Texcoco.

Las rocas que se reportan al sureste de la cuenca son: basaltos, Q(B); tobas ácidas, Q(Tb) y brecha volcánico-basáltico, Q(Bvb). Estos materiales se encuentran sobre la Sierra de Santa Catarina y en el Cerro de la Estrella, aunque en este último también se encuentran tobas ácidas del terciario superior, Ts(Tb).

Al este de Chalco, sobre las laderas del Popocatepetl las rocas son andesitas del terciario superior, Ts(A) y al sur de Chalco-Xochimilco, sobre el Ajusco, se tienen materiales ígneos extrusivos como tobas volcánicas, Q(Tb); brecha volcánica basáltica, Q(Bv) y basalto, Q(B) todas correspondientes al cuaternario. Al sur de San Pedro Tláhuac, sobre el cerro Teuhtli, las rocas son andesitas del terciario superior, Ts(A) (SPP, 1983; DETENAL, 1978; Cantarell, 1987).

3. Fisiografía y tografía

La zona de estudio se encuentra en la provincia del Eje Neovolcánico y particularmente en la subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac (SPP, 1981).

La provincia está formada por grandes sierras volcánicas, coladas lávicas, conos, depósitos de arena y cenizas; así como de una masa de rocas ígneas de todo tipo. En el se encuentran los volcanes; Colima, 4330 msnm; Popocatepetl, 5465msnm; Iztacihuatl, 5386 msnm; La malinche, 2200 msnm y el Pico de Orizaba, 5700 msnm que casi en línea recta atraviesan al País aproximadamente en el paralelo 19°.

Las cuencas cerradas ocupadas por los lagos Patzcuaro, México y Totolcingo son otro rasgo fundamental. La subprovincia Lagos y Volcanes del Anáhuac incluye la Cuenca de México; ésta se localiza entre los 98°68'57" y 99°21'43" de longitud oeste y de latitud norte entre los 19° 36'41" y 19°54'82". Actualmente la cuenca se compone de los ex-lagos de Zumpango, Xaltocan y Chalco. También, al sureste se encuentra el lago de Xochimilco y al norte el de Texcoco; éstos dos rehabilitados parcialmente en los últimos años (Plan de rescate del Lago de Texcoco y Plan de rescate ecológico de Xochimilco (Valero, 1985; González, 1990 op cit).

Al sureste de la Cuenca de México y al norte de Tláhuac, se encuentra una larga cadena de pequeños volcanes apagados que forman la Sierra de Santa Catarina. Los volcanes que la

componen son: Santa Catarina, 2734 msnm; Yuhualixquic, 2320 msnm; Xaltepec, 2370 msnm; Tecuatzin, 2500 msnm; Tetecon, Guadalupe, La caldera, San Nicolás y el Peñón del Marqués.

Al sur de San Pedro Tláhuac se encuentra el cerro Teutli con una altura promedio de 2700 msnm y al centro del ex-lago de Chalco se eleva el volcán Xico con una altura promedio de 150 metros con respecto a la parte baja de la zona lacustre (CETENAL, 1978; Valero, 1985 op cit).

4. Suelo.

En las sierras aledañas de la Cuenca de México, se tienen suelos de origen volcánico. En tanto que en las partes bajas se tienen suelos aluviales lacustres, dado el arrastre de materiales durante los períodos glaciales del pleistoceno.

Los suelos de las partes altas han tenido un desarrollo morfogenético apartir del material parental ígneo. Sus características físicas y químicas son: colores que van de pardo a negro, densidad real y aparente baja, textura migajón arenosa, bajo porcentaje de materia orgánica, baja concentración de sales solubles y pobres en N y P; en cambio son ricos en Ca^{++} , Mg^{++} y K^+ (Aceves, tomado de Reyes, 1985; Aguilera, 1969; Aguilera y Cervantes, 1987; CETENAL, 1977).

En las partes bajas, Aguilera et al (1985-1993 op cit) ha realizado diferentes investigaciones. En la zona chinampera de Xochimilco-Tláhuac se han caracterizado las propiedades

físicas y químicas del suelo. También se ha investigado sobre la rehabilitación de los suelos de chinampa y su relación con las plantas cultivadas; pues éstos presentan problemas de sales y sodio.

En general, las propiedades físico-químicas del suelo son: color oscuro o muy oscuro; densidad aparente y real baja; textura franca, migajón limo-arenosa y migajón-arcillosa; altos contenidos de materia orgánica; alta capacidad de intercambio catiónico total; pH hasta de 9.3 ; exceso de sales y sodio; muy ricos en calcio, magnesio, nitrógeno y fósforo.

Los suelos de la zona chinampera son de origen antrópico por lo cual se les han clasificado como antroposoles (Aguilera, et al 1971-1990, citado por Vallejo, 1991).

En Tláhuac, cercano a la zona de estudio, se ha reportado que los suelos tienen una C.E. de 4.8 a 25 mmhos/cm, PSI de 17 a 82 y pH de 8.2 y se han clasificado como salino-sódico (Galicia y Aguilera 1993).

5. Clima.

El clima que se reporta para la zona es Cb(W1)(W)(i'): es el más seco de los templados subhúmedos, con lluvias en verano y un cociente de P/T de 55, la lluvia invernal menor de 5%.

Temperatura media anual de 12 °C para el mes más frío y de 18 °C para el mes más cálido. La isoterma de 15 °C se localiza a 2300 msnm en la Sierra del Chichinautzin con una precipitación media anual de 600 a 800 mm. El clima es bastante uniforme debido que la zona esta protegida por la Sierra de Santa Catarina, el Teuhtli y el volcán Xico. Los meses más lluviosos son de julio a septiembre (García, 1987).

6. Hidrología.

En la Cuenca de México se origino un gran lago. Sin embargo, debido a posteriores alteraciones climatológicas disminuyo el nivel del lago dando origen a cinco subcuencas: Zumpango, Xaltocan y San Cristobal al norte; México-Texcoco hacia el centro y Chalco-Xochimilco al sur. En la actualidad, solo quedan pequeños lagos aislados ya prácticamente desecados.

Durante mucho tiempo los lagos de Chalco-Xochimilco contaron con un gran número de manantiales que les surtían de agua dulce permanente. Sin embargo, dado que la Ciudad de México y los poblados ribereños constantemente sufrían inundaciones en la época de lluvia; durante la colonia se realizaron obras hidráulicas para desecar principalmente el lago de Chalco y Texcoco.

Los Aztecas lo habían solucionado, en buena medida, con la construcción de diques-calzadas; mismos que fueron destruidos durante la conquista. Años después se intento restablecerlos, no obstante, la nueva política prefirió buscar el modo de

desechar los lagos. Así, con esta idea entre los años 1865 y 1885, el lago de Chalco fue drenado hacia Texcoco a través de San Isidro, entre la Caldera y el cerro Pino; este canal desembocaba cerca del pueblo Los Reyes y de ahí a través de Texcoco hasta el tajo de Nochistongo, al norte de la cuenca, para finalmente vaciar las aguas al valle de Pachuca.

Con ésto se resolvió el desbordamiento del lago de Chalco; sin embargo la política de desechar los lagos ha persistido; primero con la construcción del canal de desagüe, y últimamente con las obras del drenaje profundo de la Ciudad de México (Cannon, 1957).

Las obras para captar el agua de los manantiales de la zona de Chalco-Xochimilco se iniciaron desde 1905 y concluyeron en 1914 con una captación inicial de 2100 litros por segundo. Por otro lado, durante el siglo XIX se desviaron hacia el canal de desagüe los ríos San Juan de Dios, Churubusco y Piedad tributarios de la chinampería de Xochimilco y Tláhuac (Cannon, 1957, op cit; Moncada 1976 op cit).

Como consecuencia de todo lo anterior y otras más, como la deforestación de los bosques aledaños; entre los años de 40's y 50's los canales y lagunas prácticamente se secaron. Con lo que las chinampas de Tulyehualco, Alcapixca y Nativitas casi desaparecieron y las de Xochimilco, San Gregorio Atlapulco, San Luís Tlaxialtemalco y Tláhuac se redujeron drásticamente al quedar sin agua.

Como los chinamperos protestaran ante el Departamento del Distrito Federal (DDF) en 1957 comenzó la alimentación artificial a los canales con los ríos Churubusco y San Buenaventura por el cauce abierto del canal nacional. En 1959 se empezó a bombear aguas negras tratadas a la zona chinampera, de la planta Aculco, Coyoacán y para 1971 la nueva planta del Cerro de la Estrella empezó a aportar agua residual a los canales de Xochimilco, San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco y Tláhuac a través de una red subterránea.

Sin embargo, esto no ha compensado la pérdida de agua para la zona de chinampas, pues para 1990 solo se incorporaba a la zona 700 litros de agua por segundo, en cambio solo para la zona Xochimilco-Mixquic-Xotepingo se extraían 7700 litros por segundo (Rojas, 1984 op cit).

Con respecto a la calidad del agua, al hecho de que las aguas negras solo reciben un tratamiento secundario se suma la contaminación de las descargas domiciliarias de los asentamientos humanos, regulares e irregulares, que van a dar a los canales.

Galicia (1990) y Vallejo (1993), con base a Wilcox modificado por Thorne y Thorne (1951), han clasificado el agua como C₃S₁: Es altamente salina y con poca posibilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio al aplicarse al suelo. Sin embargo la primera autora señalan que no es recomendable

utilizarla como riego ya que la conductividad eléctrica (C.E.) es de 1000 a 1700 micromhos/cm y los cloruros (Cl^-) entre 3.42 y 9.65 meq/l.

A su vez, Josafatt (1993) y otros autores con anterioridad han reportando, para diferentes canales en la zona de Xochimilco, gran cantidad de coliformes (Balanzario, 1976 citado por Reyes, 1985).

Con este panorama el ex-lago de Tláhuac se encuentra reducido a una serie de canales llamadas acalotes y apantles. Los primeros son de mayor anchura y profundidad en tanto que los segundos tienen aproximadamente dos metros de ancho por uno de profundidad. En ambos casos el movimiento del agua es casi nulo y presentan una gran cantidad de detritus que se originan por la descomposición de las plantas acuáticas.

7. Vegetación

En la zona chinampera, existe una gran diversidad en la flora, tanto de hábitat terrestre como acuático; se cultivan muchas especies y proliferan las malas hierbas. Los árboles que dominan el paisaje son los ahuejotes (*Salix bonplandiana* y *Salix humboldtiana*) alrededor de las chinampas.

Las plantas acuáticas como las ninfáceas y lemnáceas tiene gran importancia, pues fijan grandes concentraciones de fósforo que ponen a disposición en corto tiempo; dado que en 20 días el 70 % de éstas plantas es destruido, liberando sus componentes (Lot y Quiroz, 1979).

En la actualidad, algunas de las plantas hidrófitas utilizadas en la construcción de las chinampas, han desaparecido de la zona. Este el caso de *Typha sp.*, *Scirpus lacustris*, *Potamogeton foliosus* y *Nymphaea mexicana* (Quiroz, 1981).

Lot et al (1978), aclaran que 25 especies de hidrófitas están ligadas al cultivo de la ciénega y cinco de ellas son las importantes en cuanto a sus valores de peso húmedo por área; cuatro de ellas son lemnáceas (*Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Lemna polyhryza*, *Wolffia columbiana*) y una quinta es *Nymphaea flavovirens*, y en otros tiempos lo fue *Nymphaea mexicana*.

El césped que actualmente se usa también se compone de *Eichornia crassipes*, *Limnobiun laevigatum*, *Lilaepsis occidentalis*, *Hidrocotyle ranunculoides* y *Scirpus americanus* (Quiroz, 1980).

Novelo, R.A. y Gallegos, M.M., (1988) (citado por Vallejo, 1991) proponen cuatro ambientes ecológicos acuáticos para el sistema chinampero: los acalotes, apantles, ciénegas y lagunas. La diversidad de especies entre los diferentes ambientes no varía mucho.

Las especies que se cultivan en la zona de chinampas son tanto de origen nativo como europeo. Las especies nativas son: *Zea mays* L., maíz; *Capsicum annum* L, chile; *Phaseolus vulgaris* L., frijol; *Lycopersicum sculentum* (Mill), jitomate; *Physalis ixocarpa* (Brot.), tomate; *Cucurbita pepo* L., calabaza; *Cucurbita ficifolia*, Chilacayote; *Salvia hispanica*, chia; *Amarantus leucocarpus* (Wats), alegría o amaranto; *Chenopodium sp.*, quintoniles o quelites; *Suaeda torreyana* (Wats), romeritos; *Matricaria chamomilla* L., manzanilla; *Mentha sativa*, hierbabuena; *Chenopodium ambrosioides*, Epazote; *Rosmarium officinalis* L., romero y *Ocimum basilium*, albahaca.

La introducción de las especies europeas a la chinampería se hizo de manera gradual aumentando de manera significativa los cultivos. Algunas de éstas son: *Brassica oleracea* var. *napobrassica* (Mill), colinabo; *B. oleracea* var. *gemmifera* (DC) Zenk, col de bruselas; *B. napus*, nabo; *B. oleracea* var. *capitata*, col; *B. oleracea* var. *botrytis*, coliflor; *B. oleracea* var. *cauliflora*, brocoli; *Beta vulgaris*, betabel; *Dacus carota*, zanahoria; *Raphanus sativus*, rábano; *Apium graveolens*, apio; *Allium porum*, poro; *Petrosilium crispum* (Hoffan), perejil; *Cynara scolymus* L., alcachofa; *Triticum sativum* Lam., trigo; *Hordeum vulgare* L., cebada; *Spinacia oleracea*, espinaca; *Lactuca sativa*, lechuga; *Beta vulgaris* var. *crassa* entre otras.

VI. MATERIALES Y METODOS.

1. Muestreo de suelos

Se realizaron cinco muestreos en la chinampa de Tláhuac D.F. Esto se realizó en diferentes tiempos de acuerdo a las objetivos del experimento.

El primero se realizó en dos pozos de fertilidad hasta los 60 cm profundidad, tomando muestras a cada 20 cm; el segundo, tercer y cuarto muestreo se realizó durante el cultivo, en diferentes tratamientos de los cuatro bloques; en todos casos se tomaron las muestras de los primeros 20 cm. Finalmente, el quinto muestreo se hizo en cuatro pozos de fertilidad; uno en cada bloque. El muestreo se realizó a cada 10 cm, hasta el nivel freático. La profundidad de los pozos fueron de 10 a 40 cm. Es decir, los muestreos de suelos se realizaron antes, durante y después del experimento.

En todos los casos, se tomaron aproximadamente 2 kg. de suelo; se colocaron en bolsas de polietileno etiquetadas y se transportaron al Laboratorio de investigación de Edafología, Facultad de Ciencias, UNAM.

Con las muestras colectadas en la primer muestreo, se caracterizaron algunas propiedades físicas y químicas del suelo, antes de establecer el experimento en campo. Lo pozos de fertilidad del cuarto muestreo correspondieron a diferentes zonas de la chinampa donde se observó crecimiento diferencial del cultivo de espinaca.

2. Laboratorio.

Las muestras se secaron a temperatura ambiente; se tamizaron en una malla de 2 mm de diámetro y se guardaron en bolsas de plástico para su análisis posterior.

2.1 Análisis de suelos.

-pH con un potenciómetro Corning modelo 7, usando una relación 1:5 y 1:10 con agua y KCl 1N, pH 7.

-Pasta de saturación: La extracción de la solución del suelo se realizó por filtración con vacío, usando 250 g de muestra; del extracto se analizó:

-Conductividad eléctrica (CE) de la solución del suelo mediante un conductímetro PW 9505 marca Philips (Jackson, 1982).

-Potencial de hidrógeno del extracto de la solución del suelo por el método potenciométrico (Dominguez y Aguilera, 1984).

2.2 Ensayos a nivel de laboratorio.

Estas pruebas de laboratorio tuvieron como finalidad validar las cantidades de los mejoradores biológicos nuevos (MBN y MBE) que se utilizarían en la chinampa. Se determinó el pH y la Conductividad eléctrica (CE) de los suelos de dos pozos de fertilidad, correspondientes a dos zonas distintas de la chinampa (Cuadro 6).

