

---

FACULTAD DE QUIMICA

U.N.A.M.

**Efecto de la Adición de Eichhornia Crossipes  
(Mart.) Solms. (Lirio Acuático) a una Chinampa**

**T E S I S**

Que para obtener el título de :

**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

p r e s e n t a n :

**Luz María Ortiz Ortega**

**María Guadalupe Roy-Ocotla Romero**

---

México, D. F.

1978





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 esta 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.

CLAS TESIS 1978  
ABO M. T. 385 **BVTR** 319  
FECHA \_\_\_\_\_  
PROC \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Jurado Asignado Originalmente

PRESIDENTE	Jorge Reyes López
VOCAL	Benjamín Ruíz Loyola
SECRETARIO	Cristina Díaz Padilla
1er. SUPLENTE	Lourdes García Peña
2o. SUPLENTE	Marcos Soto Hernández
SUSTENTANTES	Luz Maria Ortíz Ortega Maria Guadalupe Roy-Ocotla Romero
ASESOR DEL TEMA	Jorge Reyes López

EFFECTO DE LA ADICION DE EICHHORNIA CRASSIPES (MART.)  
SOLMS. (LIRIO ACUATICO) A UNA CHINAMPA\*.

\*El presente trabajo se dió por terminado en Mayo de  
1978 y se pudo llevar a cabo gracias al apoyo econó-  
mico propiciado por CONACYT a través del subsidio  
1417.

A NUESTROS PADRES CON PROFUNDO RESPETO

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a las siguientes personas:

A la Dra. Ana Luisa Anaya Lang por su dirección y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Jorge Reyes López por su valiosa orientación en este trabajo.

Al Biol. Agustín Quiroz por la asesoría prestada durante los análisis de suelos.

A los señores: Plácido Villanueva y Ricardo Balanzario, así como, al Biol. Raúl Venegas quienes hicieron posible la realización de las pruebas de campo en una chinampa.

A los integrantes del laboratorio de suelos de la Dirección Gral. de Investigación y Capacitación Forestal, por su colaboración en la realización de algunos de los análisis de suelos, con especial agradecimiento al Q.B.P. Jorge Soto Soria, jefe del laboratorio.

Al M. en C. Antonio Lot Helgueras y a los profesores: Cristina Díaz Padilla y Benjamín Ruíz Loyola por su participación como revisores del manuscrito.

A la Srita. Virginia Godínez Hernández por su colaboración en la mecanografía del trabajo.

Al Sr. Felipe Villegas Márquez, quien realizó las gráficas y dibujos de este trabajo.

A la Familia Ordaz por el apoyo espiritual que nos han brindado.



# I N D I C E   G E N E R A L

## I. INTRODUCCION

### 1.1. ANTECEDENTES.

1.1.a. Sistema chinampero

1.1.b. Introducción del Lirio acuático a la Chinampa

### 1.2. GENERALIDADES DEL LIRIO ACUATICO

1.2.a. Biología

1.2.b. Composición Química

1.2.c. Uso como acondicionante del Suelo

### 1.3. DESCOMPOSICION Y EFECTOS

### 1.4. OBJETIVOS

## II. MATERIALES Y METODOS

## III. RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1. RESULTADOS

3.1.a. Productividad de las hortalizas.

3.1.b. Incidencia de Malezas.

### 3.2. DISCUSION

3.2.a. Productividad de las hortalizas

3.2.b. Incidencia de Malezas.

## IV. CONCLUSIONES

## V. LITERATURA CONSULTADA

## I. INTRODUCCION

### 1.1 ANTECEDENTES

El lirio acuático se ha considerado como una maleza porque presenta una peculiar agresividad reproductiva determinada por su gran plasticidad genética, la cual le confiere propiedades adaptativas que le permiten tener una amplia distribución en las aguas dulces de la zona pantropical del mundo. Por este hecho se ha pensado en que el lirio acuático pudiera poseer un importante potencial alelopático, es decir, que pudiera ejercer un efecto dañoño, directo e indirecto, sobre otras plantas, generalmente a través de la producción de compuestos químicos que se liberan al medio.

El lirio acuático se ha utilizado tradicionalmente como abono orgánico en las Chinampas, sistema agrícola desarrollado en el Valle de México desde hace años; en la actualidad lo siguen usando algunos pobladores de Xochimilco.

La manera como se usa el lirio es en forma de un "mulch" (abono verde esparcido sobre la superficie de un suelo agrícola), juntamente con el lodo del canal haciendo una cama, en donde posteriormente se transplantan los "chapines" y se desarrollan las hortalizas de una manera exitosa.

Dentro de las características de este tipo de agricultura-

ra, en donde el lirio es usado como abono orgánico, se encuentra principalmente la baja incidencia de malezas; además de otras ventajas como la reducción de la evaporación en la superficie del suelo y la erosión por lixiviación.

En base al conocimiento que se tiene del efecto de numerosos restos orgánicos sobre el crecimiento de las plantas; se trabajó con la hipótesis de que la descomposición del lirio en el suelo podría producir un descenso en la incidencia de malezas debido a sus posibles efectos alelopáticos.

#### 1.1.a Sistema Chinampero

Los jardines flotantes a que se refiere el Padre Acosta (1590) en su libro "Historia Natural y Moral de los Indios"; es probablemente una de las primeras referencias que se hacen con respecto a la descripción de las Chinampas de Xochimilco.

La zona chinampera estaba localizada en el Valle de México en una cuenca de tierra rodeada por montañas de origen volcánico y se extendía en todo el camino desde Tenochtitlan-Tlatelolco, a la ribera del lago de Xochimilco y luego al este, dentro del lago de Chalco.

Las Chinampas se construían fabricando primero una balsa de juncos y cañas muy apretadas entre sí. Sobre esta balsa se preparaba una gruesa cama de lodo y plantas acuáticas usadas como fertilizante y sobre ella se sembraba y cultivaba. Las

balsas se sujetaban por medio de postes al margen de la laguna y sus cuatro lados eran cubiertos por enredaderas y ramas para evitar que la tierra se perdiera. Más tarde estas ramas y enredaderas fueron sustituidas por sauces, los cuales se sembraban en el perímetro de la chinampa con el mismo propósito, sujetar a la tierra. Esto dió como resultado más tarde que la apariencia típica de las zonas chinamperas estuviera caracterizada por los sauces formando una inmensa cuadrícula. Las balsas iban colocándose unas junto a otras, pero separadas por canales. Esto dió como resultado que el área de la laguna disminuyera hasta quedar reducida a los canales que se pueden observar en la actualidad separando a las chinampas.

Mantenidas adecuadamente, las chinampas pueden producir varias cosechas al año y permanecer fértiles por mucho tiempo. Un problema grave en la actualidad es la gran cantidad de sales existentes en las chinampas "salitre" las cuales han sido arrastradas a la cuenca por las lluvias y las aguas de escurrimiento que convergen en ella de las partes altas. Durante miles de años, la evaporación en la parte este del vaso de Texcoco ha concentrado a las sales que antiguamente no constituían ningún problema por que eran diluidas constantemente por el agua de los manantiales que alimentaban los cuerpos de agua existentes en la cuenca, pero ahora que estos manantiales se han secado en un 99.9% las sales emergen constantemente y ponen

en serio peligro a los cultivos.

La zona total de las chinampas representaba un esfuerzo hidráulico gigantesco, basado en el drenaje de la tierra y en la manipulación de los recursos del agua; los aztecas lo refinaron de tal manera, que en base a su explotación se estableció un vasto imperio. Podría decirse que las chinampas dieron a los antepasados del Valle de México, un enorme poder sobre la mayoría de las ciudades, durante 1500 años antes de la llegada de los españoles (Coe, 1964) (1).

#### 1.1b Introducción Del Lirio Acuático A Las Chinampas.

Según West y Armillas (1950) (2), el lirio acuático llegó a las aguas de Xochimilco, de la siguiente manera: "En 1897, fué introducido en los lagos del Valle de México, un "Jacinto de Agua" brasileño (*Eichhornia crassipes*), denominado por los chinamperos "huachinango", hoy en día forma la parte principal del abono vegetal usado en la zona".

#### 1.2. GENERALIDADES DEL LIRIO ACUATICO

Una consecuencia de la perturbación de las condiciones biológicas de los ecosistemas de aguas dulces, es la diseminación de las plantas fuera de sus hábitats naturales; en muchos casos esto ha permitido la desaparición de la vegetación natural y la subsecuente invasión masiva de unas pocas especies de plantas.