Con los datos, se procedió a ensayar con diferentes dosis de los mejoradores MBN y MBE, que permitieran abatir los niveles

tan altos de estos dos parámetros (pH y CE), hasta los niveles óptimos deseados. Para esto, se utilizó 250 g de suelo de la muestra de 0-20 cm del pozo uno a capacidad de campo (pastas de saturación); en el cual se agregaron diferentes dosis de los mejoradores en mezclas y sin mezclar. En estas pruebas se determinó el pH al momento de agregarlos y durante 3 o 4 días, para conocer el tiempo necesario en que se establecen los nuevos equilibrios químicos (Cuadro 14).

3. Trabajo de campo.

3.1 La chinampa experimental.

La chinampa donde se realizó el experimento de campo se localiza al oeste de San Pedro Tláhuac, a un km antes de llegar al centro del poblado, cabecera de la delegación.

A un lado de la chinampa se encuentra el canal Guadalupanaco el cual se une por uno de sus extremos al canal de Chalco. La chinampa mide de ancho 12.5 m de ancho, en el sentido E-O, y 30.0 m de largo, en el sentido S-N. Por tanto, la superficie es de 405.5 m^2 , mismos que se utilizaron para el experimento. La superficie es plana con una ligera inclinación en el sentido S-N y O-E. La inclinación hacia el N provoca que en esta zona, fuera de la zona de trabajo, se inunde en épocas de lluvia o cuando el nivel del canal aumenta; por lo cual no se utiliza para fines agrícolas y se encuentra abandonada.

3.2 Cultivo utilizado en el experimento.

3.2.1 Criterios para la selección del cultivo.

En el experimento se utilizó un cultivo de *Spinacia oleracea* L. var. *híbrido cascade* (espinaca). Para la selección se tomaron dos criterios: el primero fue con base a la experiencia que los chinamperos de la zona refieren, acerca de los cultivos que ellos practican en estos suelos y el segundo con base a la forma en que el USDA (1985) determinó los rangos de tolerancia a las sales por las plantas.

En el primer caso, los chinamperos señalan que de unos veinte años a la fecha, en esta zona de la chinampería de Tláhuac la espinaca y ninguna otra hortaliza se cultiva, porque el salitre (sales) las daña. Opinan que el salitre provoca que la semilla no germine o bien al poco tiempo las plantas sufran amarillamiento (clorosis) y finalmente mueran. El único cultivo que ellos practican es el maíz, aunque cada vez disminuyen sus rendimientos.

En el segundo caso, en cuanto a los criterios del USDA, han reportado que los rangos de tolerancia de los cultivos a las sales se establecieron ajustando artificialmente la salinidad, cuando las plántulas se habían establecido. Esto no ocurre en condiciones naturales, lo cual significa que serán afectadas en su germinación o en cualquier etapa de su ciclo vida (Richards, et al 1985 op cit; Valadez, 1989; Marco, 1970).

Por estas dos razones se decidió cultivar una planta que según la bibliografía es resistente a las sales (10 a 12 mmhos/cm) pero que en la zona chinampera de Tláhuac no se cultiva desde hace varios años.

3.2 Diseño experimental y Tratamientos.

El diseño experimental fue un bifactorial con arreglo combinatorio, distribución en bloques al azar y con cuatro repeticiones. Se evaluaron 72 tratamientos con un total de 288 unidades experimentales.

La superficie de cada unidad experimental fue de 1 m^2 ; por lo que 288 m^2 fue la superficie cultivada y el resto de los 405.5 m^2 de la chinampa se distribuyeron en bordos y pasillos. Los bordos para separar cada unidad experimental fueron de 15 y 20 cm, las separaciones entre repeticiones fueron de 40 cm (Figura 2)

Los tratamientos del experimento se determinaron considerando diferentes niveles de N, P y K; así como diferentes dosis de abono caballar. Los diferentes niveles de los fertilizantes fueron los siguientes: nitrógeno 0, 40, 60, 80 y 120 kg/ha; fósforo 0, 40, 60 y 80 kg/ha; y para potasio 0, 10 y 20 kg/ha. La fuente de nitrógeno, fue nitrato de amonio; para fósforo, superfosfato de calcio triple y; para potasio, cloruro de potasio.

En el caso del abono caballar se utilizaron dosis de 0, 10 y 20 ton/ha.

Se combinaron los diferentes niveles de N, P, K obteniendo 45 fórmulas de fertilización; de las cuales se utilizaron 31 para combinarlas con tres dosis de abono, dando como resultado un total de 93 tratamientos de los cuales se seleccionaron 72; mismos que se probaron en el experimento de campo (Cuadro 5).

Los niveles de N, P, K se basaron en la información bibliográfica la cual no reporta datos para la zona de Chalco-Xochimilco. Las fórmulas de fertilización y abonamiento seleccionadas, incluyeron aquellas que se reportan para otras zonas de la República Mexicana (Valadez, 1989 op cit).

Por otro lado, como lo señale en otro apartado las dosis de los mejoradores biológicos nuevos (MBN y MBE) se basaron en las pruebas realizadas en el laboratorio utilizando suelo de la chinampa. Finalmente se decidió aplicar a cada tratamiento una dosis constante a cada uno de ellos. Estas dosis correspondieron a 2000 l/ha de MBN y 0.72 t/ha de MBE para cada tratamiento.

Los rendimientos de la espinaca se evaluaron en función del peso fresco, peso seco, longitud de hojas, número de hojas y número de plantas.

También, se calculo el porcentaje de humedad en base a los pesos frescos y secos de 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento.

3.3 Práctica y manejo del experimento en campo.

3.3.1 Preparación del terreno.

El trabajo de campo se inició a mediados del mes de mayo. Se quitó las hierbas y el pasto con ayuda de azadones. Con esta operación el suelo se removió sin embargo no se consideró suficiente para establecer el cultivo, por lo que se dio un barbecho a una profundidad de 30 cm, con arado de reja ancha tirada por una yunta de mulas.

3.3.2 Distribución del espacio en el campo.

La distribución del espacio se realizó conforme al diseño experimental, para esto se utilizaron estacas de madera que se apuntalaron alrededor de la chinampa; en los extremos sur y norte la separación se hizo a una distancia de 115 cm y en los extremos este y oeste la separación entre estacas fue de 120 cm. Después, se tendió el hilo de ixtle y se levantaron los bordos tanto en el sentido sur-norte como en el sentido este-oeste. Con lo cual, cada unidad experimental midió 1 m^2 y los bordos en el sentido S-N fueron de 15 cm y de 20 cm en sentido E-O. También, se dejaron las calles entre repeticiones de 40 cm de ancho (Figura 2).

3.3.3 Aplicación de los mejoradores biológicos nuevos, MBN y MBE.

En la dilución de los mejoradores biológicos MBN y MBE se guardó una relación 3.9: 0.1: 0.0072. Esto se realizó en un recipiente de plástico con capacidad de 40 litros. Por tanto, en el recipiente se prepararon 40 lt y se repitió tantas veces fue necesario hasta completar 2272 lt, pues una tina alcanzaba para cinco parcelas. Así, en cada una de ellas se aplicaron 8 lt de la dilución, conteniendo 200 ml de MBN y 72 g de MBE; que guardando las proporciones corresponde a 2000 l/ha y 0.72 t/ha respectivamente.

Para medir el mejorador biológico nuevo MBN, se utilizó una probeta nalgene de 1000 ml y para pesar el mejorador biológico MBE se usó una balanza romana comercial. El agua que se usó para preparar las diluciones se tomó del canal Guadalupanaco.

3.3.4 Siembra.

La siembra se realizó del 3 al 7 de agosto de 1992, una vez que se habían aplicado los mejoradores, el abono y los fertilizantes. En cada unidad experimental se sembraron 16 matas de espinaca con una separación de 20 cm; después de la siembra se regó con agua de canal y de ahí en adelante el agua fue de temporal. Al cabo de 15 días se hizo la resiembra de las plantas que no germinaron o donde las plantas se perdieron por alguna razón.

Posteriormente, a los 20 días de la siembra, entre el 20 y 23 de agosto se desahijó, dejando tres o cuatro plantas por mata. En esta ocasión se removió el suelo para favorecer el intercambio gaseoso.

3.3.5 Labores de limpieza.

Con las lluvias, también las arvences empezaron a predominar en el cultivo; por lo que fue necesario quitarlas manualmente en cinco ocasiones durante el ciclo del cultivo.

3.3.6 Plagas y enfermedades.

A fines del mes de agosto se detectó la plaga del pulgón (*Brevycorine brassicae* L) y la enfermedad pudrición de la raíz, causada por *Aphanomyces sp.*, *Pythium sp.*, *Rhizoctonia sp.* y *Sclerotium sp.* (Finch, et al, 1974; MacGregor, 1983).

El pulgón se combatió con un insecticida comercial plagifol-500, en relación 1:1000 y la enfermedad se atacó con una solución de sulfato de cobre, en una concentración de 8 ppm. Ambos casos se aplicaron cada tercer día hasta su control con una bomba de aspersión con capacidad de 10 lt.

3.3.7 La cosecha.

Se realizó una cosecha del cultivo de espinaca a finales de septiembre y principios de octubre; se inició en el primer bloque y se terminó en el cuarto.

En cada unidad experimental, las plantas se sacaron con una pala procurando que la raíz fuera completa. Se lavaron con el

agua de canal e inmediatamente se registro: número de plantas y peso fresco de toda la parcela. Después, se tomó al azar una muestra de 10 plantas a las que se cuantifico: longitud y número de hojas.

Se guardaron en bolsas de papel debidamente identificadas por tratamiento y se llevaron al Laboratorio de Edafología. Allí, se siguió el método de lavado de Arkely (1960); haciendose pasar las plantas por HCl 0.1N, una vez lavadas con agua corriente de la llave y, después con varios lavados de agua destilada hasta que no se tubo respuesta a los cloruros con nitrato de plata 0.01N. Hecho ésto, se metieron a secar a 40 °C en una estufa hasta alcanzar su peso constante. El peso seco se registro en una balanza digital Ohaus con capacidad de 150 gr. El peso fresco se midio en una balanza romana marca Torino con capacidad de 10 kg.

3.3.8 Análisis estadístico.

Se aplico análisis de varianza con doble clasificación y factorial (ANOVA) a las variables de respuesta peso fresco, peso seco, longitud de las hojas, número de hojas y número de plantas. También, se realizó el análisis de Dunnet para juzgar las diferencias significativas observadas entre cada tratamiento y el control. Finalmente, se calcularon los incrementos porcentuales de cada tratamiento con respecto al testigo, para las cinco variables de estudio.

Cuadro 5. Tratamientos establecidos en campo.

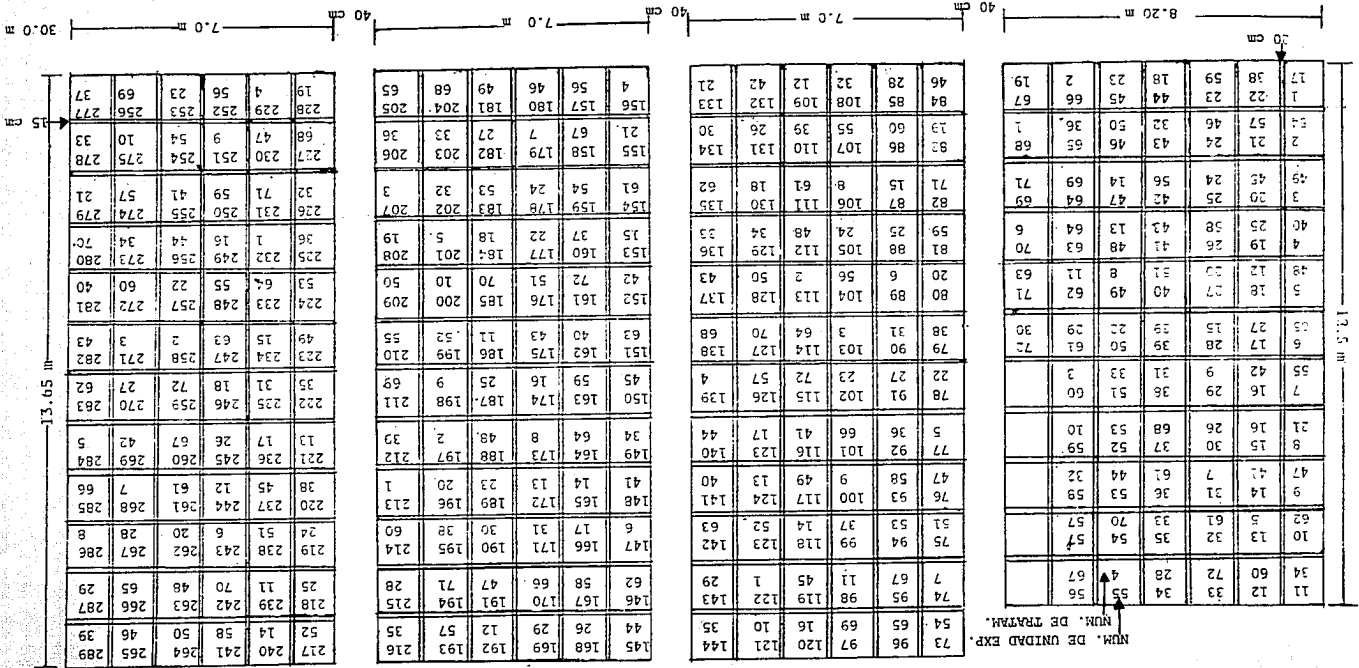
No. T.	N	P	K	ABONO CABALLAR*	No. T.	N	P	K	ABONO CABALLAR*
	(kg/ha)			(t/ha)		(kg/ha)			(t/ha)
1.	0	0	0	0	37.	60	40	20	0
2.	0	0	0	10	38.	60	40	20	10
3.	0	0	0	20	39.	60	40	20	20
4.	40	40	0	0	40.	60	60	0	0
5.	40	40	0	10	41.	60	60	0	10
6.	40	40	0	20	42.	60	60	0	20
7.	40	40	10	0	43.	60	60	10	0
8.	40	40	10	10	44.	60	60	10	10
9.	40	40	10	20	45.	60	60	10	20
10.	40	40	20	0	46.	60	60	20	0
11.	40	40	20	10	47.	60	60	20	10
12.	40	40	20	20	48.	60	60	20	20
13.	40	60	0	0	49.	60	80	0	0
14.	40	60	0	10	50.	60	80	0	10
15.	40	60	0	20	51.	60	80	0	20
16.	40	60	10	0	52.	60	80	10	0
17.	40	60	10	10	53.	60	80	10	10
18.	40	60	10	20	54.	60	80	10	20
19.	40	60	20	0	55.	60	80	20	0
20.	40	60	20	10	56.	60	80	20	10
21.	40	60	20	20	57.	60	80	20	20
22.	40	80	0	0	58.	80	40	0	0
23.	40	80	0	10	59.	80	40	0	10
24.	40	80	0	20	60.	80	40	0	20
25.	40	80	10	0	61.	80	40	10	0
26.	40	80	10	10	62.	80	40	10	10
27.	40	80	10	20	63.	80	40	10	20
28.	40	80	20	0	64.	80	40	20	0
29.	40	80	20	10	65.	80	40	20	10
30.	40	80	20	20	66.	80	40	20	20
31.	60	40	0	0	67.	80	60	0	0
32.	60	40	0	10	68.	80	60	0	10
33.	60	40	0	20	69.	80	60	0	20
34.	60	40	10	0	70.	120	40	20	0
35.	60	40	10	10	71.	120	40	20	10
36.	60	40	10	20	72.	120	40	20	20

* Dosis constante de los Mejoradores Biológicos Nuevos por tratamiento:

MBN = 2000 l/ha.

MBE = 0.72 t/ha.

FIGURA 2. DISTRIBUCION DEL ESPACIO Y LOS TRATAMIENTOS EN LA CHINAMPA EXPERIMENTAL.



VII. RESULTADOS Y DISCUSION.

1. ANALISIS DE LOS SUELOS.

1.1 Análisis de los suelos antes del cultivo.

Los análisis del suelo realizados antes del experimento mostraron que el pozo uno, ubicado cerca del canal presentó valores de pH y CE más altos que los del pozo dos, localizado al otro extremo, en la parte baja de la chinampa. Así, para el primer caso el pH en relación 1:5, suelo-agua, varía de 8.7 a 9.0, con el valor más alto en capa 40-60 cm. Mientras que para el segundo es de 8.45 a 8.9, con el valor de pH más elevado en la capa de 0-20 cm.

Para los pozos uno y dos, el pH en la relación 1:10 con agua los valores fluctúan entre 8.7 y 9.2, y de 8.6 a 9.0 respectivamente. Se observa que para el mismo solvente (agua) pero con diferente dilución, hay un ligero incremento. Esto se debe a un aumento de los iones divalentes en la cubierta del complejo de cambio al aumentar el volumen total de la suspensión. Este incremento puede llegar a ser de hasta una unidad de pH (Aguilera, 1989; Fassbender, 1986; Ortega, 1978).

En general, los valores de pH obtenidos con una relación 1:5 y 1:10 con KCl 1N pH 7 son menores a los registrados con la suspensión suelo-agua. En el pozo uno con la dilución 1:5, se presentan valores de 8.25 a 8.3 y para el pozo dos los valores van de 8.15 a 8.6. A su vez, para la dilución 1:10 los valores son de 8.2 a 8.3 y de 8.3 a 8.65 respectivamente.

Se ha determinado, que al usar alguna sal neutra los valores de pH disminuyen hasta en 0.5 unidades. Esto, se debe a que el catión desplaza los hidrogeniones del complejo de cambio, con lo cual aumentan su concentración en la solución del suelo y, por tanto disminuye el valor del pH.

La CE varía de 6.6 a 21.5 mmhos/cm y de 5.9 a 17.5 mmhos/cm para los pozos uno y dos sucesivamente. Los valores de CE más altos se encontraron en la capa arable (Cuadros 6 y 7).

CUADRO 6. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL POZO 1, ANTES DE APLICAR LOS MEJORADORES BIOLOGICOS NUEVOS, MBN Y MBE.

PROF cm	pH H ₂ O		pH KCl		CE
	1:5	1:10	1:5	1:10	mmhos/cm
0-20	8.7	8.7	8.25	8.2	21.5
20-40	9.0	9.05	8.3	8.3	10.25
40-60	9.0	9.2	8.3	8.2	6.6

CUADRO 7. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL POZO 2, ANTES DE APLICAR LOS MEJORADORES BIOLOGICOS NUEVOS, MBN Y MBE.

PROF. cm	pH H ₂ O		pH KCl		CE
	1:5	1:10	1:5	1:10	mmhos/cm
0-20	8.9	9.0	8.6	8.65	17.5
20-40	8.6	8.8	8.3	8.45	3.95
40-60	8.45	8.6	8.15	8.3	5.9

Con los datos de pH y CE obtenidos el desarrollo de cualquier planta será limitado dado la salinidad y sodicidad tan alta. Este último parámetro medido con el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) se ha reportado bastante alto para esta zona; con valores mayores de 40 (Sotelo, 1993; Galicia, 1990 op cit).

Con el pH también se puede inferir que el PSI será muy alto; dado que se ha encontrado una correlación directa entre el pH y el PSI. Así, valores mayores de 8.5 generalmente se relacionan con PSI mayores de 15 (Richards, et al 1985 op cit).

1.2. Análisis de los suelos durante el experimento.

El pH se midió en algunos tratamientos, al inicio del experimento en campo, una vez aplicado los mejoradores biológicos y el abono, pero antes de fertilizar. Las muestras se tomaron de la capa arable (segundo muestreo).

Los testigos en ésta etapa presentan valores de 8.7 a 9.3. Con predominio de valores por arriba de 9.0 para los tratamientos de referencia.

En los otros tratamientos los valores van de 8.5 a 9.45. En general, en todos los tratamientos hubo un incremento del pH en todos los casos, con respecto a los valores del primer muestreo, tendiendo a homogenizarse en toda la chinampa (Cuadro 8).

CUADRO 8. pH DEL SUELO UNA VEZ APLICADOS LOS MEJORADORES, MBN Y MBE, EL ABONO PERO SIN FERTILIZAR.

BLOQUE	TRATAMIENTO			pH 1:5
	NUM.	M. B.	ABONO	H2O
I	T			9.1
	62	MBN+MBE +	ABONO 10 ton/ha	9.2
II	25	MBN+MBE +	S/ ABONO	8.85
	T			9.3
III	56	MBN+MBE +	ABONO 10 ton/ha	9.15
	10	MBN+MBE +	S/ ABONO	9.4
IV	T			9.2
	51	MBN+MBE +	ABONO 20 ton/ha	8.75
	7	MBN+MBE +	S/ ABONO	8.7
	T			8.7
	13	MBN+MBE +	S/ ABONO	9.45
	18	MNN+MBE +	20 ton/ha	9.1
	62	MBN+MBE +	10 ton/ha	8.5

NUM. = NUMERO DE TRATAMIENTO
M.B. = MEJORADORES BIOLOGICOS

Este incremento en el pH se atribuyó a que el sodio intercambiable se hidrolizó al ser desplazado por los mejoradores, del complejo de cambio, dando lugar a la formación de compuestos de reacción alcalina como el hidróxido de sodio, carbonato y bicarbonato de sodio.

Posterior a este registro, una vez aplicado los mejoradores, el abono y los fertilizantes, se midió la CE. Para ello se tomaron muestras compuestas de la capa arable en cada bloque (tercer muestreo).

Los valores de los bloques fueron de 6.1 a 12.5 mmhos/cm. En el bloque II la CE es la más baja y en el bloque III el más alto. Estas diferencias, se han atribuido tanto por el efecto

del tratamiento como por efectos topográficos, pues el bloque tres se ubico en una parte más baja con respecto al bloque dos. Así, para ese momento (20 de agosto de 1992) la CE había disminuido sensiblemente, sobre todo en lo que respecta a la capa arable. Considerando que, los valores originales iban de 17.5 a 21.5 mmhos/cm.

Esto también se correlaciona con los valores de pH determinados días después, el 26 de agosto de 1992, en el cual se observó una disminución de este parámetro. La determinación del pH se hizo en algunos tratamientos; el muestreo fue al azar. Los valores registrados van de 8.65 a 8.9 (cuarto muestreo) (Cuadro 9).

CUADRO 9. pH Y C.E. DEL SUELO UNA VEZ APLICADOS LOS MEJORADORES, EL ABONO Y LOS FERTILIZANTES.

BLOQUE	TRATAMIENTO						pH 1:5	CE
	NUM.	M.B.	N	P	K	--ABONO	H2O	mmhos/cm (por bloque)
I	T						8.95	---
	8	MBN+MBE	+ 40	40	10	10	8.7	7.1
	67	MBN+MBE	+ 80	60	00	0	8.85	---
	69	MBN+MBE	+ 80	60	00	20	8.65	---
II								6.1
III	31	MBN+MBE	+ 60	40	00	0	8.75	11.5
	7	MBN+MBE	+ 40	40	10	10	8.9	---
IV	--							6.8

Nota: Las líneas (--) significan que no se tiene los datos.

Se observa que los valores de pH disminuyen, en hasta 0.7 unidades de pH. Por tanto el pH y CE de estos dos muestreos se

mantienen por abajo de los registrados con anterioridad.

A su vez, valores similares para el pH del extracto y la CE se encontraron al final del experimento, una vez que se había cosechado.

1.3 Análisis de los suelos después del experimento.

Para evaluar los mismos parámetros se realizaron cuatro pozos de fertilidad; los datos se muestran en los cuadros 10, 11, 12, 13.

La profundidad del pozo uno fue de 40 cm y corresponde al bloque uno. El pH en dilución con agua 1:5 va de 8.8 a 9.15, el valor más bajo se encontró de 0 a 10 cm, de allí en adelante los valores están ligeramente por arriba de 9.0.

En cambio con KCl 1N, pH 7 los valores son 8.1 a 8.2. Es decir, disminuyen con respecto a la dilución con agua, en más de una unidad.

Los valores de pH del extracto son de 8.57 a 8.75, para las dos profundidades tomadas; la CE, es de 7.1 mmhos/cm en la capa superficial y de 10.2 mmhos/cm de 20 a 30 cm (Cuadro 10).

CUADRO 10. RESULTADOS DEL POZO 1, PARA pH Y C.E. DESPUES DEL CULTIVO DE *Spinacia oleracea* L. var. *híbrido cascade*

PROF. cm	pH 1:5		pH extracto	CE mmhos/cm
	H ₂ O	KCl		
0-10	8.8	8.1	8.57	7.1
10-20	9.15	8.2	---	---
20-30	9.1	8.2	8.75	10.2
30-40	9.05	8.25	---	---

El pozo dos, también con una profundidad de 40 cm, se muestreo en el bloque dos. El pH en la relación 1:5 con agua varía de 9.15 a 9.25. También el valor más bajo se encontró en la capa superficial de 0 a 10 cm.

El pH en relación 1:5 con KCl 1N pH 7 es de 8.1 a 8.3 y el valor del pH del extracto es de 8.6 y 8.8 para las profundidades 0 a 10 y de 20 a 30 cm respectivamente.

La CE es de 6.0 mmhos/cm en la capa 0 a 10 cm y de 9.4 mmhos/cm en la de 20 a 30 cm. El valor más bajo de la CE se registró en este pozo (Cuadro 11).

CUADRO 11. RESULTADOS DEL POZO 2, PARA pH Y C.E. DESPUES DEL CULTIVO DE *Spinacia oleracea* L. var. *hibrido cascade*

PROF. cm	pH 1:5		pH	CE
	H ₂ O	KCl	extracto	mmhos/cm
0-10	9.15	8.1	8.6	6.0
10-20	9.25	8.3	---	---
20-30	9.2	8.3	8.8	9.4
30-40	9.2	8.25	---	---

En el pozo tres con una profundidad de 40 cm, muestreado en el bloque tres, se registraron los siguientes valores: en relación 1:5 con agua, el pH varía de 9.15 a 9.4.

Con. KCl 1N, pH 7 los valores son de 8.3 a 8.5; mientras que el pH del extracto fue de 8.4, 8.7 y de 8.71 tomadas a tres profundidades distintas; y la CE fue de 11.4 a 12.9 mmhos/cm. Al igual que el pH, en este pozo se registraron los valores más altos de CE (Cuadro 12).

CUADRO 12. RESULTADOS DEL POZO 3, PARA pH Y C.E. DESPUES DEL CULTIVO DE *Spinacia oleracea* L. var. *híbrido cascade*.

PROF. cm	pH 1:5		pH	CE
	H ₂ O	KCl	extracto	mmhos/cm
0-10	9.0	8.3	8.4	12.9
10-20	9.25	8.4	8.7	12.5
20-30	9.4	8.5	8.71	11.4
30-40	9.15	8.4	---	---

Finalmente, en el bloque cuatro solo se muestreó en la capa 0 a 10 cm, porque el nivel freático había subido mucho en estos días.

El pH en relación 1:5 con agua fue de 9.2 y con KCl 1N, pH 7 fue de 8.3 para la misma relación (Cuadro 13).

CUADRO 13. RESULTADOS DEL POZO 4, PARA pH Y C.E. DESPUES DEL CULTIVO DE *Spinacia oleracea* L. var. *híbrido cascade*.

PROF. cm	pH 1:5		pH	CE
	H ₂ O	KCl	extracto	mmhos/cm
0-10	9.2	8.3	---	---

La disminución del pH y la CE, durante el cultivo y después de la cosecha de espinaca, se ha atribuido al efecto de los mejoradores y al lavado de las sales por el agua de lluvia, debido a que la precipitación pluvial fue muy abundante en este ciclo.

2. CALIBRACION DE DOSIS PARA LOS MEJORADORES MBN Y MBE.

Una vez determinado que la chinampa presentaba problemas de sales y sodio se procedió a ensayar, en el laboratorio, con los mejoradores biológicos nuevos biodegradables MBN y MBE. La realización de estas pruebas se llevó a cabo entre el 2 y el 7 de julio de 1992.

Las dosis empleadas de MBN fueron 5, 10, 20 y 30 ml sin mezclar y, 1 y 2 ml de MBN se mezclaron con 2 g de MBE.

Con las dosis más altas del mejorador MBN (30 ml) el pH del suelo se hace muy ácido (4.2). Mientras, menor es la cantidad empleada (5 ml) el valor se hace ligeramente neutro (6.75). Esto al cabo de cuatro días, una vez que se han establecido los nuevos equilibrios químicos; pues al momento de aplicarse los mejoradores al suelo los valores son de 3.9 y 6.5 para las dosis arriba señaladas.

El mejorador MBN por si sólo es muy eficiente, sin embargo al combinarlo con el mejorador MBE se observó que el pH baja rápidamente a 7.4 y se estabiliza en 7.2 al cabo de tres días, usando la misma cantidad de suelo a capacidad de campo.

Por otro lado, la mezcla de un ml de MBN con 2 g de MBE diluidos en 125 ml de agua destilada registró un pH de 3.3. Mientras, que el pH de un ml de MBN en la misma dilución es de 1.9. En los dos últimos casos el pH se midió directamente a la dilución, sin aplicarse al suelo (Cuadro 14).

CUADRO 14. pH DE LA PASTA DE SATURACION CON DIFERENTES DOSIS DE MEJORADORES BIOLÓGICOS MBN Y MBE, ADEMÁS LAS CANTIDADES A UTILIZAR EN CASO DE UTILIZAR ALGUNA DOSIS SEÑALADA.

MEJORADOR		pH		pH		pH		pH		CANTIDAD EN 284 m ² (lt)
MBN (ml)	MBE (ml)	M	T	M	T	M	T	M	T	
30		3.9	4.0	--	--	--	4.2	--	4.2	4634
20		4.7	4.8	--	--	--	5.1	--	5.1	3133
10		5.9	6.0	--	--	--	6.7	--	6.6	1544
5		6.5	6.5	--	--	--	7.0	--	6.75	772
2 + 2		--	--	7.4	6.9	--	7.4	--	7.2	308.99
1 + 2		--	--	3.3	--	--	--	--	--	--
1		--	--	1.9	--	--	--	--	--	--

M = Mañana

T = Tarde

Con estos resultados, se pudo corroborar que los mejoradores bajan rápidamente el pH alcalino de estos suelo a valores óptimos deseados con dosis muy bajas. Investigaciones realizadas usando estos mejoradores en suelos de chinampas, aledañas a la zona de estudio pero a nivel invernadero, se ha logrado abatir la CE inicial mayor de 20 mmhos/cm a 0.82 mmhos/cm con una lámina de solo 5.36 cm. Mientras que para otros mejoradores químicos y orgánicos ha sido necesario utilizar láminas de lavado de 21.1 a 60 cm para los primeros y de 5 a 10 litros para los segundos (Reyes, J.I. 1990; Reyes, O.A.U. 1990; Mercado, 1991; Sotelo, 1993).

Así mismo, se ha comprobado que hay respuesta favorable a un segundo cultivo altamente sensible a sales y sodio, como lo es el frijol ejotero, sin incremento en la salinidad por efecto residual (Galicia, 1993. comunicación personal).

3. RESULTADO DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA DEL EXPERIMENTO

Las variables de respuesta evaluadas para el cultivo con *Spinacia oleracea* L. var. híbrido cascade fueron peso fresco, peso seco, longitud de la hoja, número de hojas y número de plantas.

Todas las variables evaluadas son de interés para la comercialización excepto el peso seco. Aunque, con éste se calculo el porcentaje de humedad. También, al cenizar es posible determinar el porcentaje de nutrimentos, si bien esto no se realizó.

3.1. Peso fresco.

El ANOVA realizado, para esta variable, demostró que hay un efecto significativo ($P > 0.01$) para los tratamientos y el factor abono; igualmente para el factor fertilizante ($P > 0.05$). En cambio, para la interacción fertilizante-abono no hubo efecto ($P < 0.05$) (Cuadro 15).

Con la prueba de Dunnet, para localizar los tratamientos diferentes o mejores que el testigo, se determinó que 47 tratamientos son significativos ($P > 0.01$) y 24 tratamientos no difieren estadísticamente ($P < 0.01$) (Cuadro 20).

Los resultados del experimento demuestran que el mejor rendimiento fue de 5.09 t/ha de espinaca y correspondió al tratamiento 45, con la fórmula de fertilización 60 60 10 y 20

t/ha de abono, más las dosis constantes de los mejoradores; mientras que el testigo rindió 1.12 t/ha.

CACAPREX (1990) (citado por González, et al 1990), reporta que la media de producción para la espinaca en la zona es de 3.0 t/ha, con lo cual por lo menos 16 tratamientos (45, 57, 36, 72, 48, 51, 63, 14, 69, 59, 47, 65, 15, 9, 24 y 49) están por arriba de la media de producción para este cultivo, con rendimientos de 3.16 a 5.09 t/ha.