Particularmente en los trópicos, y un poco menos en los subtrópicos, las condiciones para el desarrollo de las malezas acuáticas, son muy favorables debido a que el crecimiento no es periódicamente retardado durante el invierno. Las malezas acuáticas pueden causar daño a la navegación, a la irrigación, al drenaje de las tierras de cultivo y a las instalaciones hidráulicas.

El lirio acuático esta enlistado como una de las diez especies de malezas más nocivas del mundo.

Antes de la interferencia del hombre, la distribución del lirio se restringía a sudamerica tropical y tal vez a América central y las islas del Caribe (Sculthorpe, 1967) (3). En la actualidad se encuentra en las regiones cálidas de todo el mundo.

#### 1.2.a Botánica General

El lirio acuático, Eichhornia crassipes (Mart.) Solms.; es una monocotiledonea de la familia de las pontederiaceas, Orden de las Liliales. Los lirios acuáticos son libremente flotantes pero pueden estar sujetos a los suelos pantanosos de las orillas de los lagos o lagunas.

La planta esta constituida de un corto rizoma (Tallo vegetativo) raices, hojas rosetadas, una inflorescencia y estolones de conexión entre dos o más plantas (Penfound y Earle, 1948;

Solms-Lauback y Graf zu, 1898; Weber, 1897) (4,5,6). Cuando están libremente flotantes, una parte del peciolo está hinchada y le permite flotar, sin embargo, la formación de este segmento flotante del peciolo puede ser inhibido por diversos factores como son: densidad de la población, una alta temperatura, baja intensidad de la luz y enraizamiento en el fondo del lago (Penfound y Earle, 1948; Boresch, 1912; Dissogi, 1974; La Garde, 1930). (4,7,8,9). Las raíces primarias producen gran cantidad de raíces laterales, alrededor de  $70/\text{cm}^2$  (Weber, 1897) (6), las cuales aparecen primero en el periciclo inmaduro, a corta distancia del promeristemo; y no como en la mayoría de las plantas, en o cerca del tejido maduro (Arnold, 1940) (10). La inflorescencia es un racimo protegido por dos bracteas, sobre un pedúnculo elongado (Penfound y Earle, 1948; Agharkar y Banerji, 1930; Singh, 1962) (4,11,12). El racimo de la inflorescencia consta de dos a treinta y cinco flores zigomórficas colocadas espiralmente (Backer, 1951; Back, 1960; Francois, 1964; Rao, 1920) (13, 14,15,16). Los investigadores sugieren que las flores se autopolinizan debido al espiralamiento del perianto (Penfound y Earle, 1948) (4). El ovario es súpero y contiene numerosos óvulos en cada lóculo (Penfound y Earle, 1948) (4). Las flores se doblan hacia la superficie del agua, y la maduración de la cápsula continua bajo el agua (Rao, 1920) (16). El fruto es una cápsula dehiscente. Se ha observado que produce alrededor de cuatrocientos cincuenta y dos semillas por cápsula. (Penfound y Earle 1948;

Haigh, 1936; Muller, 1883; Parija, 1934; Robertson y Thein, 1932) (4,17,18,19,20). La hoja consiste de varias capas de parénquima en empalizada bajo la epidermis de ambas superficies. Entre estas dos zonas de parénquima en empalizada, hay una capa de parénquima esponjoso con grandes cámaras de aire.

#### 1.2.b Composición Química.

El lirio acuático es relativamente rico en potasio, fósforo y cloruros (Boyd, 1969) (21). Su contenido de agua es extraordinariamente alto, 93-96% (Penfound y Earle, 1948; Little y Henson, 1967) (4,22). Las concentraciones de fósforo y nitrógeno están relacionadas al contenido de estos elementos en el medio (Gossett y Norris, 1971, Boyd y Scarsbrook, 1975, Dunigan et al, 1975) (23,24,25).

Se ha reportado que el lirio acuático solo muestra niveles deficientes de dos aminoácidos esenciales: valina y metionina (Taylor y Robbins, 1968) (26). El contenido de proteína cruda ha sido encontrado dentro de un rango de 4.7-9.2% (Taylor y Robbins, 1968) (26); 5.6-12.1% (Osman et al., 1975) (27); y 12-18% (Boyd, 1978, Boyd, 1970) (28,29), de peso seco.

Por otra parte, algunos investigadores han encontrado diversos compuestos orgánicos en las partes constituyentes de la planta, los cuales pueden tener efectos biológicos importantes.

En la raíz del lirio se ha reportado la presencia de una auxina (Mukherjee et al, 1964) (30), con actividad estimulante



sobre el crecimiento de otras plantas como lo demuestra el trabajo reportado por Sumara y Sircar (1964) (31).

Stuart y Coke (1975) (32) reportaron la presencia en la hoja del lirio acuático, de un derivado del ácido abscísico, al cual se le llamó vomifoliol. El ácido abscísico es una sustancia, que en las hojas de los árboles descuidados inhibe el crecimiento e induce la latencia (Wareing, 1969a; Wareing, 1969b; Wareing y Ryback, 1970) (33,34,35).

En la flor de lirio acuático se ha reportado la presencia de otro derivado del ácido abscísico de estructura carotenoide, la violaxantina (Taylor y Burden, 1970) (36). Además Mannen et al (1965) (37), han reportado el aislamiento de una antocianina de la flor del lirio acuático a la que llamaron Eichhormina.

### 1.2.c Uso Como Acondicionante Del Suelo

El lirio acuático ya se ha utilizado como fertilizante y como "Mulch" (que significa la operación de cubrir las plantas con paja, estiércol, hojas, etc. para protegerlas) para acondicionar suelos de cultivo, obteniéndose resultados de rendimiento muy satisfactorios, los cuales ya han sido reportados en Making aquatic weeds useful, 1976 (38) y por autores como: Dymond, 1949 (39), Mara, 1976, (40), Abou-El-Fadl, et al., 1979 (41), Basak, 1948 (42), Finlow y Melean, 1917 (43); Hortenstine y Parra, 1973 (44); Karim, 1948 (45) Mitra y Banerjee, 1976 (46); Parra y Hortenstine, 1973, (47), Parra y Hortenstine, 1974 (48), Parra y

Hortenstine, 1976 (49), Subramanyam, 1976 (50); Parra, 1975 (51). También ha sido usado como un medio de conservación de la humedad del suelo (Parra y Hortenstine, 1975; Parra 1975) (51, 47).

### 1.3 DESCOMPOSICION Y EFECTOS

El suelo en el medio ambiente terrestre, es en la mayoría de los casos el sitio donde se depositan y actúan los alelopáticos.

Las toxinas del suelo provienen básicamente de las siguientes fuentes:

1. Excreciones de la raíz o lixiviados de las hojas o troncos de las plantas.
2. Residuos acumulados sobre o bajo el suelo.
3. Toxinas elaboradas usualmente por los microorganismos, como producto de su metabolismo o productos intermedios de su acción sobre 1 y 2. (Anaya, 1976) (52)

Mc Calla y Haskins (1964) (53) han concluido que existen gran variedad de compuestos fitotóxicos en los residuos vegetales y en las semillas de muchas plantas y que también los microorganismos del suelo producen sustancias orgánicas que son tóxicas para el crecimiento de muchas plantas. Dependiendo de su naturaleza y su concentración, así como, de la planta sobre la que actúan; las sustancias orgánicas liberadas al medio directa-

mente por las plantas, animales y residuos orgánicos, e indirectamente por la acción de los microorganismos, sobre estos residuos, pueden ser; inocuas, estimulantes o inhibidoras del crecimiento y esto debe tenerse en cuenta durante las prácticas agrícolas.

#### 1.4 OBJETIVOS

En base a lo anterior, los objetivos del presente estudio son: conocer los efectos que tiene la adición de lirio acuático sobre una chinampa, especialmente sobre la productividad de especies cultivadas, la incidencia de malezas en los cultivos, y sobre algunas de las propiedades del suelo.

## II. MATERIALES Y METODOS

Con el objeto de conocer el efecto del lirio acuático (Eichhornia crassipes Mart. Solms.) al ser usado dentro del sistema agrícola de las chinampas; se diseñó un experimento en una chinampa en Xochimilco dentro del Barrio de San Juan. En este experimento se utilizó la metodología de los agricultores de esta zona y se introdujeron, además, variaciones a la técnica original con el objeto de observar, tanto el modo de acción del lirio como la magnitud de su efecto.

Se dividió el terreno en seis parcelas de  $5 \times 1 \text{ m}^2$  los que correspondieron a los seis tratamientos aplicados.

La técnica de cultivo en chinampa (Venegas, C.F.R. 1978) (52) consiste en la preparación de un almácigo con el objeto de asegurar el mayor porcentaje de germinación de las semillas. Este se prepara a la orilla de un canal y mide aproximadamente 1m de ancho por 5m de largo y con una profundidad de 8 cm.

El cieno para la preparación del almácigo se extrae del fondo de los canales; este lodo posee características físicas de textura y densidad real y aparente que lo hacen ideal para manejarlo adecuadamente y seccionarlo.

El instrumento que se utiliza para extraerlo es una pala ancha con un cabo largo (2m aproximadamente), se deposita en una canoa y se limpia de ramas, varas y demás basura, una vez llena la canoa se lleva al sitio en el cual se va a preparar

el almácigo, el lodo se extiende bien procurando uniformizarlo para que el grosor sea homogéneo. Al día siguiente el lodo ya ha perdido gran cantidad de agua por evaporación, quedando a su capacidad de campo y permitiendo ser fraccionado en pequeños cuadritos de 5 cm por lado que se cortan con un cuchillo largo, a cada cuadrito se le hace con el dedo un hoyo en medio y se le pone una o dos semillas, a este proceso se le llama ensemillar; la cantidad de semilla depositada en este experimento fué de una por cuadro. A cada cuadrito con su plántula se le denomina "chapín" mismo que se transplanta posteriormente a una chinampa ya preparada.

Las semillas de prueba para este experimento se seleccionaron por ser hortalizas usualmente sembradas en esta zona y por sus propiedades de rápida germinación y crecimiento. Las especies elegidas fueron: nabo, col, rábano y lechuga; todas provenientes de PRONASE (Productora Nacional de Semillas). Dichas semillas se sembraron en el almácigo el 27 de septiembre de 1977.

Una vez terminado de sembrar todo el almácigo se cubrió con una capa de paja seca (especie no identificada), para evitar la depredación por aves e incluso por roedores, e impedir también una evaporación excesiva de agua.

La chinampa se preparó primeramente removiendo con un azadón el suelo y tratando de dejarlo lo más limpio posible

de malezas, se dejó así por unos días, esperando que perdiera humedad y nuevamente con el azadón se volvió a aflojar dejándolo completamente suelto y poroso.

El terreno entonces, quedó en condiciones de recibir los diferentes tratamientos:

TRATAMIENTO I. LIRIO TOTAL.- Consistió en el uso de la planta completa, utilizada como fertilizante, tal como se aplica en el sistema chinampero.

TRATAMIENTO II. RAIZ DE LIRIO. Consistió en la aplicación de la raíz, el rizoma y el estolón de la planta.

TRATAMIENTO III. PARTE AEREA.- Consistió en la aplicación de la lámina y el peciolo de la planta.

Los tratamientos II y III son modificaciones del I y tienen por objeto determinar el efecto individual de las dos partes en que se dividió al lirio; la parte emergente aérea y la parte sumergida o raíz.

TRATAMIENTO IV. ESTIERCOL DE VACA.- Este tratamiento se aplica comunmente en las chinampas para reforzar al lirio como fertilizante; en este experimento se usó solo, con el fin de conocer su efecto individual sobre el crecimiento de las plantas.

TRATAMIENTO V. FERTILIZANTE MINERAL.- "FLORAPHIL" Composición: 10 unidades de nitrógeno, 10 unidades de fósforo, 5 unidades de

potasio, 2% de sales de magnesio, 1% de sales de manganeso, 1% de sales de zinc, 1% de sales de cobre, 1% de sales de fierro y 0.5% de sales de boro. Este tratamiento tuvo por objeto determinar cual es el efecto de la adición simple de nutrientes al suelo.

TRATAMIENTO VI. TESTIGO.- Este tratamiento no incluyó fertilizante adicional y estuvo destinado a indicar cuales son las condiciones físicas y químicas que el lodo del fondo del canal mezclado con el suelo provee a las plantas.

Una vez que se tuvo la tierra preparada y los tratamientos designados, se procedió a colocar el material vegetal de los tratamientos correspondientes cubriendo la superficie del suelo de la chinampa uniforme y totalmente. El estiércol se adicionó en igual forma que los tratamientos de lirio. El abono mineral se adicionó en proporción de 250 g/m<sup>2</sup> como lo indica el marbete del producto.

Cuando los tratamientos estuvieron listos se dejaron reposar 24 horas después de las cuales se fragmentó el material vegetal y luego se procedió a adicionar lodo hasta cubrir toda la superficie de la chinampa, se dejó evaporar un día más y se transplantaron los chapines, los cuales ya tenían 33 días de haberse sembrado y habían superado el estado de plántula. Este transplante se hizo manualmente y uno por uno.

Los riegos posteriores se hicieron con agua del canal.

Cada parcela se dividió en cuatro secciones iguales cada una destinada a una especie de planta diferente, variando el número de chapines de cada especie de acuerdo a la magnitud de su desarrollo particular; quedando finalmente: de Nabo, 28 chapines (7x4); de lechuga, 28 chapines (7x4) de col, 15 chapines (5x3) y de rábano, 28 chapines (7x4). (figura 1).

El nabo se cosechó el 7 de enero de 1978; el rábano, el 6 de febrero de 1978; la lechuga, el 24 de febrero de 1978 y la col el 28 de febrero de 1978. Al mismo tiempo se recogieron todas aquellas plantas silvestres que crecieron en las parcelas junto con las hortalizas.

Posteriormente, tanto las hortalizas como las malezas se secaron en horno a 80°C durante 3 días, y se obtuvo su peso seco con el cual se calculó su productividad.

El mismo día que se cosechó cada especie se hizo un muestreo superficial representativo del suelo para su análisis posterior.

El tratamiento que se le dió a los suelos fué el siguiente: Se secaron al aire dentro de un invernadero, a una temperatura entre 28 y 30°C y durante 3 días; se tamizaron con un tamiz de 2 mm. y se les hicieron las siguientes determinaciones:

1.- Color en Seco y en Húmedo.- Por comparación con las tablas de Munsell (1975).