Al comparar los rendimientos de producción del mejor tratamiento con respecto al testigo se encontró que tubo un incremento de hasta 354.73 %.

En general, se pudo observar que 19 tratamientos tuvieron un incremento de producción con respecto al testigo de 150.27 a 354.73 %; 13, incrementaron de 101.11 a 143.56 %; 22 registraron un incremento de 54.74 a 97.76 %; y 14 con incrementaron desde 0.55 a 46.86 %.

En cambio solo tres tratamientos (18, 16 y 7) están por abajo del testigo (Tabla 1 y Gráfica 1)

En nuestro caso, los mejores rendimientos no se obtuvieron con los altos niveles de N (120 kg/ha), P (80 kg/ha) y K (20 kg/ha); debido a que los suelos de las chinampas son ricos en estos elementos. En cambio se obtuvieron con la aplicación de abono caballar; sobre todo con la dosis de 20 t/ha, ya que el estiércol mejoró las propiedades químicas y sobre todo las físicas, al propiciar la agregación y por tanto la estructuración; con lo cual se redujo la compactación y se

mejoró el drenaje y la infiltración del agua a través del suelo. De ésta manera se favoreció el desarrollo radicular de las plantas; y además disminuyó el riesgo de enfermedades (Aceves, 1981; Aguilera, 1989; Pizarro, 1981; Richards, 1985).

Es importante señalar que los rendimientos que se obtienen en países con agricultura mecanizada son del orden de 10 a 20 t/ha en huertos e incluso de 83 t/ha cuando se practica en grandes extensiones. Aunque para lograr estos rendimientos la fertilización que recomiendan es muy alta en NPK; van del orden de 350 kg/ha de Nitrógeno; 400 kg/ha de fósforo; y 200 kg/ha de potasio; con adiciones de 15 t/ha de estiércol, el cual señalan incrementa la producción del cultivo. Esto, en suelos sin problemas de sales y sodio (Marco, 1970 op cit).

3.2. Peso seco.

El Instituto Nacional de Nutrición (1992) (citado por De Chávez M, 1992) menciona que la espinaca comparada con otras verduras es rica en agua, proteínas, calcio, fierro y vitaminas. En este trabajo sólo se determinó el porcentaje de humedad. Los valores del porcentaje de humedad varían entre 89.2 % y 95.1 %, con una media de 92.3 %, siendo similar al que se reporta, que es de 92 % (Tabla 2 y 3).

Al realizar ANOVA para la variable peso seco se encontró efecto significativo para los tratamientos y el factor abono ($P > 0.01$); y también para el factor fertilizante ($P > 0.05$).

Mientras que para la interacción fertilizante-abono no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) (Cuadro 16).

Con el análisis de Dunnet, se encontró efecto significativo con respecto al testigo ($P > 0.01$) en 53 tratamientos y en los 18 restantes no hubo efecto ($P < 0.01$) (Cuadro 20).

El mejor rendimiento en peso seco de la espinaca fue de 8.6 g/10 plantas y correspondió al tratamiento número 20 (40 60 10 de NPK, 20 t/ha abono + MBN y MBE) y para el testigo el rendimiento fue de 3.6 g/10 plantas (Tabla 3).

Al comparar el rendimiento del testigo con los otros tratamientos se observó, en general, que 12 tratamientos tuvieron un incremento de producción de 105.55 a 138.89 % ; 28, de 52.78 a 100 % ; 26, de 2.77 a 50 % ; tres fueron iguales al testigo; y dos tratamientos estuvieron por abajo del rendimiento del testigo (Tabla 3 y Gráfica 2).

Al igual que con el peso fresco, se observó que con las fórmulas de fertilización más altas no se obtuvieron los mejores rendimientos; no obstante una de ellas quedó en segunda posición (fórmula 120 40 20 + 20t/ha + de MBN y MBE), lo que indicaría que se favorece el rendimiento de biomasa pero con un mayor costo.

3.3. Longitud de las hojas.

En este parámetro, el ANOVA mostró diferencias significativas para los tratamientos y el factor abono ($P > 0.01$); lo mismo que, con el factor fertilizante, aunque con menor significancia ($P > 0.05$). Mientras que para la interacción fertilizante-abono no se encontró efecto ($P > 0.05$) (Cuadro 17).

La prueba de Dunnet mostró, que 58 tratamientos difieren ($P > 0.01$) estadísticamente del testigo y los 14 restantes no mostraron diferencias significativas ($P < 0.01$) (Cuadro 20).

El tratamiento número 45 (60 60 10 + 20 t/ha abono + MBN y MBE) tuvo la mayor longitud promedio de hojas por planta, ésta fue de 13.78 cm. Mientras que el testigo alcanzó 7.38 cm. Es importante señalar que las tallas comerciales deben oscilar entre 15 y 25 cm, que sólo se obtuvieron en algunas unidades experimentales.

Este tratamiento también registró el mejor rendimiento en peso fresco.

Al comparar las tallas promedio del testigo con el mejor tratamiento se encontró que éste último fue mayor en 86.72 %. En la mayoría de los casos, las longitudes de los tratamientos fueron superiores al del testigo, solo el tratamiento número 16 (40 60 10 + 0 t/ha t/ha abono + MBN y MBE) estuvo por abajo de éste. Debido a la ausencia de abono y potasio en dicho tratamiento.

En las longitudes de las hojas, 15 tratamientos presentaron

incrementos porcentuales con respecto al testigo de 3.66 a 20.19; la mayoría de ellos corresponden a tratamientos sin abono. En 32 más, se tuvo mayor talla foliar de 21 a 49.19 % ; 20, variaron en rangos de 50.54 a 78.59 %; y finalmente tres con incrementos de 81.03, 83.20 y 86.72 %; de los tratamientos 57 (60 80 20 + 20 + MNB y MBE), 51 (60 80 20 + 20 + MBN y MBE) y 45 (60 60 10 + 20 + MBN y MBE) respectivamente.

En general, los tratamientos con abono alcanzaron las mejores tallas; y con la dosis más alta se tubo la mejor respuesta para esta variable (Tabla 4 y Gráfica 3).

3.4. Número de hojas.

El análisis estadístico con ANOVA mostró que hubo diferencias significativas en los tratamientos ($P > 0.05$) y en el factor abono ($P > 0.01$); mientras que con el fertilizante y la interacción fertilizante-abono no hubo efecto significativo ($P < 0.005$) (Cuadro 18).

Con la prueba de Dunnet se encontró que 55 tratamientos fueron estadísticamente diferentes al testigo ($P > 0.01$) y en 16 no hubo significancia ($P < 0.01$) (Cuadro 20).

El número de hojas promedio por planta en cada tratamiento va de 5.5 a 10. En este caso, únicamente se consideraron aquellas de talla comercial.

Se detectó que tres tratamientos (37, 4 y 26) están por abajo del número de hojas del testigo, con (6 hojas); mientras que

dos (3 y 25) tuvieron el mismo número. El tratamiento número 36 (60 40 10 + 20t/ha abono + MBN y MBE) con el mayor número (10 hojas) fue ligeramente superior al tratamiento 45 (60 60 10 + 20t/ha abono + MBN y MBE) con 9 hojas promedio por planta. El número de hojas promedio que se reportan para esta planta, al final de su ciclo, es de 8 a 9; por lo tanto se mantuvo dentro del rango promedio, y en algunos casos, se superó lo reportado (Valadez, 1989 op cit).

Al comparar el testigo con el resto de los tratamientos se observaron incrementos, con respecto al testigo, en rangos de 4.16 a 20.83 %, para 20 tratamientos; para 42, los incrementos fueron de 25 al 50 %; y finalmente para 4 tratamientos (44, 72, 9 y 36) los incrementos fueron de 54.17 a 66.67 %. Como en los casos anteriores, la presencia de abono con las dos dosis y, sobre todo con la mas alta, de 20 t/ha, fue benéfica para el desarrollo del mayor número de hojas por planta (Tabla 5 y Gráfica 4).

3.5. Número de plantas.

El ANOVA, para el factor abono fue altamente significativo ($P > 0.01$) en esta variable. Sin embargo, para el fertilizante y la interacción fertilizante-abono, así como para los tratamientos no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) (Cuadro 19).

Con la prueba de Dunnet, se determinó que 25 tratamientos fueron significativos ($P > 0.01$) y 46, no arrojaron diferencias estadísticas ($P < 0.01$). En esta variable, la mayoría de los tratamientos no difieren significativamente del testigo (Cuadro 20)

El promedio de plantas por metro cuadrado varió de 24.25 a 50.25. El testigo tuvo un promedio de 31.25, por lo tanto 14 tratamientos (7, 11, 33, 18, 46, 27, 26, 19, 20, 56, 16, 3 y 43) estuvieron abajo de éste número, con un promedio de 24.25 a 31 plantas/m². En consecuencia, 57 tratamientos tuvieron mayor número de plantas que el testigo y, fueron del orden de 31.5 a 50.25 plantas/m².

Los 4 mejores tratamientos para esta variable fueron los números: 60 (80 40 0 + 20t/ha abono + MBN y MBE), 51 (60 80 0 + 20t/ha + MBN y MBE), 72 (120 40 20 + 20t/ha + MBN y MBE) y 45 (60 60 10 + 20t/ha + MBN y MBE); con un promedio de plantas por metro cuadrado de 47.25, 48.25, 50 y 50.25 respectivamente.

Los incrementos porcentuales de los tratamientos, con respecto al testigo, fueron de la siguiente manera: 14 tratamientos estuvieron por debajo del testigo; 32, oscilaron de 0.8 a 20 %; 14, variaron de 21.6 a 29.6 % y; 12 presentaron incrementos de 32.8 a 60.8 % (Tabla 6 y Gráfica 5).

En resumen, con respecto a las variables de estudio analizadas se encontró que el mejor tratamiento fue el 45 (60 60 10 + 20t/ha abono + MBN y MBE) para el peso fresco, longitud foliar y número de plantas. En el peso seco el mejor tratamiento fue el 20 (40 60 20 +20t/ha abono + MBN y MBE) y para el número de hojas fue el 36 (60 40 10 + 20t/ha + MBN y MBE). Aunque, dentro de los primeros diez mejores tratamientos quedaron incluidos los siguientes: 57, 36, 72, 38,15, 51 y 60.

Por otro lado, al realizar ANOVA para los bloques se encontró que fue altamente significativo ($P > 0.01$), para todas las variables de respuesta; lo que demostró la heterogeneidad del suelo en los diferentes bloques (Cuadros 15 a 19).

Sin embargo, puesto que cada bloque se colocó en forma perpendicular al gradiente de salinidad, pendiente, contenido de humedad, nivel freático y compactación; y dado que cada uno de ellos contenía todos los tratamientos, el error experimental es uniforme para todas las unidades experimentales y su variación está estimada por medio de la varianza.

No obstante, se recomienda evitar la heterogeneidad del suelo, entre otros, para reducir el error experimental y así obtener una mejor estimación de los efectos en los tratamientos. Para esto es necesario una adecuada planeación y un manejo adecuado del experimento (Reyes, 1982; Reyes, 1984; Steel et al, 1988; Flores, 1981).

Ahora bien, mientras que en la antigüedad la tendencia era aumentar la frontera agrícola una vez que se tenían problemas de salinidad y/o sodicidad, en la actualidad se debe buscar recuperar las propiedades físicas, químicas y biológicas a estos suelos para aumentar su productividad; puesto que es un recurso de vital importancia para el desarrollo de la vida sobre la tierra. En estos momentos, se conoce mucho sobre dichos suelos e incluso teóricamente se pretende que es fácil la rehabilitación, manejo y prevención de los mismos. La realidad ha demostrado lo contrario puesto que la superficie contaminada ha seguido aumentando (FAO, 1976).

Así, para la rehabilitación un suelo salino sería suficiente aplicar láminas de lavado y para un suelo sódico y un salino-sódico sería necesario el uso de algún mejorador que desplacen al sodio del complejo de cambio. Sin embargo, no siempre se dispone de agua en cantidad y calidad suficiente. Mientras, que los mejoradores químicos presentan efectos residuales, pues al reaccionar forman nuevas sales sódicas que permanecerán en el suelo, provocando que las láminas de lavado aumenten. Además, en algunos casos sus costo los hacen prohibitivos; ésto se relaciona directamente con la rapidez de su solubilidad y al aporte de calcio por cada molécula de mejorador.

A todo esto, habría que agregar los implementos para el drenaje artificial, maquinaria y mano de obra necesarios para realizar estos trabajos. Si sumamos, vemos que la

rehabilitación es muy costosa (FAO, 1976 op cit).

Esta problemática ha planteado la necesidad de buscar alternativas que permitan la rehabilitación de los suelos salinos y/o sódicos con mejoradores de acción rápida con dosis mínimas, sin efectos residuales (biodegradables), que abatan las láminas de lavado y de bajo costo. En gran medida, los mejoradores que se emplearon en este experimento reúnen estas características. Queda demostrado por los resultados obtenidos de ésta y otras investigaciones desarrolladas en el Laboratorio de Investigación de Edafología (Aguilera, 1986-1993; Sotelo y Aguilera 1993; Vallejo y Aguilera, 1993;; Ibañez y Aguilera 1993).

Por tanto, el uso de estos mejoradores biológicos nuevos MBN y MBE, son una alternativa viable para la rehabilitación de los suelos de la zona chinampera y muy probablemente de otras regiones de país y el mundo donde se tenga este problema; si bien, esto último necesita investigarse.

En la chinampería, la técnica de producción ha requerido de un alto costo de energía en mano de obra, aún cuando no se tenía el problema de las sales y el sodio en el suelo. Tan sólo en la formación de los almácigos y el trasplante se requiere de mucho tiempo y trabajo. Para hacer los almácigos se necesita sacar agua-lodo, esperar a que seque, cortar, sembrar, tapar con estiércol, cubrir con pasto seco, ramas, periódico y en algunos lugares de Tláhuac con suelo; esto más el

trasplante se lleva aproximadamente entre 5 y 6 días. Además, antes del trasplante, por experiencia de los chinamperos, se agregan grandes cantidades de estiércol y plantas acuáticas que se obtienen de los canales en camas de 40 a 50 cm de altura, para evitar que las plantas se dañen con el ascenso de las sales. Esta práctica se repite en cada ciclo agrícola. De hecho, ésta fue y es una de las características principales de chinampera, solo que antes se aplicaba con la finalidad de mejorar la fertilidad esencialmente.

Con el uso de los mejoradores biológicos biodegradables, MBN y MBE, puede realizarse la siembra directa (sin problemas en la germinación) eliminando el tiempo y el trabajo para la formación de los almácigos y el trasplante. Esto, es una ventaja; pero además se mejoran ciertas propiedades físicas como la agregación y, algunas propiedades químicas tales como el pH, CE y PSI*. Es así, como se han obtenido excelentes rendimientos de las diferentes especies cultivadas como son: *Spinacia oleracea* var. *hibrido cascade* (Espinaca), *Tagetes sp.* (Cempaxochit) y *Phaseolus vulgaris* var. *Black valentine* (Frijol ejotero) (Sotelo y Aguilera, 1993; Galicia, 1993, comunicación personal; Ibáñez y Aguilera, 1993).

VIII. CONCLUSIONES.

1. Antes del experimento, los suelos de la chinampa de Tláhuac, D.F., presentaron pH y CE elevados. En cambio, durante y después del mismo, estos parámetros disminuyeron sensiblemente.

2. El mejorador biológico biodegradable MBN bajó rápidamente el valor de pH a dosis bajas y al mezclarlo con el mejorador MBE la dosis requerida fue menor.

3. En general, el tratamiento que alcanzó las mejores características comerciales en peso fresco, talla foliar y con el mayor número de plantas/m² fue el tratamiento 45; con la fórmula de fertilización 60-60-10 + 20t/ha de abono, 2000 l/ha de MBN y 0.72 t/ha de MBE.

4. Para la variable número de hojas, el mejor tratamiento fue el 36; con la fórmula de fertilización 60-40-10 + 20 t/ha de abono + 2000 l/ha de MBN y 0.72 t/ha de MBE, solo ligeramente superior al 45.

5. Para la variable peso seco el mejor rendimiento fue el tratamiento 20; con fórmula de fertilización 40-60-20 + 10 t/ha de abono + 2000 l/ha de MBN y 0.72 t/ha de MBE.