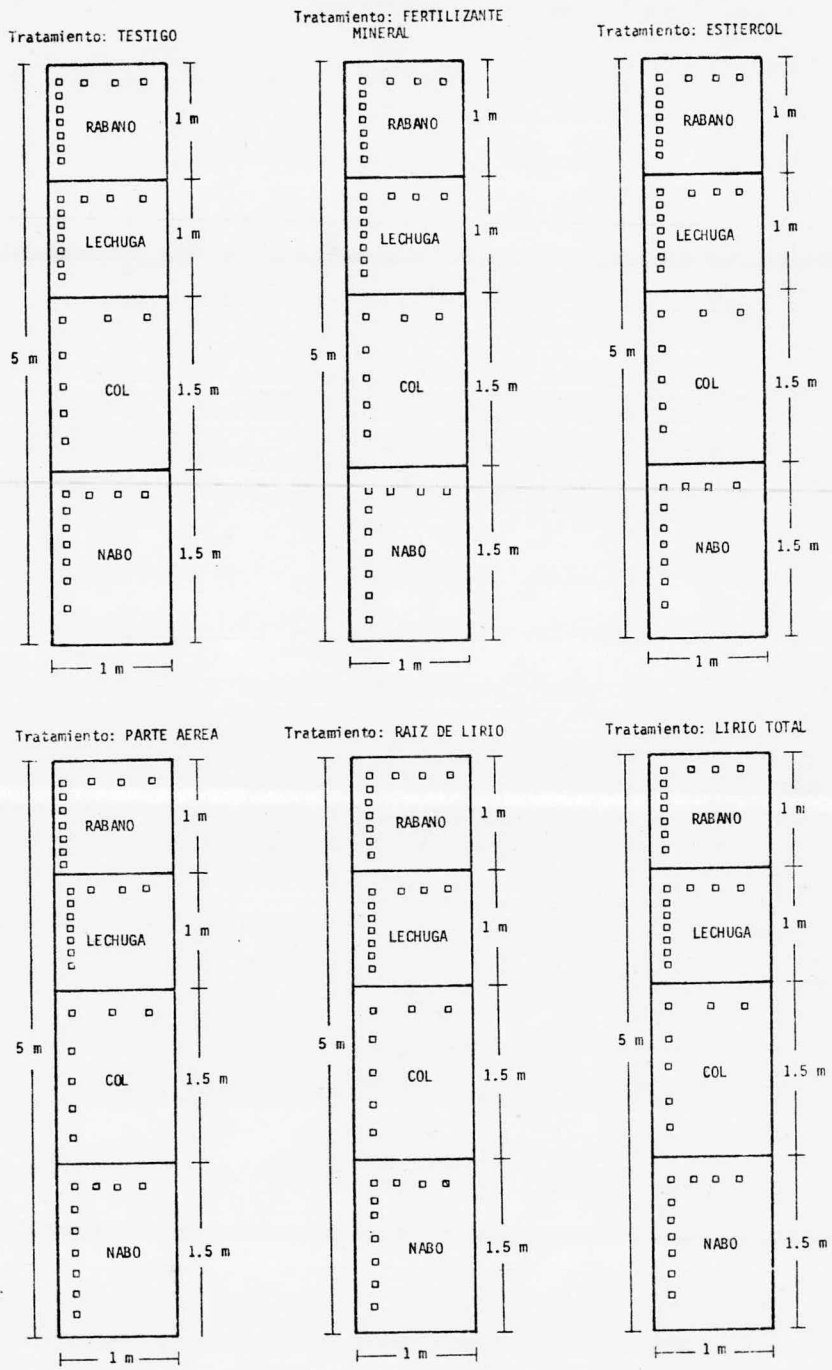


Fig. 1 . Representación esquemática de las parcelas con sus tratamientos y la distribución de las hortalizas sembradas en ellas.

2.- Textura.- Por el método del hidrómetro de Bouyoucos (1963). Que consiste en el análisis mecánico del porcentaje de los tres diferentes tamaños de partículas que constituyen al suelo en base a la consideración de la Tabla Internacional de Clasificación de Suelos.

La prueba se basa en la ecuación de la ley de Stokes para la velocidad de la caída de un cuerpo esférico en un fluido. Hall (1956) capítulos II y IV (53); Richards (Ed) (1973), página 32 (54).

3.- Densidad Aparente.- Por el método de la probeta. La prueba se basa en la eliminación del espacio poroso del suelo con el fin de relacionar la densidad así obtenida con la densidad real y conocer así el porcentaje de espacio poroso en el suelo. Hall (1956), páginas 61-67 (53).

4.- Densidad Real.- Por el método del volumen desplazado. La prueba se basa en el principio de Arquímedes. El volumen de líquido desplazado por un cuerpo es igual al volumen del cuerpo. Hall (1956) páginas 61-67 (53); Richards (Ed) (1973), página 130 (54).

5.- pH en Agua, Proporción 1:2.5. Mediante el uso de un potenciómetro marca Corning, modelo 12; cuyo electrodo de medida es de vidrio y el de referencia es el de Calomel.

La prueba se basa en el efecto que la dilución provoca sobre la disociación de los electrolitos que se encuentran en

exceso en el suelo, dando así una medida de la naturaleza de las bases de cambio en los coloides. Chapman (1973), páginas 149-150 (55); Hall (1956), páginas 152-158, 235-236, 311-317. (53); Jackson (1964), páginas 67-81 (56); Richards (Ed) 1973, páginas 109 (54).

6.- pH en KCl 1.0 N Ajustado a pH = 7.0 En Proporción 1:2.5. Mediante el uso del aparato descrito anteriormente.

La prueba se basa en la eliminación del efecto de la dilución sobre la disociación de los electrolitos en exceso, mediante el uso de una solución salina cuya concentración experimentalmente calculada reproduce las condiciones de humedad de un suelo promedio. Reflejando así el verdadero estado de ionización de los electrolitos en el suelo. C.A. Black (Ed.) (1965) (57). Chapman (1973), páginas 149-150 (55); Jackson (1964), páginas 79 (56); Richards (Ed.) (1973) página 109.(54).

7.- Porcentaje de Materia Orgánica.- Por el método de Walkley (1947) [Modificación de Walkley-Black] . Consiste en la determinación de la materia orgánica activa por oxidación con ácido crómico, en exceso de ácido sulfúrico, titulando por retroceso el exceso de ácido crómico con sulfato ferroso en presencia de indicador de difenilamina. Chapman (1973), página 39 (55); Fischer y Peters (1968), página 489 (58); Hall (1956), páginas 27, 304 (53); Jackson (1964), páginas 282-309 (56); Richards. (Ed.) (1973) página 112. (54)

8.- Contenido de Nitrógeno Total.- Por el método de Kjeldahl. La prueba consiste en la determinación de nitrógeno orgánico mediante su conversión a sulfato de amonio el cual en medio básico se transforma en amoniaco gas, el cual se destila y se recibe en un ácido débil, de donde se titula la sal de amonio que se ha formado, mediante un ácido fuerte valorado. Chapman (1973), página 107 (55); Hall, (1956), página 306 (53) Jackson (1964), páginas 282-309 (56).

9.- Capacidad De Intercambio Cationico Total.- Por extracción con solución de acetato de amonio pH=7, de los cationes intercambiables del suelo los cuales se sustituyen en éste por el ión amonio, el cual se destila posteriormente y se recibe en un ácido débil donde se forma una sal de amonio, la cual se titula con un ácido fuerte valorado. Chapman (1973), páginas 27, 34 (55); Hall (1956), páginas 148-156 (53); Jackson (1964), páginas 91-103 (56); Richards (Ed.) 1973, páginas 107-108 (54).

10.- Fósforo Asimilable.- Por el método de Bray (1945). Consiste en la extracción de la forma asimilable del fósforo en el suelo mediante acetato de sodio pH=4 y la posterior formación del heteropoliácido molibdofosfórico el cual por reducción mediante una sal estanosa, forma el color azul del producto reducido, ácido molibdofosfórico o azul de molibdeno. Chapman (1973) páginas 108 (55); Fischer y Peters (1968), pá-

gina 585 (58); Hall (1956), páginas 158-163; (53) Jackson (1964) 190-237 (56).

11.- Calcio y Magnesio. Por El Método De Diehl (1950).

Consiste en la valoración del calcio con sal disódica de EDTA a pH=12 con indicador de murexida. Por otra parte se valora el Magnesio como calcio más magnesio a pH=10, usando EDTA como titulante y eriocromo negro T como indicador. La diferencia de la segunda valoración y la primera nos proporciona el dato del contenido de Magnesio. Chapman (1973) página 24 (55); Hall (1956) páginas 54-55, 163-164, 255-260 (53); Fischer y Peters (1968) páginas 371-389 (58); Richards (1973), página 100 (54).

12.- Sodio y Potasio.- Por el método de Barnes (1945), Wonder (1942). Este método consiste en la determinación flamométrica del contenido de Sodio y Potasio en una muestra de la pasta de saturación de suelo para determinación de cationes. El aparato usado es un flamómetro Carl Zeiss. Modelo PF 5; se usaron soluciones estandard de referencia en concentración 1mM de NaCl y de KCl, estas sales son grado reactivo de Baker. Chapman (1973) página 132 (55); Jackson (1964), páginas 606-617 (56); Richards (1973), página 102 (54).

13.- Carbonatos. Por el método de Roitmeier (1943). Consiste en una titulación potenciométrica con ácido. Constituye la alcalinidad total del suelo debido a que incluye pequeñas canti-

dades de boratos, fosfatos, silicatos. Chapman (1973) página 26 (55); Hall (1956), páginas 242-251 (53); Jackson (1964), página 354 (56); Richards (1973), página 22 (54).

14.- Cloruros.- Por el método de Roitmeier (1943). Consiste en la titulación con nitrato de plata en presencia de indicador de cromato de potasio y la consecuente precipitación de cloruro de plata; al agotarse el ión cloruro sobreviene la formación de cromato de plata que es un precipitado rojo que indica el fin de la titulación. Chapman (1973) página 71; (55) Jackson (1964), páginas 355-357 (56); Richards (1973), página 68 (54).

Sulfatos.- Por el método de Robinson (1945). Consiste en la determinación gravimétrica de los sulfatos por formación de sulfato de bario precipitado por la adición al medio de cloruro de bario. Chapman (1973), página 122 (55). Fischer y Peters (1968), páginas 164-171 (58), Jackson 1964, páginas 357-364; (56). Richards (1973), páginas 68, 105-106. (54).