6. En las cinco variables de respuesta se encontraron incrementos porcentuales altos al comparar tratamientos con el testigo. Los mayores incrementos, para los mejores tratamientos son: peso fresco 354.78 % correspondiente al tratamiento 45; peso seco 138.89 % del tratamiento 20; longitud de hojas 86.72% del tratamiento 45; número de hojas 66.67 % del tratamiento 36; y para el número de plantas 50.25 % del tratamiento 45.

7. El ANOVA con doble clasificación mostró diferencias significativas para los bloques ($P > 0.01$) y los tratamientos ($P > 0.05$); y el ANOVA con clasificación factorial señala efectos significativos para el abono ($P > 0.01$) y el fertilizante ($P > 0.05$); esto en la mayoría de las variables de estudio. Sin embargo, no se encontró efecto ($P < 0.05$) para la interacción fertilizante-abono en ninguna variable de respuesta.

8. Con la prueba estadística de Dunnet, se encontró que la mayoría de los tratamientos de las cinco variables de estudio difieren ($P > 0.01$) significativamente con respecto al testigo.

IX. RECOMENDACIONES.

La zona chinampera de la Cuenca sur de México, es importante porque representa un encuentro con nuestro pasado y sobre todo porque es una técnica de producción agrícola intensiva muy particular, donde se pueden obtener hasta cuatro cosechas al año.

Por tanto, el rescate de esta zona es primordial no solo por su valor histórico sino por que también se relaciona directamente con los procesos de producción agrícola del país.

Esto, se favorecerá siempre y cuando el suelo sea rehabilitado y el agua tratada mejore su calidad química y biológica. Además de un control adecuado de los asentamientos humanos regulares e irregulares. Por lo cual se hace necesario seguir investigando diversos aspectos en todas las áreas del conocimiento para reconocer la problemática y se puedan, tomar decisiones adecuadas para su recuperación completa.

La rehabilitación de los suelos es imprescindible dado que es el sustrato de la vida, animal, vegetal y humana. Así, y de acuerdo a la investigación realizada se recomienda lo siguiente:

1. Seguir investigando la respuesta de diferentes especies, a los mejoradores biológicos nuevos biodegradables, en suelos

salino-sódicos y sódicos de la chinampería y de otras zonas con problemas similares; ya que hasta ahora, se han obtenido resultados excelentes a nivel de laboratorio, invernadero y campo.

2. La fórmula de fertilización que se recomienda es la 60-60-10; pues con la fórmula 120-40-20 se obtienen buenos resultados pero es menos rentable.

3. Es necesario aplicar dosis óptimas de materia orgánica para lograr buenos rendimientos y, con el experimento resultado recomendable aplicar 20 t/ha de abono caballar.

4. Las dosis que se recomiendan para los mejoradores biológicos nuevos son: para el MBN 2000 lt/ha y para el MBE 0.72 t/ha.

5. Respecto al cultivo de la espinaca se puede recomendar la siembra directa usando los mejoradores biológicos MBN y MBE, para esta zona de las chinampas de Tláhuac y en otras donde se desee practicar el cultivo. Esto, es uno de los beneficios que pueden brindar los mejoradores. Así, con estos manejos agrobiológicos, se puede eliminar mano de obra en la formación de los almácigos y el transplante.

6. La siembra directa se debe realizar con el suelo húmedo a capacidad de campo para favorecer la rápida germinación.

7. Es recomendable, tener cuidado con el de agua de riego y temporal; ya que el exceso provoca que las plantas se pongan cloróticas. Los chinamperos piensan que se debe a deficiencias nutricionales; estos mismos refieren que al disminuir las lluvias y con suficiente luz solar las plantas adquieren su color verde característico.

8. En cuanto a las plagas que atacan al cultivo de espinaca, únicamente se tuvo dificultades con el pulgón (*Brevicoryne brassicae*) y, de las enfermedades la única que se nos presentó fue la pudrición de raíz; causada por hongos. Con la plaga las hojas se arrugan y disminuyen su valor comercial y con la enfermedad se ponen amarillas y en poco tiempo mueren. Estas pueden aparecer desde los primeros 20 a 30 días después de la germinación.

La plaga se elimina con Plagifol-500 (insecticida comercial) en una relación de 1:1000 y la enfermedad con sulfato de cobre (CuSO_4) a 8 ppm. Las aplicaciones se deben hacer a cada tercer día por la mañana o por la tarde cuando no hay viento o lluvia, para evitar la pérdida de las sustancias químicas.

X. BIBLIOGRAFIA.

Aguilera, H.N. y Fuentes, E.C. 1951. Estudios fisicoquímicos y electromicroscópicos de la fracción de arcilla de los micrones de algunos suelos de Xochimilco. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Tomo XII: 101-118.

Aguilera, H.N. y Hernández, C.R. 1953 (1954). Arcillas del Valle de México. Estudio morfológico en el microscopio electrónico. Memorias del Congreso Científico Mexicano. Tomo I. Ciencias físicas y matemáticas. 4o. Centenario de la Universidad de México (1551-1951). UNAM. México. pp 475-478.

Aguilera, H.N. 1969. Distribución Geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de México. Memorias del Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba. Costa Rica. pp A61-A64.

Aguilera, H.N. y Cervantes, B.J. 1987. Edafología. Atlas de la Ciudad de México. Departamento del Distrito Federal. México. pp 26-29.

Aguilera H.N. 1989. Tratado de Edafología de México. Tomo 1. UNAM. México. 222 pp.

Aguilera, H.N. et al. 1985-1993. Rehabilitación de suelos de chinampa y sus relaciones con las plantas cultivadas. Informes Técnicos al CONACYT. Fac. Ciencias. UNAM. México.

Aceves, N. E. 1979. El ensaltramiento de los suelos bajo riego (identificación, control, combate y adaptación). Colegio de Postgraduados. México. 376 pp.

Bresler, E., McNeal, B.L. and Carter, D.L. 1982. Saline and sodic soils Springer-Verlag. New York. 236 pp.

Brom, J. 1973. Esbozo de historia universal. 5a. edic. Grijalvo. México. 261 pp.

Cantarell, A. 1987. Cuando bramó la tierra. Inicio de una cultura mesoamericana. Información Científica y Tecnológica. 9(125): 51-53.

Cannon, J.P. 1957. La influencia de la geomorfología sobre la hidrología y las condiciones del suelo en la Cuenca Chalco-Tláhuac. Tesis Doctor en Geografía. UNAM. 109 pp.

CETENAL. 1977. Carta Edafológica. E14-A39. Cd. de México. Esc. 1:50000.

CETENAL. 1978. Carta Topográfica. E14-A39. Cd. México. Esc. 1:50000.

Chávez, A., Ramírez, H.J., Alvarado, L.A., Becerra, G. 1975. La crisis de alimentos en México, un análisis de la situación alimentaria en los últimos años. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zurbirán (INNSZ)-CONACYT. México. 15 pp.

Coe, D.M. 1964 The chinampas of México. Scientific American. 260:90-96.

Colegio de posgraduados. 1990. Claves para la Taxonomía de suelos. México. 576 pp.

De Chávez, M., Hernández, M. y Roldán, A. 1992. Tablas de Uso Práctico del Valor Nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. Comisión Nacional de Alimentación. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zurbirán (INNSZ). México. 70 pp.

DETENAL. 1978. Carta Geológica. E14-A39. Cd. México. Esc. 1:250000.

Dixon, J.B. and Weed, S.B. 1989. Minerals in soil environments. Chapter 6. Carbonate, halide and sulfide minerals. 2a. edition. Numer 1. Soil Science Society of American Book Series. Madison. Wisconsin. USA. pp 279-323.

Domínguez, R.V.I y Aguilera, H.N. 1984. Metodología de Análisis físico-químicos de suelos. Lab. de Invest. de Edafología. Fac. Ciencias. UNAM. México. 34 pp.

Duchaufour, P.H. 1984. Edafología. 1. Edafogénesis y clasificación. Cap. XII. Suelos salsódicos. Masson. España. pp 468-486.

Edmond, J.B. 1981. Principios de horticultura. 3a. Edic. CECSA. México. pp 437-464.

FAO. 1976. Drenaje de suelos salinos. Comisión Europea de agricultura. Grupo de trabajo sobre los recursos del agua y el riego. Roma. Italia. 91 pp.

Finch, H.C. y Finch, A.N. 1974. Los hongos comunes que atacan cultivos en América Latina. Trillas. México. 188 pp.

Fassbender, H.W. 1986. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José. Costa Rica. 385 pp.

Flores, R.D. 1981. Productividad de praderas artificiales con diferentes dosis de fertilización y abonamiento en Umbrandeps mólico vérticos. Tesis de Doctor en Ciencias. Fac. de Ciencias. UNAM. México. 217 pp.

Flores, R. D. 1990. Efecto de la fertilización en el rendimiento de forraje seco, contenido y rendimiento de proteína cruda, y distribución de nitrógeno total en tres especies de sorgo forrajero en suelos del ejido de Tepetzingo, Morelos. Contribuciones a la Edafología Mexicana, Inst. de Geología. UNAM. pp. 49-64.

Galicia, P.M.S 1990. Efecto de un mejorador mineral en suelos de chinampa de Tláhuac, D.F., cultivando *Brassica oleracea* var. *cauliflora*. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología). Fac. Ciencias. UNAM. 85 pp.

Galicia, P.M.S. y Aguilera, H.N. 1993. Estudio de los suelos salino-sódicos en una chinampa. Resúmenes del Primer Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco. México, D.F.

García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 2a. Edic. UNAM. México. 217 pp.

García, G.I.E. 1954. Estudio geográfico de la Delegación de Tláhuac. Tesis de Maestría en Geografía. Fac. de Filosofía y Letras. UNAM. México. 76 pp.

García, N.E., Galicia, P.M.S., Mercado, S.I., Aguilera, H.N. 1993. Características de la materia orgánica en suelos del área lacustre Xomilco-Mixquic-Tláhuac. Resúmenes del Primer Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco. México, D.F.

Gómez, E.C. 1992. Distribution of overall population growth rate in the basin of México. Latin American Regional Conference. Igu. Brasil. Inst. de Geografía. UNAM. México. pp 74-100.

González, M.A., Acosta, S.G., Duffing, E., Gómez-Farías, G.V., Ortiz, M.E.A. 1990. Plan para la regeneración ecológica y el desarrollo regional de la Cuenca Hidrológica de Xochimilco. Grupo de estudios ambientales A.C. México. 123 pp.

Gutiérrez, M.T., Godínez, L., Kunz, I. 1992. Present problems in México city. Latin American Regional Conference. Igu. Brasil. Inst. de Geografía. UNAM. México. pp 135-151.

Hernández, X.E. 1985. Biología agrícola. Los conocimientos biológicos y su aplicación a la agricultura. CECSA. México. 61 pp.

Ibáñez, H.A. y Aguilera, H.N. 1993. Respuesta de la Espinaca a mejoradores biológicos nuevos, abonos y fertilización en un suelo salino-sódico de chinampa. Resúmenes de Primer Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco. México, D.F.

Jiménez-Osornio, J. y Gómez-Pompa, A. 1987. Las chinampas Mexicanas. Rev. Pensamiento Iberoamericano 12:200-214.

Jiménez-Osornio, J. y Gómez-Pompa, A. 1993. Plenaria. Experiencias de la Chinampa Tropical en la Mancha, Veracruz. Resúmenes del Primer Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco.

Josafat, E. 1993. Avances de Tesis Doctor en Ciencias. Seminario de trabajo. Lab. de Invest. de Edafología. Fac. Ciencias. UNAM.

Leicht, H. 1936 Chinampas y almácigos flotantes. Anales del Instituto de Biología. UNAM. México. pp 375-386.

López, R.G.F. 1988. Sistema agrícola de chinampas perspectiva agroecológica. UACH. México. 109 pp.

López, R. E. 1983. Geología de México. Tomo II. 3a Edic. Instituto de Geología. UNAM. México.

Lot, H. y Quiroz, F.A. 1979. La chinampa: un sistema agrícola que utiliza plantas acuáticas. J. Acuatic. Plant. Manage. 17. 3 pp.

MacGregor, R. y Gutiérrez, O. 1983. Guía de insectos nocivos para la agricultura en México. Alambra Mexicana. México. 165 pp.

Maier, E. 1979. Chinampa tropical: una primera evaluación. Centro de Ecodesarrollo. 82 pp.

Marco, M.H. 1970. La Espinaca. Economía-producción-comercialización. Acribia. Zaragoza, España. 64. pp.

Marschner, H. 1989. Mineral Nutrition of higher plants. Academic Press. London. pp 510-542.

Mercado, S.I., García, C.N. y Aguilera H.N. 1991. Respuesta de un suelo salino-sódico de chinampa a la aplicación de mejoradores biológico, químico e hidrotécnico. Memoria del XXIV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Pach. Hgo. p 263.

Mercado, S.I., García, N.E. Aguilera, H.N. 1993. Caracterización de la fracción orgánica en suelos de chinampa de San Luis Tlaxiátemalco, Xochimilco. Resúmenes del Primer Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco. México, D.F.

Mercado, S.I. 1993. Respuesta de un suelo salino-sódico de San. Luis Tlaxiátemalco, D.F. a la aplicación de mejoradores

químicos, biológicos e hidrotécnicos, a nivel invernadero. Tesis de Maestría en Ciencias (Edafología). En Prensa.

Moncada, M.J.O. 1976. El uso del suelo en el sureste del D.F. Tesis de Licenciatura. Fac. de Filosofía y Letras. UNAM. México. 120 pp.

Mooser, F. 1963. La Cuenca Lacustre del Valle de México. Memorias Mesas redondas sobre problemas del Valle de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A.C. México. 3-48 pp.

Muñoz, E. 1986. Producción de maíz, frijol y calabaza en un sistema hidráulico de chinampa. Rev. Interamericana de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. 36(3): 369-373.

Ortega, T.E. 1978. Química de suelos. UACH. Patena A.C. México. 152 pp.

Pizarro, F. 1978. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Agrícola Española. Madrid. España. 505 pp.

Primo, Y.E. y Carrasco, D.J.M. 1973. Química Agrícola I. Suelos y fertilizantes. Cap. 5. Aglomeración de las partículas del suelo. Alambra. Madrid. España. pp 53-66.

Quiroz, F.A. 1980. Papel de algunas hidrófitas en la fertilidad del sistema chinampero. Biotica. 5(4): 169-179.

Quiroz, F.A. 1981. Ninfáceas indicadoras del contenido de fósforo asimilable en los sedimentos. Biotica. 6(1): 99-100.

Ramos, B.R. y Aguilera, H.N. 1993. Empleo de un mejorador químico (sulfato ferroso) y fertilizantes en un suelo de chinampa con problemas de salinidad y sodicidad en Xochimilco. Resúmenes del Primer Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco. México, D.F.

Reyes, C.P. 1984. Diseño de experimentos aplicados. Trillas México. 315 pp.

Reyes, C.P. 1982. Bioestadística aplicada. Agronomía-Biología-Química. Trillas. México. 215 pp.

Reyes, J.I. 1990. Suelos salino-sódicos de Xochimilco y su posible recuperación por medio de mejoradores químicos y lavado. Memorias del Primer Simposio Nacional sobre Degradación del Suelo. Instituto de Geología. UNAM. México, D.F. pp. 85-86

Reyes, O.A.L. 1992. Respuesta en el desarrollo del rosal a la adición de mejoradores orgánicos y láminas de lavado en un suelo de chinampa. Tesis Maestría en Ciencias (Edafología). Fac. Ciencias. UNAM. México. 146 pp.

Reyes, O.A.L., Aguilera, H. N., García, C.N.E. 1993. Calidad del aceite esencial de rosas cultivadas en una chinampa salina de Caltongo Xochimilco. Resúmenes del Primer Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco. México, D.F.

Richards, L.A., Allison, L.E., Brown, L.E., Hayward, J.W., Berstein, H.E., Fireman, L., Pearson, H., Wilcox, G.A., Bower, L.D., Hatcher, J.T., Reeve, R.C. 1985. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. 6a edic. Limusa. México. 172 pp.

Rojas, R.T. 1983. Agricultura chinampera. Compilación histórica. Cuadernos Universitarios Serie Agronomía No. 7. UACH. México. 229 pp.

Rojas, R.T. 1985. La cosecha del agua en la Cuenca de México. Cuadernos de la casa chata. 116: 1-111.

Rojas, R.T. 1990. Chinampas: un legado. México Indígena. 6: 42-45.

Rojas, R. T. 1984. La tecnología indígena de construcción de chinampas en la Cuenca de México. Rev. Civilización 2: 13-48.

Seymour, F.D. and Ballif, F.M.C. 1959. Soil morphology, genesis and classification. Chapter 11. Salinization, solonization and solodization. John Wiley and sons. USA. pp 81-84.

Sotelo, S. A. 1993. Trabajos de Investigación I-IV. Maestría en Ciencias (Edafología). Fac. Ciencias. UNAM. México, D.F.

Sotelo, S.A. y Aguilera, H.N. 1993. Efecto de dos mejoradores biológicos en un suelo salino-sódico de la Delegación de Tláhuac, D.F. Resúmenes del Primer Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco. México, D.F.

SPP. 1983. Carta Geológica. E14-2. Cd. México. Esc. 1:250000.

SPP. 1981. Carta Fisiográfica. Mexico. Esc. 1:1000000

Steel, D.G.R. y Torrie, H.J. 1988. Bioestadística: Principios fundamentales. MacGraw-Hill. México. 613 pp.

Valero, J.M. 1985. Rescate de una ciudad devastada. Información Científica y Tecnológica. 7(107): 17-21.

Valadez, L.A. 1989. Producción de hortalizas. Limusa. México. 295 pp.

Vallejo, A.C. 1992. Contaminación de suelos en algunas calicatas en San Gregorio Atlapulco y San Luis

Tlaxiátemalco, D.F. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias. UNAM. México. 75 pp.

Vallejo, A.C. y Aguilera, H.N. 1993. Diagnóstico de los índices de contaminación de calicatas de suelos de chinampa y posibilidades de rehabilitación de la zona lacustre de Xochimilco. Resúmenes del Primer Seminario Internacional de Investigadores de Xochimilco. México, D.F.

Vitale, L. 1983. Hacia una historia del ambiente en América Latina. De las culturas aborígenes a la crisis ecológica actual. Nueva Imagen. 115 pp.

Withers, B. y Vipond, S. 1986. El riego: diseño y práctica. Diana. 343 pp.

Willis, J.C. 1973. A dictionary of the flowering plants and ferns. 8a. edition. Cambridge at the University press. USA. 1088 pp.

APENDICE

TABLA I. RENDIMIENTO DEL PESO FRESCO EN GRAMOS POR METRO CUADRADO DE ESPINACA.

FERTILIZANTE (kg/ha)	ABONO		B L O Q U E S				SUMATORIA	- X
	N P K (ton/ha)	A (ton/ha)	I	II	III	IV		
1	0 0 0	0	280	100	37.3	30	447.5	111.875
2	0 0 0	0	430	260	80	45	815.0	203.750
3	0 0 0	20	398	275	25	50	750.0	187.500
4	40 40 0	0	450	150	15	17	632.0	158.000
5	40 40 0	0	140	565	110	15.5	850.5	212.625
6	40 40 0	20	250	140	55	75	1120.0	280.000
7	40 40 10	0	45	225	45	15	330.0	82.5
8	40 40 10	0	275	80	230	20	705.0	176.25
9	40 40 10	0	375	515	74.0	15.0	1120.0	280.000
10	40 40 20	0	275	175	45	25	520.0	130.000
11	40 40 20	0	415	165	55	45	700.0	175.000
12	40 40 20	20	400	135	150	175	900.0	225.000
13	40 60 0	0	435	290	90	65	880.0	220.000
14	40 60 0	0	410	155	255	25	1475.0	368.75
15	40 60 0	20	410	155	255	25	1465.0	366.25
16	40 60 10	0	20	105	50	75	330.0	82.5
17	40 60 10	0	165	315	340	150	940.0	235.000
18	40 60 10	20	98	30	175	62.5	740.0	185.000
19	40 60 20	0	200	200	16	50	565.0	141.250
20	40 60 20	0	237	225	80	30	592.0	148.000
21	40 60 20	20	390	140	160	31	851.0	212.750
22	40 60 0	0	425	225	90	95	835.0	208.75
23	40 60 0	0	350	300	150	10	1000.0	250.000
24	40 60 0	20	240	100	150	175	1120.0	280.000
25	40 60 10	0	485	80	30	50	650.0	162.50
26	40 60 10	0	42	130	23	40	450.0	112.50
27	40 60 10	20	42	275	90	75	710.0	177.50
28	40 60 20	0	195	75	55	25	370.0	92.50
29	40 60 20	0	460	275	23	8	940.0	235.000
30	40 60 20	20	235	50	131	100	860.0	215.00
31	60 40 0	0	325	360	130	50	865.0	216.25
32	60 40 0	0	460	125	150	75	750.0	187.500
33	60 40 0	20	720	85	155	2	965.0	241.25
34	60 40 10	0	110	170	175	165	620.0	155.00
35	60 40 10	0	325	250	140	160	915.0	228.75
36	60 40 10	20	1330	450	10	175	1665.0	416.25
37	60 40 20	0	350	375	130	1	1055.0	263.750
38	60 40 20	0	410	450	150	65	1075.0	268.75
39	60 40 20	20	600	240	280	10	1090.0	272.50
40	60 60 0	0	375	180	80	80	715.0	178.75
41	60 60 0	0	170	350	350	100	960.0	240.000
42	60 60 0	20	85	300	342	25	752.0	188.00
43	60 60 10	0	430	150	40	37	657.0	164.25
44	60 60 10	0	375	240	42	70	760.0	190.000
45	60 60 10	20	850	750	325	110	2035.0	508.75
46	60 60 20	0	405	75	75	25	540.0	135.000
47	60 60 20	0	650	400	230	40	1410.0	352.50
48	60 60 20	20	312	435	180	55	1382.0	345.50
49	60 60 0	0	347	410	110	5	1265.0	316.25
50	60 60 0	0	450	210	110	5	865.0	216.25
51	60 60 0	20	660	437	210	225	1532.0	383.00
52	60 60 10	0	375	250	180	50	880.0	220.000
53	60 60 10	0	365	160	85	100	790.0	197.50
54	60 60 10	20	600	225	185	30	1040.0	260.000
55	60 60 10	0	345	160	70	87.5	672.0	168.000
56	60 60 20	0	210	95	140	10	545.0	136.25
57	60 60 20	0	1200	345	270	185	2090.0	522.500
58	60 60 0	0	350	200	60	82	750.0	187.500
59	60 60 0	0	470	465	130	150	1442.0	360.500
60	60 60 0	20	370	465	145	170	1160.0	290.000
61	60 60 10	0	300	180	120	100	800.0	200.000
62	60 60 10	10	310	60	400	25	785.0	196.25
63	60 60 10	20	575	330	475	150	1530.0	382.50
64	60 60 10	0	300	180	160	100	780.0	195.000
65	60 60 20	0	275	675	53	45	1350.0	337.500
66	60 60 20	20	255	430	435	37.5	1137.0	284.250
67	60 60 0	0	160	160	60	75	450.0	112.500
68	60 60 0	0	125	280	110	70	585.0	146.250
69	60 60 0	20	300	530	200	25	1455.0	363.750
70	120 40 0	0	300	200	11	11	590.0	147.500
71	120 40 20	0	365	570	80	30	1045.0	261.250
72	120 40 20	20	600	425	320	115	1660.0	415.000

TABLA 2. PESO FRESCO EN GRAMOS DE 10 PLANTAS DE ESPINACA.

FERTILIZANTE (kg/ha)	ABONO		BLOQUES				SUMATORIA	X
	N P K (ton/ha)	A (ton/ha)	I	II	III	IV		
1	0	0	109	20	12.5	20	152.5	38.13
2	0	0	119	100		20	238	59.5
3	0	0	100	70		20	228	57.0
4	0	0	140	100		20	280	70.0
5	0	0	140	100		20	280	70.0
6	40	40	130	50		5	320.0	80.0
7	40	40	110	40		5	300.0	75.0
8	40	40	110	40		5	300.0	75.0
9	40	40	120	50		5	320.0	80.0
10	40	40	130	50		5	320.0	80.0
11	40	40	150	50		100	370.0	92.5
12	40	40	170	70		5	400.0	100.0
13	40	40	170	70		5	400.0	100.0
14	40	40	200	70		100	470.0	117.5
15	40	40	180	80		5	430.0	107.5
16	40	40	180	80		5	430.0	107.5
17	40	40	190	90		5	450.0	112.5
18	40	40	190	90		5	450.0	112.5
19	40	40	200	90		5	470.0	117.5
20	40	40	200	90		5	470.0	117.5
21	40	40	210	100		5	490.0	122.5
22	40	40	210	100		5	490.0	122.5
23	40	40	210	100		5	490.0	122.5
24	40	40	220	110		5	510.0	127.5
25	40	40	220	110		5	510.0	127.5
26	40	40	230	120		5	530.0	132.5
27	40	40	230	120		5	530.0	132.5
28	40	40	240	130		5	550.0	137.5
29	40	40	240	130		5	550.0	137.5
30	40	40	250	140		5	570.0	142.5
31	40	40	250	140		5	570.0	142.5
32	40	40	260	150		5	590.0	147.5
33	40	40	260	150		5	590.0	147.5
34	40	40	270	160		5	610.0	152.5
35	40	40	270	160		5	610.0	152.5
36	40	40	280	170		5	630.0	157.5
37	40	40	280	170		5	630.0	157.5
38	40	40	290	180		5	650.0	162.5
39	40	40	290	180		5	650.0	162.5
40	40	40	300	190		5	670.0	167.5
41	40	40	300	190		5	670.0	167.5
42	40	40	310	200		5	690.0	172.5
43	40	40	310	200		5	690.0	172.5
44	40	40	320	210		5	710.0	177.5
45	40	40	320	210		5	710.0	177.5
46	40	40	330	220		5	730.0	182.5
47	40	40	330	220		5	730.0	182.5
48	40	40	340	230		5	750.0	187.5
49	40	40	340	230		5	750.0	187.5
50	40	40	350	240		5	770.0	192.5
51	40	40	350	240		5	770.0	192.5
52	40	40	360	250		5	790.0	197.5
53	40	40	360	250		5	790.0	197.5
54	40	40	370	260		5	810.0	202.5
55	40	40	370	260		5	810.0	202.5
56	40	40	380	270		5	830.0	207.5
57	40	40	380	270		5	830.0	207.5
58	40	40	390	280		5	850.0	212.5
59	40	40	390	280		5	850.0	212.5
60	40	40	400	290		5	870.0	217.5
61	40	40	400	290		5	870.0	217.5
62	40	40	410	300		5	890.0	222.5
63	40	40	410	300		5	890.0	222.5
64	40	40	420	310		5	910.0	227.5
65	40	40	420	310		5	910.0	227.5
66	40	40	430	320		5	930.0	232.5
67	40	40	430	320		5	930.0	232.5
68	40	40	440	330		5	950.0	237.5
69	40	40	440	330		5	950.0	237.5
70	40	40	450	340		5	970.0	242.5
71	40	40	450	340		5	970.0	242.5
72	40	40	460	350		5	990.0	247.5
73	40	40	460	350		5	990.0	247.5

TABLA 3. RENDIMIENTO DEL PESO SECO EN GRAMOS DE LA ESPINACA.

FERTILIZANTE	ABONO			B L O Q U E S				SUMATORIA	- X	
	N	P	K	I	II	III	IV			
(kg/ha)	(ton/ha)									
1	0	0	0	0	4.0	6.9	2.1	1.2	14.2	2.6
2	0	0	0	0	8.2	7.7	1.8	3.2	28.4	5.1
3	0	0	0	0	4.6	5.0	1.7	2.3	14.4	3.4
4	40	40	0	0	4.6	7.1	5.1	0.7	17.5	4.4
5	40	40	0	0	3.4	5.5	4.2	1.3	15.4	3.4
6	40	40	0	20	3.9	8.7	3.6	1.9	20.1	5.0
7	40	40	10	0	2.6	3.1	1.4	0.9	10.0	2.2
8	40	40	10	20	10.2	6.3	2.8	0.4	19.9	4.5
9	40	40	10	20	7.6	12.3	4.5	5.5	25.9	7.3
10	40	40	20	0	3.1	3.2	2.1	1.3	10.0	2.4
11	40	40	20	10	6.5	9.4	1.7	3.5	21.1	4.7
12	40	40	20	20	10.1	7.7	2.3	8.3	28.4	7.1
13	40	60	0	0	7.5	8.1	3.0	2.0	22.4	5.0
14	40	60	0	10	6.6	10.4	2.4	3.3	22.9	5.0
15	40	60	0	20	11.5	7.2	5.8	7.3	32.5	8.1
16	40	60	10	0	1.4	8.2	1.7	3.4	14.7	3.2
17	40	60	10	10	7.5	7.5	3.4	3.9	22.9	5.0
18	40	60	10	20	8.2	2.2	2.9	4.0	17.3	4.3
19	40	60	20	0	4.9	8.0	1.1	1.8	15.8	3.6
20	40	60	20	10	14.0	8.0	3.1	4.8	34.0	8.0
21	40	60	20	20	17.6	5.2	3.1	3.0	29.0	7.2
22	40	80	0	0	10.9	9.9	3.4	1.1	25.1	5.9
23	40	80	0	10	17.0	11.8	7.4	0.4	37.1	9.3
24	40	80	0	20	9.7	12.4	2.2	5.7	29.8	7.4
25	40	80	10	0	3.0	6.4	3.9	4.1	16.7	3.6
26	40	80	10	10	6.7	7.5	3.9	2.3	24.5	5.4
27	40	80	10	20	6.5	8.4	4.7	2.4	21.7	4.7
28	40	80	20	0	11.5	7.9	3.0	2.3	24.5	5.4
29	40	80	20	10	8.2	19.8	4.9	0.2	33.1	8.2
30	40	80	20	20	6.2	6.3	3.2	19.0	27.7	6.9
31	60	40	0	0	13.1	7.4	3.9	3.7	28.1	7.0
32	60	40	0	10	8.0	2.5	4.0	0.4	24.1	5.6
33	60	40	0	20	10.8	8.9	3.8	3.6	31.3	7.8
34	60	40	10	0	6.9	6.7	3.5	4.3	21.6	4.5
35	60	40	10	10	6.7	9.3	0.0	0.0	15.1	3.5
36	60	40	10	20	13.1	6.6	0.0	3.6	23.0	5.6
37	60	40	20	0	11.5	12.1	4.1	4.3	32.6	8.2
38	60	40	20	10	11.7	11.0	4.7	0.2	29.1	6.9
39	60	40	20	20	14.0	11.0	3.0	1.2	28.0	7.0
40	60	60	0	0	7.8	7.6	5.2	2.8	23.4	5.3
41	60	60	0	10	6.2	9.2	5.2	1.4	22.1	4.9
42	60	60	0	20	9.1	1.6	1.6	2.6	16.6	3.5
43	60	60	10	0	16.4	5.2	5.0	3.6	24.6	6.1
44	60	60	10	10	8.4	12.4	4.5	4.8	29.9	7.9
45	60	60	10	20	12.5	6.4	4.1	1.2	24.2	5.3
46	60	60	20	0	12.1	1.7	3.7	2.3	19.2	4.5
47	60	60	20	10	15.7	8.8	2.6	2.6	29.7	7.4
48	60	60	20	20	9.9	9.1	3.8	4.0	24.0	6.0
49	60	80	0	0	12.7	3.5	2.5	0.5	19.2	4.0
50	60	80	0	10	12.2	3.4	3.0	7.2	25.3	5.5
51	60	80	0	20	9.9	4.4	3.6	2.1	16.0	3.9
52	60	80	10	0	10.1	7.3	3.7	4.0	27.1	6.8
53	60	80	10	10	12.5	2.0	2.4	1.4	14.0	3.4
54	60	80	10	20	12.6	4.0	3.0	3.4	18.0	4.5
55	60	80	20	0	8.3	6.4	2.2	1.1	18.0	4.5
56	60	80	20	10	13.6	1.5	5.5	0.9	20.9	5.4
57	60	80	20	20	14.0	7.0	1.6	6.0	28.6	7.0
58	80	40	0	0	12.2	4.4	4.4	4.4	25.4	6.4
59	80	40	0	10	14.0	7.0	1.6	6.0	28.6	7.0
60	80	40	0	20	12.2	4.4	4.4	4.4	25.4	6.4
61	80	40	10	0	12.2	4.4	4.4	4.4	25.4	6.4
62	80	40	10	10	6.4	1.7	5.4	1.8	15.2	3.3
63	80	40	10	20	6.4	3.6	5.0	5.0	20.0	4.0
64	80	40	20	0	11.5	4.7	1.1	3.1	20.9	5.0
65	80	40	20	10	10.0	3.4	1.0	2.7	17.1	4.3
66	80	60	0	0	6.5	4.0	3.9	3.9	18.3	4.6
67	80	60	0	10	8.5	1.7	4.1	1.4	14.3	3.3
68	80	60	0	20	9.7	5.2	2.7	2.7	21.3	5.0
69	80	60	10	0	14.9	10.4	4.0	4.1	33.4	8.4

TABLA 4. LONGITUD DE LAS HOJAS EN CENTIMETROS DE LA ESPINACA.