### III RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 RESULTADOS

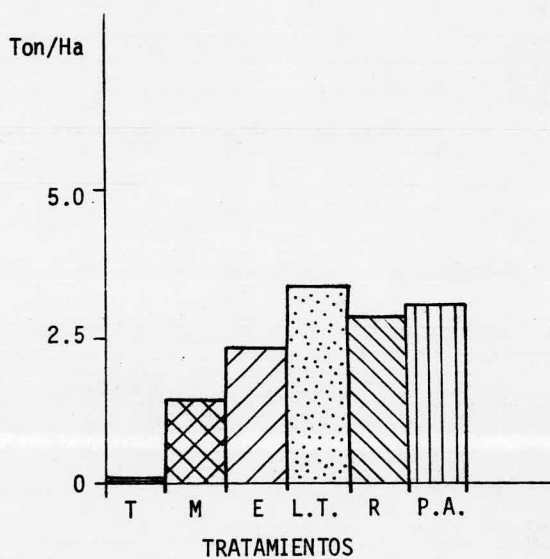
3.1a Resultados obtenidos en las Chinampas. Los resultados que se obtuvieron en las seis Chinampas se encuentran ordenados en los siguientes cuadros y figuras.

Cuadro 1

TRATAMIENTO	NABO	RABANO	LECHUGA	COL	TOTAL
TESTIGO	0.11106	0.109	0.565	0.354	1.139
MINERAL	1.435	0.190	1.075	0.533	3.233
ESTIERCOL	2.303	0.901	3.22	1.766	8.19
LIRIO TOTAL	3.344	1.156	4.523	2.193	11.212
RAIZ	2.864	1.058	4.934	3.541	12.397
PARTE AEREA	3.062	1.913	5.369	2.693	13.07

Productividad de las cuatro especies de hortalizas cultivadas, expresada en toneladas de peso seco por hectárea; en las seis parcelas experimentales.

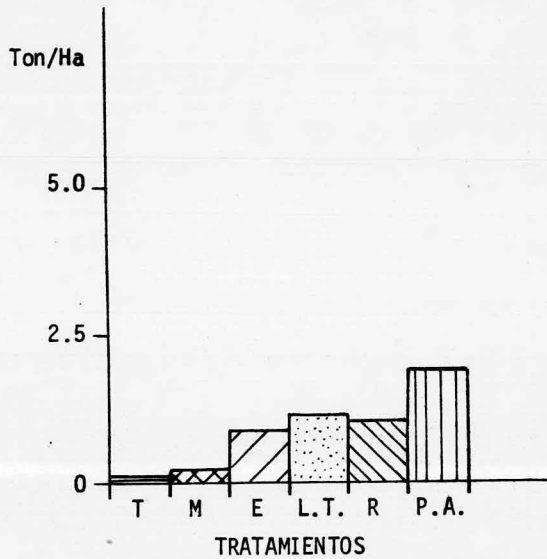
Figura 2.



Representación comparativa de las Productividades del Nabo en los distintos tratamientos, expresados en toneladas de peso seco por hectárea.

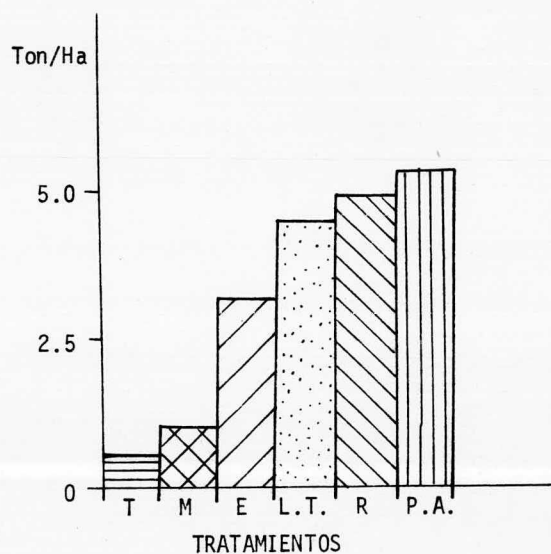


Figura 3.



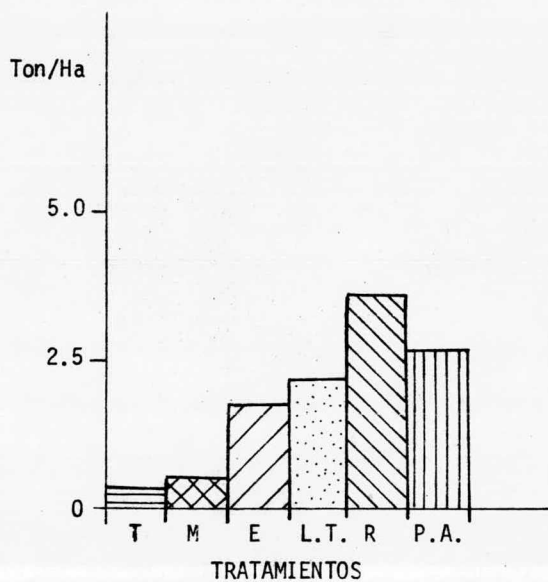
Representación comparativa de las productividades del rábano en los distintos tratamientos, expresados en toneladas de peso seco por hectárea.

Figura 4.



Representación comparativa de las productividades de lechuga en los distintos tratamientos, expresadas en toneladas de peso seco por hectárea.

Figura 5.



Representación comparativa de las productividades de col en los distintos tratamientos, expresados en toneladas de peso seco por hectárea.

Cuadro 2.

TRATAMIENTO	NABO	RABANO	LECHUGA	COL	TOTAL
TESTIGO	0.1733	2.24	2.8	3.33	8.54
MINERAL	0.1733	2.24	3.2	6.0	11.61
ESTIERCOL	0.1733	1.30	1.95	4.33	7.75
LIRIO TOTAL	0.08	1.14	2.8	1.8	5.82
RAIZ	0.2	1.3	3.4	2.66	7.56
PARTE AEREA	0.033	1.1	2.4	1.4	4.93

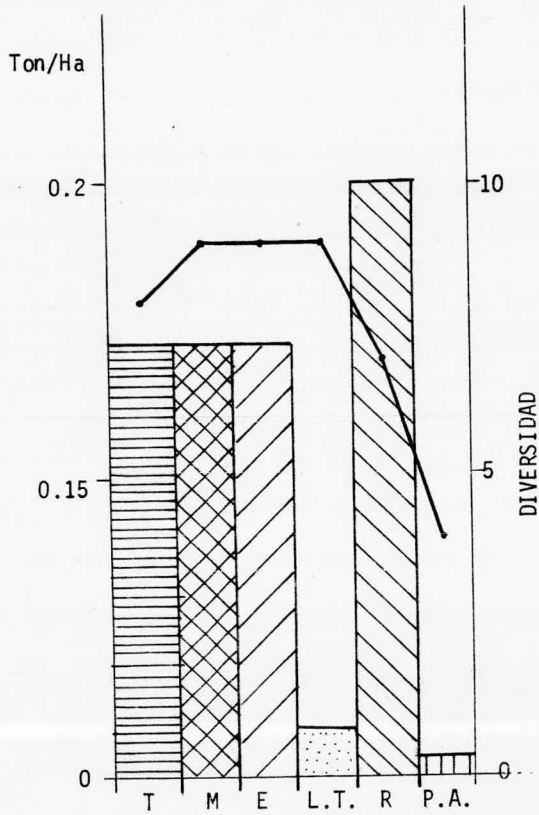
Productividad de las malezas que crecieron en las parcelas de las cuatro especies cultivadas, expresadas en toneladas de peso seco por hectárea.

Cuadro 3

TRATAMIENTO	NABO	RABANO	LECHUGA	COL
TESTIGO	8	14	11	9
MINERAL	9	11	9	8
ESTIERCOL	9	9	14	16
LIRIO TOTAL	9	13	14	14
RAIZ	7	13	12	13
PARTE AEREA	4	12	13	12

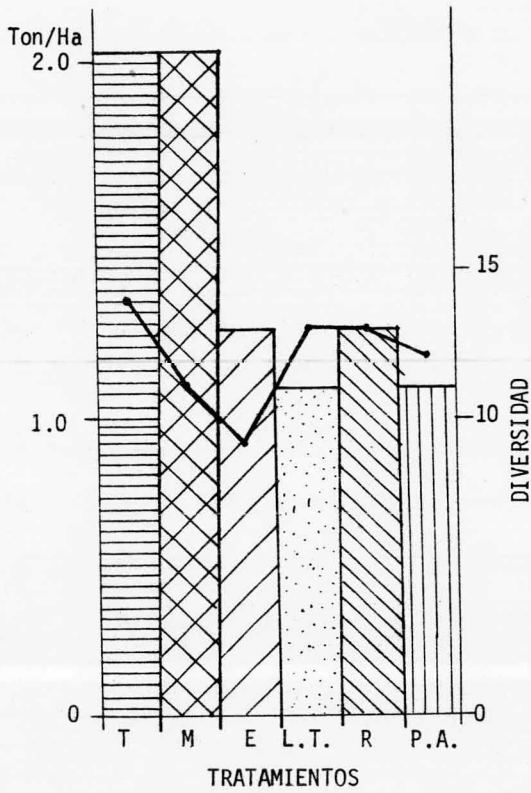
Diversidad de malezas en número de especies, dentro de cada cosecha y para cada tratamiento.

Figura 6.



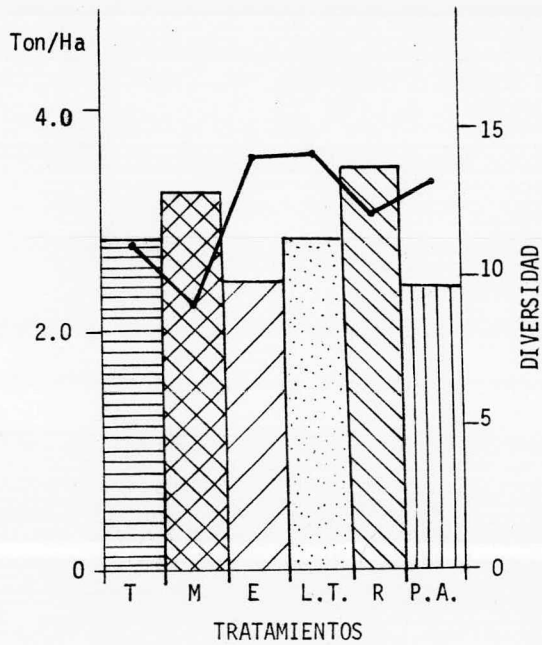
Representación comparativa de la incidencia de malezas, expresada en toneladas de peso seco por hectárea; y la diversidad de las mismas expresada en número de especies diferentes, entre las distintas parcelas de Nabo.

Figura 7.



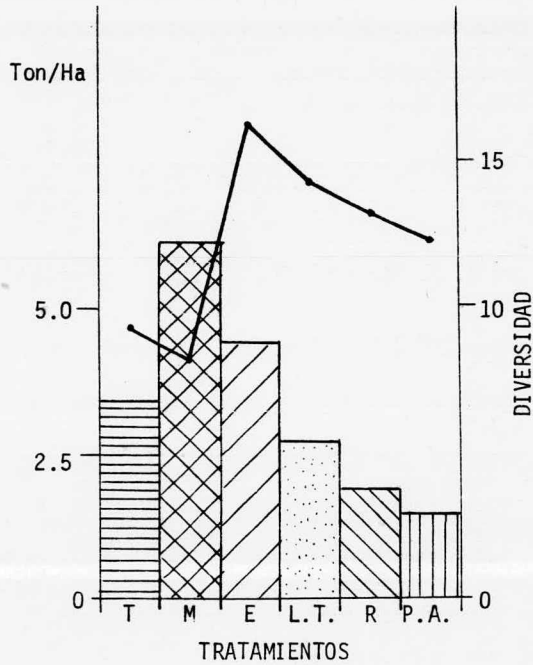
Representación comparativa de la incidencia de malezas, expresada en toneladas de peso seco por hectárea; y la diversidad de las mismas expresada en número de especies diferentes, entre las distintas parcelas de rábano.

Figura 8.



Representación comparativa de la incidencia de malezas, expresada en toneladas de peso seco por hectárea; y la diversidad de las mismas expresada en número de especies diferentes, entre las distintas parcelas de lechuga.

Figura 9.



Representación comparativa de la incidencia de malezas, expresada en toneladas de peso seco por hectárea; y la diversidad de las mismas expresada en número de especies diferentes, entre las distintas parcelas de col.



3.1.b. Resultados obtenidos en el laboratorio.

Los resultados del análisis del suelo se encuentran contenidos en el siguiente cuadro

C U A D R O 4.

TRATAMIENTO	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	I. PRUEBAS FISICAS			CLASIFICACION TEXTURAL	g/cm <sup>3</sup>		ESPACIO POROSO %	II. PRUEBAS FISICOQUIMICAS		III. PRUEBAS QUIMICAS											
			TEXTURA				DENSIDAD APARENTE	DENSIDAD REAL		pH H <sub>2</sub> O 1:2.5	pH KCl 1.0N 1:2.5	MATERIA ORGANICA	NITROGENO TOTAL	RELACION C/N	C.I.C.T.meq/100g	FOSFORO ASIMILABLE p.p.m.	CARBONATOS	CLORUROS	SULFATOS meq/l	CALCIO	MAGNESIO	SODIO	P-P.m. POTASIO
			% ARENA	% LIMO	% ARCILLA																		
LODO SIMPLE DEL FONDO DEL CANAL	10YR5-1-GRIS	2.5Y2-0-NEGRO	88	12	0	ARENA	0.4618	0.7353	62.80	6.35	6.60	33.757	1.12	17.4812	78.01	5.0	25.4745	27.47	38610	25.0	20.0	2.76	0.117
PARCELA TESTIGO	10YR5-1-GRIS	2.5Y2-0-NEGRO	76	16	8	ARENA MIGAJOSA	0.6033	0.685	88.07	7.35	7.20	22.08	0.704	18.193	73.344	70.0	33.4665	49.61	190905	30.0	230.0	23.69	2.145
PARCELA CON FERTILIZANTE MINERAL	10YR5-1-GRIS	2.5Y2-0-NEGRO	56	40	4	MIGAJON ARENOSO	0.5978	0.6896	86.68	7.35	5.70	21.2175	0.754	16.322	69.82	100.0	24.975	54.12	161840.25	33.25	173.0	23.0	3.705
PARCELA CON ESTIERCOL	10YR5-1-GRIS	2.5Y2-0-NEGRO	80	16	4	ARENA MIGAJOSA	0.52127	0.6896	75.59	7.85	7.60	38.09	0.822	26.878	78.20	40.0	18.4815	47.15	93629.25	28.75	66.25	11.845	4.29
PARCELA CON LIRIO TOTAL	10YR5-1-GRIS	2.5Y2-0-NEGRO	76	20	4	ARENA MIGAJOSA	0.5777	0.666	86.74	7.50	7.60	20.9587	0.662	17.346	74.49	60.0	37.4625	37.72	68854.5	30.50	59.5	11.04	2.34
PARCELA CON RAIZ DE LIRIO	10YR5-1-GRIS	2.5Y2-0-NEGRO	40	52	8	MIGAJON LIMOSO	0.5824	0.7299	79.79	7.90	6.90	21.5675	0.671	18.6438	73.60	40.0	22.4775	38.13	103710.75	30.0	87.5	13.455	1.989
PARCELA CON PARTE AEREA DE LIRIO	10YR5-1-GRIS	2.5Y2-0-NEGRO	76	24	0	ARENA MIGAJOSA	0.5879	0.685	85.82	7.65	7.15	20.8293	0.671	18.005	78.08	50.0	43.623	29.11	89446.5	30.0	76.875	12.42	1.755

## 3.2 DISCUSION

### 3.2.a Productividad de las hortalizas.

En forma general, se observó que las chinampas cuyo tratamiento no incluía la enmienda de la estructura del suelo con materia orgánica, no produjeron cosechas satisfactorias si se les compara con las abonadas con material orgánico.

En la Chinampa Testigo, el lodo utilizado es, por si mismo, un producto rico en nutrientes, además de que, al mezclarse con el suelo su pH alcanza un valor de 7.2 que es adecuado para que los nutrientes puedan ser aprovechados; sin embargo dicho aprovechamiento no se verifica debido a que la textura arenosa de este lodo no permite que los nutrientes estén disponibles para las plantas por lo que se obtiene una muy baja productividad en esta parcela. Un perjuicio adicional para el crecimiento de las plantas, fué el efecto nocivo ejercido por el alto contenido de sales en el subsuelo de Xochimilco; el riego eleva la capa freática, dejándola de tal manera, que se forman soluciones saturadas de sales, que debido a la evaporación superficial ascienden por capilaridad y se depositan en la superficie del suelo, creando un medio ambiente tóxico para las plantas.

De esta manera, queda claro, que las deficiencias en productividad tanto del tratamiento testigo como del trata-

miento abonado con nutrientes minerales, se deben tanto, a una deficiente estructura del suelo con todas sus implicaciones; así como, a la toxicidad que el alto contenido de sales acarrea.