	FERTILIZANTE			ABONO A (ton/ha)	B L O Q U E S				SUMATORIA	X
	N	P	K		I	II	III	IV		
	(kg/ha)									
1	0	0	0	0	11.39	6.43	6.57	5.22	29.52	7.39
2	0	0	0	10	12.19	10.00	7.62	7.3	37.02	9.25
3	0	0	0	20	11.25	10.00	7.24	6.41	34.90	8.73
4	40	40	40	0	16.20	10.00	7.44	4.12	37.76	9.44
5	40	40	0	10	15.20	10.00	11.13	3.79	39.07	9.77
6	40	40	0	20	16.20	10.00	10.80	3.88	41.08	10.28
7	40	40	10	0	15.20	11.00	11.05	3.88	38.16	9.54
8	40	40	10	10	15.39	10.00	8.25	3.49	35.72	9.18
9	40	40	10	20	16.20	10.00	8.25	3.49	37.97	9.49
10	40	40	20	0	15.20	10.00	11.05	3.88	40.13	10.03
11	40	40	20	10	15.20	10.00	6.43	7.12	46.5	11.62
12	40	40	20	20	16.20	10.00	10.41	6.26	41.77	10.44
13	40	60	0	0	16.20	10.00	8.25	8.25	42.95	10.74
14	40	60	0	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
15	40	60	0	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
16	40	60	10	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
17	40	60	10	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
18	40	60	10	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
19	40	60	20	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
20	40	60	20	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
21	40	60	20	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
22	40	80	0	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
23	40	80	0	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
24	40	80	0	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
25	40	80	10	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
26	40	80	10	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
27	40	80	10	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
28	40	80	20	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
29	40	80	20	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
30	40	80	20	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
31	40	40	0	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
32	40	40	0	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
33	40	40	0	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
34	40	40	10	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
35	40	40	10	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
36	40	40	10	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
37	40	40	20	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
38	40	40	20	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
39	40	40	20	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
40	40	60	0	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
41	40	60	0	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
42	40	60	0	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
43	40	60	10	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
44	40	60	10	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
45	40	60	10	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
46	40	60	20	0	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
47	40	60	20	10	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
48	40	60	20	20	16.20	10.00	11.15	8.25	45.41	11.35
49	60	60	0	0	20.00	10.00	11.15	8.25	50.00	12.62
50	60	60	0	10	20.00	10.00	11.15	8.25	50.00	12.62
51	60	60	0	20	20.00	10.00	11.15	8.25	50.00	12.62
52	60	60	10	0	18.70	11.25	11.17	11.23	52.37	13.52
53	60	60	10	10	18.70	11.25	11.17	11.23	52.37	13.52
54	60	60	10	20	18.70	11.25	11.17	11.23	52.37	13.52
55	60	60	20	0	18.70	11.25	11.17	11.23	52.37	13.52
56	60	60	20	10	18.70	11.25	11.17	11.23	52.37	13.52
57	60	60	20	20	18.70	11.25	11.17	11.23	52.37	13.52
58	60	80	0	0	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
59	60	80	0	10	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
60	60	80	0	20	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
61	60	80	10	0	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
62	60	80	10	10	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
63	60	80	10	20	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
64	60	80	20	0	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
65	60	80	20	10	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
66	60	80	20	20	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
67	80	80	0	0	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
68	80	80	0	10	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
69	80	80	0	20	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
70	80	80	10	0	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
71	80	80	10	10	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92
72	80	80	10	20	14.10	10.00	11.15	8.25	43.50	10.92

TABLA 5. NUMERO DE HOJAS DE LA ESPINACA.

FERTILIZANTE (kg/ha)	ABONO			B L O Q U E S				SUMATORIA	- X
	N	P	K	I	II	III	IV		
(kg/ha)	(ton/ha)								
1	0	0	0	0	9	5	5	5	24
2	0	0	0	10	12	5	5	5	33
3	0	0	0	20	15	5	5	5	34
4	40	40	0	0	8	5	4	4	21
5	40	40	0	10	10	5	4	4	27
6	40	40	0	20	10	8	6	6	30
7	40	40	10	0	8	8	2	2	20
8	40	40	10	10	10	8	2	2	22
9	40	40	10	20	10	7	2	2	21
10	40	40	20	0	10	5	4	4	23
11	40	40	20	10	11	5	4	4	24
12	40	40	20	20	11	5	4	4	24
13	40	60	0	0	10	5	5	5	25
14	40	60	0	10	10	5	5	5	25
15	40	60	0	20	10	5	5	5	25
16	40	60	10	0	10	5	5	5	25
17	40	60	10	10	10	5	5	5	25
18	40	60	10	20	10	5	5	5	25
19	40	60	20	0	10	5	5	5	25
20	40	60	20	10	10	5	5	5	25
21	40	60	20	20	11	5	5	5	25
22	40	80	0	0	10	5	5	5	25
23	40	80	0	10	10	5	5	5	25
24	40	80	0	20	10	5	5	5	25
25	40	80	10	0	10	5	5	5	25
26	40	80	10	10	10	5	5	5	25
27	40	80	10	20	10	5	5	5	25
28	40	80	20	0	10	5	5	5	25
29	40	80	20	10	10	5	5	5	25
30	40	80	20	20	10	5	5	5	25
31	60	40	0	0	13	7	6	6	32
32	60	40	0	10	10	7	6	6	33
33	60	40	0	20	10	7	6	6	33
34	60	40	10	0	10	7	6	6	33
35	60	40	10	10	10	7	6	6	33
36	60	40	10	20	10	7	6	6	33
37	60	40	20	0	10	7	6	6	33
38	60	40	20	10	10	7	6	6	33
39	60	40	20	20	10	7	6	6	33
40	60	60	0	0	11	7	6	6	34
41	60	60	0	10	10	7	6	6	34
42	60	60	0	20	10	7	6	6	34
43	60	60	10	0	10	7	6	6	34
44	60	60	10	10	10	7	6	6	34
45	60	60	10	20	10	7	6	6	34
46	60	60	20	0	10	7	6	6	34
47	60	60	20	10	10	7	6	6	34
48	60	60	20	20	10	7	6	6	34
49	60	80	0	0	11	7	6	6	34
50	60	80	0	10	10	7	6	6	34
51	60	80	0	20	10	7	6	6	34
52	60	80	10	0	10	7	6	6	34
53	60	80	10	10	10	7	6	6	34
54	60	80	10	20	10	7	6	6	34
55	60	80	20	0	10	7	6	6	34
56	60	80	20	10	10	7	6	6	34
57	60	80	20	20	10	7	6	6	34
58	80	40	0	0	12	7	6	6	35
59	80	40	0	10	10	7	6	6	35
60	80	40	0	20	10	7	6	6	35
61	80	40	10	0	10	7	6	6	35
62	80	40	10	10	10	7	6	6	35
63	80	40	10	20	10	7	6	6	35
64	80	40	20	0	10	7	6	6	35
65	80	40	20	10	10	7	6	6	35
66	80	40	20	20	10	7	6	6	35
67	80	60	0	0	10	7	6	6	35
68	80	60	0	10	10	7	6	6	35
69	80	60	0	20	10	7	6	6	35
70	80	60	10	0	10	7	6	6	35
71	80	60	10	10	10	7	6	6	35
72	80	60	10	20	10	7	6	6	35

TABLA 6. NUMERO DE PLANTAS DE ESPINACA.

	FERTILIZANTE			ABONO A (ton/ha)	BLOQUES				SUMATORIA	- X	
	M	P	K		I	II	III	IV			
	(kg/ha)			(ton/ha)							
1	0	0	0	0	32	46	29	18	125	31	25
2	0	0	0	10	45	59	41	21	166	38	39
3	0	0	0	20	48	58	41	21	168	38	39
4	40	0	0	0	38	49	17	22	141	29	25
5	40	0	0	10	37	46	49	14	146	35	30
6	40	0	0	20	37	44	49	14	146	35	30
7	40	40	0	0	13	41	27	18	97	24	23
8	40	40	10	0	48	59	41	21	166	38	39
9	40	40	10	10	48	59	41	21	166	38	39
10	40	40	20	0	38	45	62	6	158	29	30
11	40	40	20	10	22	12	42	29	97	24	26
12	40	40	20	20	31	25	43	14	140	35	30
13	40	40	0	0	23	49	45	31	158	39	30
14	40	40	0	10	21	57	14	14	157	38	31
15	40	40	0	20	21	62	48	27	171	38	32
16	40	40	10	0	26	52	16	27	121	19	25
17	40	40	10	10	47	18	35	39	107	26	30
18	40	40	10	20	30	25	32	32	119	29	27
19	40	40	20	0	30	30	14	20	119	29	27
20	40	40	20	10	50	30	44	24	158	38	30
21	40	40	20	20	51	31	24	24	156	38	30
22	40	40	0	0	34	38	32	30	134	32	27
23	40	40	0	10	47	25	32	30	134	32	27
24	40	40	0	20	49	26	32	30	137	32	27
25	40	40	10	0	37	31	32	26	126	31	28
26	40	40	10	10	48	18	32	31	114	27	25
27	40	40	10	20	48	18	32	31	109	27	25
28	40	40	20	0	50	31	39	22	141	35	25
29	40	40	20	10	50	47	39	22	166	38	30
30	40	40	20	20	50	47	39	22	166	38	30
31	60	40	0	0	46	57	48	19	170	42	30
32	60	40	0	10	41	39	39	18	123	32	30
33	60	40	0	20	48	21	38	18	102	26	25
34	60	40	10	0	44	43	67	33	189	46	27
35	60	40	10	10	55	48	38	33	144	31	30
36	60	40	10	20	58	49	33	27	137	34	28
37	60	40	20	0	43	63	28	25	132	33	25
38	60	40	20	10	48	37	29	29	154	36	30
39	60	40	20	20	50	33	27	25	130	32	30
40	60	40	0	0	64	45	32	32	158	39	30
41	60	40	0	10	40	45	47	29	152	38	31
42	60	40	0	20	21	45	44	5	129	32	25
43	60	40	10	0	35	39	64	27	124	31	30
44	60	40	10	10	38	45	47	29	152	38	31
45	60	40	10	20	60	64	40	37	201	49	27
46	60	40	20	0	41	34	16	18	109	27	24
47	60	40	20	10	40	38	36	26	159	37	31
48	60	40	20	20	48	41	33	19	146	36	30
49	60	40	0	0	52	35	35	25	158	39	30
50	60	40	0	10	44	50	39	29	162	40	27
51	60	40	0	20	39	46	40	22	144	36	30
52	60	40	0	0	44	39	14	11	108	28	25
53	60	40	10	0	47	42	26	7	122	31	28
54	60	40	10	10	37	35	34	7	113	28	26
55	60	40	10	20	55	43	33	33	178	44	30
56	60	40	20	0	40	48	40	22	150	38	30
57	60	40	20	10	44	48	40	22	154	39	30
58	60	40	20	20	37	45	37	27	146	37	29
59	60	40	0	0	55	45	45	21	166	40	30
60	60	40	0	10	48	48	45	28	169	40	30
61	60	40	0	20	51	19	47	18	134	32	30
62	60	40	10	0	40	45	45	18	138	35	30
63	60	40	10	10	40	45	45	18	138	35	30
64	60	40	10	20	42	45	45	18	138	35	30
65	60	40	20	0	42	45	45	18	138	35	30
66	60	40	20	10	29	38	38	19	144	36	30
67	60	40	20	20	45	38	38	19	144	36	30
68	60	40	0	0	23	53	30	22	138	34	30
69	60	40	0	10	43	54	34	22	144	36	30
70	60	40	0	20	45	45	45	18	144	36	30
71	60	40	10	0	48	48	48	18	144	36	30
72	60	40	20	0	54	60	53	33	200	50	30

CUADRO 15. ANOVA PARA EL RENDIMIENTO EN PESO FRESCO DE *Spinacia oleracea* L. var. *hibrido cascade*.

FV	GL	SC	CM	FC	
REPET.	3	4811464	1603821	2.60	**
TRAT.	71	2511016	35366	1.66	**
FERT.	23	782099	34004	1.60	*
ABONO	2	799107	399553	18.76	**
FERT/ABONO	46	929808	202103	0.95	NS
ERROR	213	4537643	21303		
TOTAL	287	11860124	41324		

* = $P > 0.05$. ** = $P > 0.01$. NS = NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 16. ANOVA PARA EL RENDIMIENTO EN PESO SECO DE *Spinacia oleracea* L. var. *hibrido cascade*.

FV	GL	SC	CM	FC	
REPET.	3	2138	712	110	**
TRAT.	71	590	8.32	1.29	*
FERT.	23	226	9.84	1.52	**
ABONO	2	113	56.68	8.76	**
FERT/ABONO	46	251	5.46	0.84	NS
ERROR	213	1378	6.47		
TOTAL	287	4017	14.31		

* = $P > 0.05$. ** = $P > 0.01$. NS = NO SIGNIFICATIVO.

CUADRO 17. ANOVA PARA LONGITUD DE LAS HOJAS DE *Spinacia oleracea* L. var. *hibrido cascade*.

FV	GL	SC	CM	FC	
REPET.	3	1516.57	505.52	80.75	**
TRAT.	71	730.68	10.29	1.64	**
FERT.	23	225.69	9.81	1.57	**
ABONO	2	174.21	87.105	13.91	**
FERT/ABONO	46	330.78	7.19	1.15	NS
ERROR	213	1333.61	6.26		
TOTAL	287	3580.8	12.48		

* = $P > 0.05$. ** = $P > 0.01$. NS = NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 17. ANOVA PARA NUMERO DE HOJAS EN *Spinacia oleracea* L. var. *hibrido cascade*.

FV	GL	SC	CM	FC	
REPET.	3	874.90	291.63	97.54	**
TRAT.	71	305.25	4.30	1.44	*
FERT.	23	98.75	4.29	1.44	NS
ABONO	2	78.67	39.34	13.16	**
FERT/ABONO	46	127.83	2.78	0.93	NS
ERROR	213	636.35	2.99		
TOTAL	287	1816.50	6.33		

* = P > 0.05. ** = P > 0.01 NS = NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 19. ANOVA PARA NUMERO DE PLANTAS EN *Spinacia oleracea* L. var. *hibrido cascade*.

FV	GL	SC	CM	FC	
REPET.	3	17612.93	5870.98	44.6	**
TRAT.	71	9773.97	137.66	1.05	NS
FERT.	23	4144.30	180.19	1.37	NS
ABONO	2	2542.15	1271.08	9.66	**
FERT/ABONO	46	3087.52	67.12	0.51	NS
ERROR	213	28040.32	131.64		
TOTAL	287	55427.219	193.13		

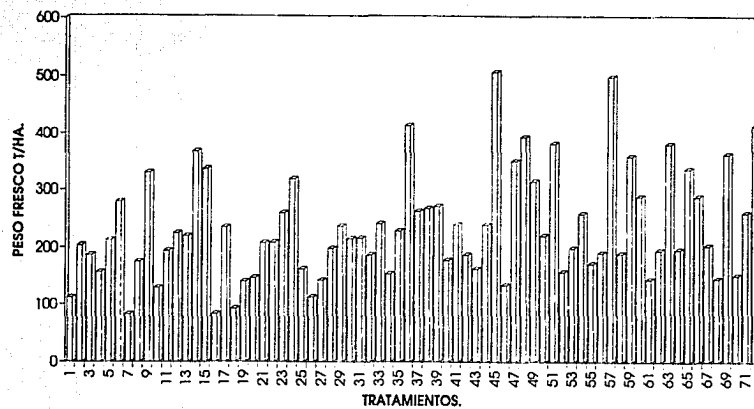
* = P > 0.05. ** = P > 0.01 NS = NO SIGNIFICATIVO

PRUEBA ESTADÍSTICA DE DUNNET.

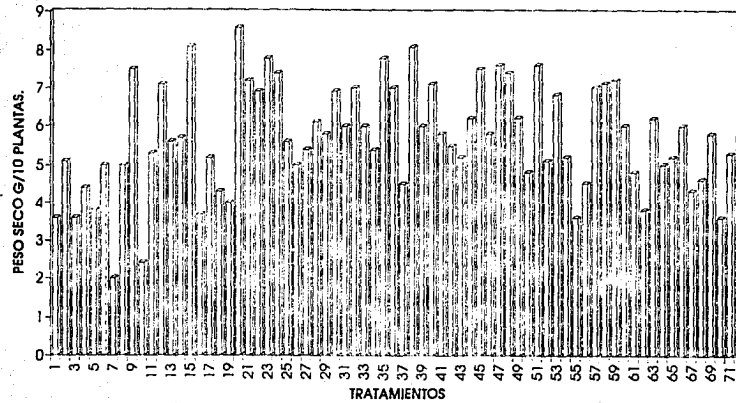
INDICAT.	MEAN TRAT.	PRUEBA FRENCO LUNA	MEAN TRAT.	PRUEBA FRENCO ISPLAMAS	MEAN TRAT.	LOWES NOVA CM	MEAN TRAT.	MEAN TRAT.	MEAN TRAT.	MEAN TRAT.	MEAN TRAT.
1	1	1.12 a	1	3.6 a	1	2.6 a	1	6.0 a	1	31.2 a	
2	7	0.82 b	7	2.0 b	14	2.3 a	37	5.5 a	7	24.2 a	
3	18	0.82 b	10	2.6 a	7	2.8 a	4	5.8 a	11	18.8 a	
4	18	0.79 b	3	1.6 b	26	1.8 b	26	6.8 a	33	25.5 a	
5	36	1.12 a	36	2.6 a	42	2.9 a	3	4.0 b	18	26.8 a	
6	10	1.42 a	20	2.6 a	18	2.9 a	35	4.0 b	46	37.7 a	
7	46	1.25 a	18	2.7 a	19	3.1 a	7	4.2 a	27	27.2 a	
8	19	1.47 a	5	3.8 a	42	3.1 a	52	4.7 a	26	28.5 a	
9	27	1.44 a	42	3.8 a	46	3.2 a	46	4.7 a	19	29.0 a	
10	61	1.46 a	19	4.0 a	4	3.4 a	10	4.8 a	20	29.8 a	
11	68	1.46 a	18	4.3 a	42	3.4 a	47	4.8 a	56	30.0 a	
12	207	1.48 a	67	4.3 a	10	3.4 a	70	4.8 a	10	30.2 a	
13	70	1.57 a	4	4.4 a	102	3.5 a	19	4.8 a	3	30.9 a	
14	34	1.56 a	27	4.5 a	27	3.6 a	27	6.8 a	43	31.0 a	
15	7	1.66 a	36	4.6 a	36	3.6 a	26	4.6 a	26	31.5 a	
16	52	1.50 a	68	4.6 a	29	3.8 a	29	7.0 a	54	31.5 a	
17	26	1.62 a	50	4.6 a	26	3.9 a	26	7.0 a	30	31.8 a	
18	43	1.64 a	41	4.8 a	4	3.9 a	40	7.0 a	27	32.2 a	
19	32	1.72 a	6	4.9 a	55	3.9 a	56	7.0 a	47	32.2 a	
20	5	1.76 a	6	5.0 a	41	4.1 a	13	7.2 a	29	32.6 a	
21	40	1.79 a	26	5.0 a	42	4.1 a	185	7.2 a	27	33.6 a	
22	13	1.86 a	64	5.0 a	3	4.2 a	19	7.2 a	62	33.6 a	
23	32	1.89 a	7	5.1 a	26	4.3 a	67	7.2 a	22	33.6 a	
24	42	1.88 a	52	5.1 a	7	4.3 a	43	7.2 a	37	33.6 a	
25	28	1.90 a	17	5.2 a	50	4.4 a	41	7.2 a	26	34.7 a	
26	36	1.93 a	43	5.2 a	41	4.4 a	52	7.3 a	58	34.8 a	
27	11	1.96 a	54	5.2 a	28	4.5 a	5	7.3 a	68	34.8 a	
28	62	1.93 a	46	5.2 a	21	4.6 a	23	7.3 a	70	34.8 a	
29	44	1.96 a	11	5.3 a	29	4.6 a	29	7.3 a	21	34.8 a	
30	26	1.96 a	71	5.3 a	27	4.6 a	54	7.3 a	12	35.0 a	
31	13	2.00 a	27	5.4 a	46	4.7 a	55	7.3 a	4	35.7 a	
32	7	2.04 a	24	5.4 a	44	4.8 a	60	7.3 a	28	35.7 a	
33	47	2.05 a	47	5.5 a	67	4.8 a	60	7.3 a	56	35.8 a	
34	71	2.06 a	13	5.6 a	5	4.9 a	4	7.4 a	30	36.0 a	
35	22	2.06 a	25	5.6 a	20	4.9 a	11	7.4 a	52	36.0 a	
36	5	2.11 a	14	5.7 a	32	4.9 a	14	7.4 a	83	36.0 a	
37	20	2.11 a	29	5.8 a	20	4.9 a	20	7.4 a	66	36.0 a	
38	31	2.11 a	41	5.8 a	40	5.0 a	58	7.4 a	60	36.0 a	
39	13	2.20 a	46	5.9 a	25	5.0 a	17	7.5 a	6	36.2 a	
40	80	2.21 a	46	6.0 a	46	5.0 a	20	7.6 a	6	36.4 a	
41	17	2.28 a	31	6.0 a	58	5.2 a	23	7.6 a	48	36.4 a	
42	26	2.29 a	29	6.0 a	60	5.2 a	41	7.6 a	67	36.4 a	
43	17	2.30 a	29	6.0 a	40	5.2 a	64	7.6 a	6	37.0 a	
44	29	2.32 a	40	6.0 a	17	5.2 a	7	7.6 a	66	37.0 a	
45	41	2.40 a	44	6.0 a	10	5.3 a	13	7.6 a	71	37.0 a	
46	44	2.40 a	26	6.1 a	66	5.3 a	21	7.6 a	40	37.4 a	
47	33	2.41 a	42	6.2 a	12	5.3 a	12	7.6 a	44	38.0 a	
48	32	2.42 a	49	6.2 a	6	5.3 a	49	7.6 a	14	38.0 a	
49	64	2.40 a	43	6.2 a	17	5.3 a	71	7.6 a	16	38.2 a	
50	71	2.41 a	43	6.3 a	31	5.4 a	23	7.6 a	59	38.2 a	
51	37	2.44 a	22	6.3 a	43	5.2 a	47	7.6 a	29	38.8 a	
52	28	2.46 a	20	6.3 a	36	5.1 a	53	7.6 a	14	39.2 a	
53	29	2.27 a	22	7.0 a	14	5.4 a	27	7.6 a	10	39.3 a	
54	6	2.46 a	26	7.0 a	24	5.4 a	68	7.6 a	13	39.8 a	
55	46	2.46 a	47	7.0 a	54	5.6 a	5	7.6 a	47	39.8 a	
56	40	2.46 a	12	7.1 a	44	5.6 a	22	7.6 a	47	39.8 a	
57	49	2.46 a	43	7.1 a	41	5.6 a	24	7.6 a	31	40.0 a	
58	24	2.47 a	48	7.1 a	22	5.6 a	20	7.6 a	24	40.0 a	
59	9	2.46 a	21	7.2 a	47	5.7 a	21	7.6 a	28	40.0 a	
60	15	2.46 a	14	7.2 a	46	5.7 a	48	7.6 a	9	40.1 a	
61	65	2.27 a	21	7.4 a	9	5.7 a	59	7.6 a	27	41.4 a	
62	13	2.46 a	26	7.4 a	46	5.7 a	48	7.6 a	35	41.4 a	
63	69	2.40 a	9	7.5 a	28	5.7 a	35	7.6 a	31	42.4 a	
64	66	2.46 a	45	7.5 a	43	5.8 a	46	7.6 a	37	42.4 a	
65	14	2.46 a	47	7.5 a	15	5.8 a	46	7.6 a	41	42.4 a	
66	43	2.46 a	11	7.5 a	50	5.8 a	51	7.6 a	17	44.0 a	
67	11	2.46 a	23	7.5 a	22	5.8 a	22	7.6 a	45	44.0 a	
68	48	2.46 a	36	7.5 a	17	5.8 a	66	7.6 a	34	44.2 a	
69	72	4.18 a	15	8.1 a	26	6.2 a	41	7.6 a	20	44.2 a	
70	26	4.18 a	48	8.2 a	37	6.4 a	72	7.6 a	51	44.2 a	
71	47	6.80 a	72	8.4 a	41	6.8 a	9	7.6 a	72	50.0 a	
72	46	6.29 a	20	8.5 a	45	6.8 a	26	7.6 a	46	50.2 a	

CUADRO DE LOS TRAZADOS DE CADA VARIABLE CON SUAL LETRA DE AL TIPO NO SON
SIGNIFICATIVOS (P=0.05) Y ALGUNOS SIGNIFICATIVOS (P=0.01) CON LETRA DE DIFERENTE.

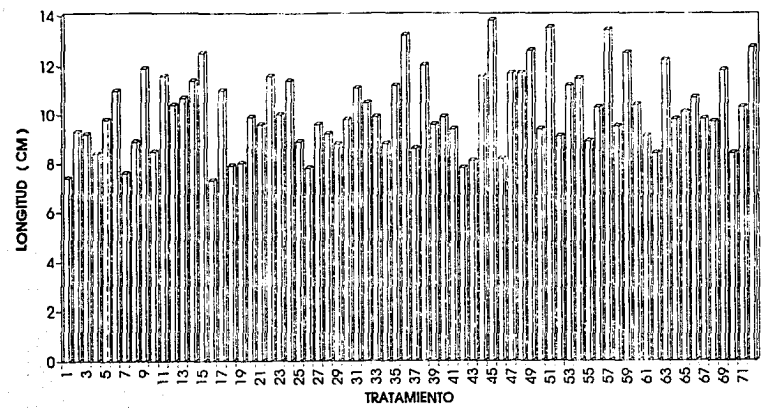
GRAFICA 1. RENDIMIENTO DEL PESO FRESCO EN CADA TRATAMIENTO.



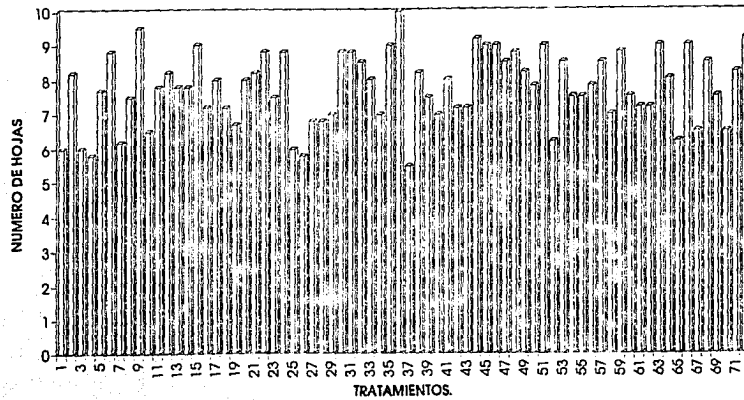
GRAFICA 2. RENDIMIENTO DEL PESO SECO EN CADA TRATAMIENTO.



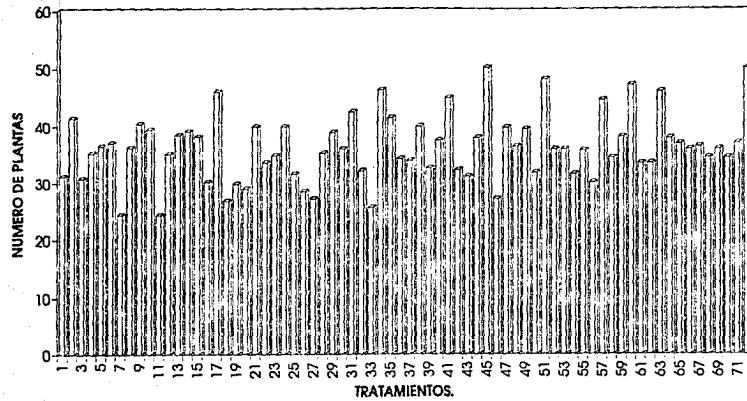
GRAFICA 3. LONGITUD DE LA HOJA DE ESPINACA EN CADA TRATAMIENTO.



GRAFICA 4. NUMERO PROMEDIO DE HOJAS POR PLANTA EN CADA TRATAMIENTO.



GRAFICA 5. NUMERO DE PLANTAS PROMEDIO POR TRATAMIENTO.





LAMINA 1. CHINAMPA DE ESTUDIO EN TLAHUAC, D.F., UNA VEZ SEPARADOS LOS TRATAMIENTOS.



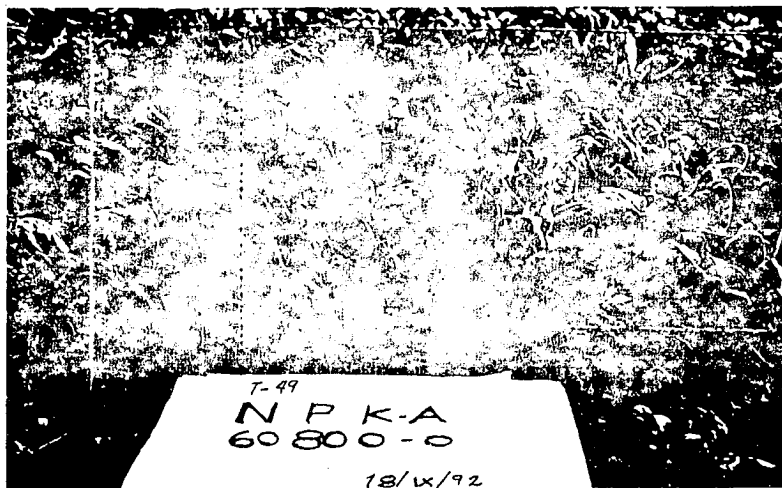
LAMINA 2. LOS MEJORADORES BIOLOGICOS NUEVOS
Y LOS MATERIALES UTILIZADOS PARA



LAMINA 3. APLICACION DE LOS MEJORADORES BIOLÓGICOS NUEVOS, MBN Y MBE, MEDIANTE MATERIALES PLÁSTICOS DE USO COMUN.



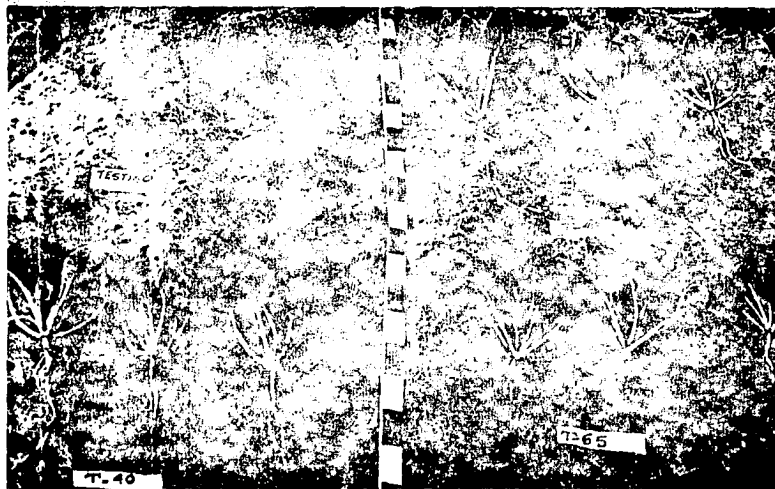
LAMINA 4. UN TRATAMIENTO TESTIGO DONDE SE OBSERVAN POCAS PLANTAS CON DEFICIENTE DESARROLLO FOLIAR.



LAMINA 5. TRATAMIENTO 49; EN GENERAL FUE UNO DE LOS MEJORES,
SEGUN LAS VARIABLES DE ESTUDIO.



LAMINA 6. LOS TRATAMIENTOS 54, 49 y 17 DIFIEREN SIGNIFICATIVAMENTE CON RESPECTO AL TESTIGO. OBSERVESE SU BUEN DESAROLLO.



LAMINA 7. LOS TRATAMIENTOS 48, 40 y 65 DIFIEREN SIGNIFICATIVAMENTE
CON RESPECTO AL TESTIGO.