Las chinampas abonadas ya sea con estiercol o con lirio acuático resultaron ser más productivas y algunos de los resultados obtenidos en ellas se discuten a continuación:

La chinampa preparada con estiercol muestra valores de productividad mayores que los de la chinampa testigo y la del fertilizante mineral en vista del mejoramiento eventual de la estructura del suelo, que se logra con la descomposición de la materia orgánica; sin embargo las productividades resultan menores que las que se obtuvieron con los tratamientos en los que se usó lirio acuático, lo cual puede deberse, por una parte al pH mayor que tiene la parcela con estiercol, lo que repercute sobre la disponibilidad de los nutrientes, los cuales son considerablemente abundantes en esta chinampa; y por otro lado, la deficiencia de formas rápidamente disponibles de nitrógeno que facilita el desarrollo de microorganismos; esta deficiencia es característica del estiercol.

Es evidente, que en general, todas las chinampas que se enmendaron con lirio acuático ya sea usándolo completo o dividido en sus partes, mostraron un aumento apreciable de la productividad de las cosechas en comparación con los otros

tratamientos. En todos los casos de abonado con lirio acuático, el suelo recibe un mejoramiento eventual en su estructura, el cual se muestra más perdurable en la parcela tratada con raíz; debido al efecto mecánico de enrejado que se logra en este caso; este mejoramiento también es debido en parte, al alto contenido de nitrógeno fácilmente disponible y aprovechable por los microorganismos en el lirio acuático, este hecho ya ha sido reportado anteriormente por Karim (1948).

Existen, sin embargo, diferencias entre estos tres tratamientos con lirio, dependiendo del tipo de hortaliza cosechada, pudiéndose apreciar una ventaja constante en el rendimiento de la parcela abonada con la parte aérea del lirio acuático, mientras las otras dos parcelas muestran diversas diferencias de rendimiento entre las cuatro cosechas de hortalizas.

Las diferencias de productividad observadas, se atribuyen, en parte, a la variación en el pH del suelo que cada tratamiento provoca por si mismo. De esta manera el valor más bajo de pH corresponde a la chinampa abonada con raíz (6.9); mientras que el valor más alto es el del tratamiento con lirio completo (7.6); la chinampa preparada con parte aérea tiene un pH intermedio (7.15). Estas diferencias pueden causar variaciones en la efectividad del trabajo microbiano. Basándose en esto, se puede afirmar que las mejores condiciones en cuanto a pH adecuado para el crecimiento de los microorganismos del suelo, se

encontraban en el tratamiento con parte aérea y finalmente en el tratamiento con raíz.

Por otra parte, el pH también afecta la disponibilidad de los cationes, por lo que su aprovechamiento puede efectuarse más adecuadamente en la parcela con parte aérea del lirio en donde el pH favorece el intercambio de bases en los coloides del suelo.

El valor de pH en un suelo, también determina la formación de compuestos asimilables de fósforo, los cuales son a la vez más estables si el pH se encuentra ligeramente por arriba de la neutralidad; por esta razón se aprecia una superioridad en el contenido de fósforo disponible en la parcela con lirio total, mientras que este valor es el más bajo en la parcela con raíz de lirio.

Ahora bien, si consideramos la eficiencia en el control de la salinidad, ejercida por cada uno de los tratamientos, puede apreciarse la superioridad de la parcela abonada con lirio total, el cual logra un efecto obstaculizante de la evaporación superficial, más efectiva, evitando así la capilaridad de las sales y su posterior cristalización en la superficie del terreno.

Si bien es importante la productividad obtenida en una cosecha con un tratamiento fertilizante, también es de suma importancia el efecto residual que este sea capaz de dejar

al suelo, lo que permitirá una futura utilización de la tierra con un rendimiento aún aceptable. A este respecto, los tratamientos abonados tanto con lirio completo como con su parte aérea son los únicos, que en base a la tabla de resultados podrían ofrecer la posibilidad de una segunda cosecha con buen rendimiento, debido a que sus condiciones de pH permiten el desarrollo de los microorganismos del suelo los cuales harán disponibles los nutrientes restantes del mismo. Este hecho ya ha sido citado por Parra y Hortenstine (1974) (48), quienes han comprobado experimentalmente que para suelos de estructura arenosa y pH cercano a la neutralidad existe un efecto de fertilidad residual del 40%.

### 3.2.b Incidencia de Malezas.

La introducción de malezas en un suelo cultivado va a depender de la eficacia de la dispersión de las especies dominantes en el ecosistema; de las condiciones extremas del suelo; del contenido y especificidad de sustancias alelopáticas en el mismo, de cuya importancia habla Frimmel (1961) (59) y cuya liberación y papel en el suelo se cita en el trabajo de Börner (1960) (60); y finalmente de la competencia entre las mismas malezas y las plantas cultivadas.

El número de malezas que llegó a cada una de las seis parcelas experimentales fué aproximadamente el mismo. Sin

embargo, debido a las diversas condiciones físicas y químicas de cada una de ellas, determinadas por los diferentes tratamientos, se produjo una selección de la cantidad y calidad de las malezas que lograron establecerse y mantenerse dentro de los cultivos. Como ya se mencionó anteriormente, también el tipo de hortaliza sembrada fué importante en la selección y grado de desarrollo de las malezas a medida que el cultivo avanzó.

Haciendo una comparación general de los resultados de diversidad y productividad de malezas en los seis tratamientos, podemos observar, que las parcelas con lirio así como la testigo tienen una diversidad muy semejante, en cambio, la productividad es significativamente distinta. En las tres parcelas con lirio, ésta es mucho más baja a pesar de que las condiciones de fertilidad del suelo son más favorables. En orden decreciente de productividad de malezas encontramos en primer lugar a la parcela con raíz, después la del lirio total y finalmente la de parte aérea. Esto puede deberse principalmente a dos factores:

- 1) En las parcelas con lirio, las hortalizas alcanzaron el máximo desarrollo obtenido en el experimento, esto ocasionó una mayor presión competitiva para las malezas, lo que se traduce en un menor crecimiento de las mismas.
- 2) La descomposición del mismo lirio puede estar determinan-

do una inhibición del crecimiento de las malezas, pues hemos comprobado a través de pruebas biológicas en el laboratorio que los extractos de la parte aérea del lirio tienen efecto inhibidor sobre malezas terrestres y esto podría ser una de las causas del pobre crecimiento de las malezas en esta parcela.

En cambio la parcela con raíz de lirio presentó mayor cantidad de malezas, probablemente porque esta raíz contiene un estimulante de crecimiento probado ya experimentalmente (30 y 31).

La parcela con estiercol tiene una productividad semejante a la de la raíz de lirio, aunque mayor número de especies (fué la más alta). Este tratamiento debe considerarse en forma especial ya que el estiercol contenía gran cantidad de semillas, especialmente gramíneas, provenientes del alimento ingerido por el ganado vacuno. Si las malezas no alcanzaron mayor grado de desarrollo en esta parcela, esto fué debido probablemente a la competencia entre ellas y con las hortalizas que en este tratamiento alcanzaron un buen desarrollo así como al efecto de la creciente salinidad desarrollada en esta parcela.

La parcela con fertilizante inorgánico presentó la menor diversidad de malezas y la mayor productividad de las mismas. Como las malezas son especies oportunistas capaces de crecer en medios ambientes hostiles e inadecuados, lograron muy buen desarrollo en esta parcela debido a:



1) Su resistencia al alto contenido de sales y a las condiciones desfavorables en cuanto a pH, que les permitió un máximo aprovechamiento de los nutrientes disponibles añadidos al suelo.

2) Al mínimo desarrollo de las hortalizas, lo que determinó una débil competencia hacia las malezas.

#### IV. CONCLUSIONES

El lodo que se usa en Xochimilco como suelo para las chinampas, posee una alta capacidad de intercambio total de cationes, aunque las plantas no pueden disponer de ellos debido a la textura arenosa de dicho lodo el cual no posee superficies de intercambio; por otra parte, cuando se coloca en el suelo de Xochimilco para la construcción de las chinampas, se torna completamente inadecuado para el cultivo debido también a que su textura permite una rápida evaporación del agua del suelo y el consecuente afloramiento de las sales a la superficie.

Ahora bien, siempre que se presenta esta problemática en un suelo, se establece el uso de abono orgánico como enmienda.

El lirio acuático, sobre todo como lo usan los chinamperos, asociado con estiercol de vaca, el cual como lo muestran los resultados, es un buen fertilizante por sí mismo; aporta al suelo las propiedades de cohesión y retención de la humedad que necesita; ejerce además, un efecto mecánico de obstrucción a la evaporación con lo que el afloramiento de sales a la superficie del terreno se ve claramente disminuido. Por otra parte, suministra al cultivo una gran cantidad de nutrientes disponibles que aumentan la riqueza del suelo. Si consideramos además, que la parte aérea del li-

rio contiene una substancia con actividad retardadora de la germinación de las semillas de malezas; concluiremos que, para el tipo de suelo de Xochimilco, para la técnica de cultivo en chinampa y para la cosecha de hortalizas; es más efectivo el uso únicamente de la parte aérea del lirio como abono y enmienda del suelo.

En base a los resultados obtenidos en este trabajo, actualmente se practican pruebas biológicas de alelopatía en el laboratorio, tendientes a probar los efectos del lirio acuático sobre la germinación y el crecimiento de semillas de malezas terrestres y de esta manera se pretende llegar al conocimiento del posible mecanismo y las condiciones óptimas de actividad de las sustancias responsables del efecto, que nos conduzcan a optimizar su uso en el sistema agrícola de las chinampas y en la agricultura en general, lo cual constituye una aplicación práctica de los estudios alelopáticos.

## V. LITERATURA CONSULTADA

1. Coe, M.D. 1964. The Chinampas of Mexico. Scientific American Plant Agriculture 4; 30-36
2. West, C. y P. Armillas 1950. Las Chinampas de México. Poesía y Realidad de los "Jardines Flotantes". Cuadernos Americanos 50: 165-182
- ✓3. Sculthorpe, C.D. 1967 The biology of aquatic vascular plants Edward Arnold, London (UK) 610 p
- ✓4. Ponfound, W.T. and T.T. Earle 1948. The biology of the water hyacinth. Ecological Monographs (USA) 18 (4) p. 447- 472.
- ✓5. Solms-Lauback, H. Graf zu. 1898. Pontederiaceae. In: Monographiae Phanerogamarum (Germany) p. 501-535.
- ✓6. Weber, H.J. 1897. The water hyacinth and its relation to navigation in Florida. Bulletin - Division of Botany, USDA (USA) No. 18, p. 1-20.
- ✓7. Boresch, K. 1912. Die Gestalt der Blathtiele der Eichhornia crassipes (Mart.) Solms. in ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren (The morphology of the petiole of Eichhornia crassipes under different environmental conditions) Flora, Jena (Germany) v 104 (3) p. 296-308
- ✓8. Dissogi, L.A. 1974. Some aspects of the biology and control of the waterhyacinth (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms. University of Khartoum (Sudan) 138 p
9. La Garde, R.V. 1930. A Plant that stopped navigation. Misori Botanical Garden Bulletin (USA) No. 18 p. 48-51
- ✓10. Arnold, C.A. 1940. A note on the origin of the lateral roots of E. crassipes (Mart.) Solms. American Journal of Botany (USA) V. 27 (9) p. 728-730.
- ✓11. Agharkar, S.P. and J. Banerji 1930. Studies in the pollination and seed formation of waterhyacinth (Eichhornia speciosa Kunth.) Agricultural Journal (India) V. 25 (4) p. 286-296.

- ✓ 12. Singh, V. 1962. Vascular anatomy of the flower of some species of the Pontederiaceae. Proceedings of the Indian Academy of Science (India) V. 56, p. 339-353.
- ✓ 13. Backer, C.A. 1951. Pontederiaceae, Flora Malesiana (Netherlands) V. 1 (4) p. 255-261.
- ✓ 14. Bock, J.H. 1960. The waterhyacinth in California Madrono (USA) V. 19, p. 281-283.
15. Francois, J. 1964. Observation sur l'heterostylie chez *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. (Observations on heterostylism in *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) Bulletin des Sciences de Academie Royale des Sciences de' Outre-Mer (Belgium) No. 3, p. 501-519.
- ✓ 16. Rao, P.S.J. 1920. Note of the geographic curvature of the inflorescence in *Eichhornia speciosa* Kunth (Water hyacinth). Journal of Indian Botany (India) V-1, p. 217-218.
- ✓ 17. Haigh, J.C. 1936. The propagation of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) by seed tropical Agriculturist (Sri Lanka) Ser. A., V. 12 (2) p. 94-107.
- ✓ 18. Muller, F. Einige 1883. Eigenlumlichkeiten der *Eichhornia crassipes* (Some particulanties of *Eichhornia crassipes*). Kosmos (Germany) v. 13, p. 297-300.
- ✓ 19. Parija, P. 1934 Physiological investigations on water' hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Orissa with notes on some other aquatic weeds. Indian Journal of Agricultural Sciences (India) v. 4 (3) p. 399-429.
- ✓ 20. Robertson, H.F. and B.A. Thein 1932 The ocurrence of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* Solms.) seedlings under natural conditions in Burma. Agriculture and Livestock India (India) V. 2 (4) p. 383-390
21. Boyd, C.E. 1969 The nutritive value of three species of water weeds. Economic Botany (USA) v. 23 (2) p. 123-127.
22. Little, E.C.S. and I.E. Henson. 1967 The water content of some important tropical water weeds PANS. Pest Articles and Neus Summaries Section C, Weed control (U.K.) v. 13 (3) p. 223-227.
- ✓ 23. Gosselt, D.R. and W.E. Norris 1971 Relationship between

nutrient availability and content of nitrogen and phosphorous in tissues of the aquatic macrophyte. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. *Hydrobiologia* (Netherlands) V. 38, p. 15-28.

- ✓ 24. Boyd, C.E. and E. Scarsbrook 1975. Influence of nutrient additions and initial density of plants on production of waterhyacinth *Eichhornia crassipes*. *Aquatic Botany* (Netherlands) V. 1 (3) p. 253-261.
- ✓ 25. Duningan, E.P.; R.A. Phelan y Z.H. Shamsuddin 1975. Use of water hyacinth to remove nitrogen and phosphorous from eutrophic waters. *Hyacinth Control Journal* (USA) V. 13, p. 59-61.
- ✓ 26. Taylor, K.G. and R.C. Robbins 1968. The amino acid composition of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and its value as a protein supplement *Hyacinth. Control Journal* (USA). V. 7, p. 24-25.
- ✓ 27. Osman, H.E. et al. 1975. Studies on the nutritive value of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) In OBOID, M. (ed) *Aquatic weeds in the Sudan National Council for Research, Khartoum* (Sudan) p. 104-127.
- ✓ 28. Boyd, C.E. 1968. Evaluation of some aquatic weeds as possible foodstuffs. *Hyacinth Control* (USA) V. 7, p. 26-27.
- ✓ 29. Boyd, C.E. 1970. Utilization of aquatic plants In: Mitchell D.S. (ed.) *Aquatic vegetation and its use and control*. UNESCO, Paris (France) p. 42-44.
- ✓ 30. Mukherjee, R.K; Arati Bhanja; P. Roy Burman and S.M. Sircar 1964 Presence of bound auxin in the roots of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) (University of Calcuta). *Bull Botan. Soc. Bengal* 18 (1-2) 87-90.
- ✓ 31. Sumara Ganguly and S.M. Sircar 1964. Cell growth and metabolism of pea (*Pisium sativum*) internodes as affected by the growth substances from the root of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) (University of Calcutta). *Bull Botan Soc. Bengal* 18 (1-2) 86-6.
32. Stuart, K.L. and L.B. Coke 1975. The Effect of Vomifoliol on stomatal aperture. *Planta* (Berl.) 122, 307-310.
33. Wareing, P.F. 1969. Germination and dormancy In "The Physiology of Plant Growth and Development" (M.B. Wilkins,

ed.), p.p. 605-644. Mc. Graw-Hill, New York.

34. Wareing, P.F. 1969 The control of bud dormancy in seed plants Symp. Soc. Exp. Biol. 23, 241-262.
35. Wareing, P.F. and Ryback 1970. Abscisic acid: A newly discovered growth-regulating substance in plants. Endeavour 29, 84-88.
36. Taylor, H.F., and R.S. Burden 1970. Identification of plant growth inhibitors produced by photolysis of violaxanthin. Phytochemistry 9, 2217-2223.
37. Mannen, Shibata, Kimiko Yamazaki and Nariyuki Ishikura 1965 (Univ. Toyana, Japan). Botan Mag. (Tokyo) 78 (Aug-Sept), 299-305 Eng. Eichhormin, a new anthocyanin isolated from flower of water hyacinth.
38. Making aquatic weeds useful: Some perspectives for developing countries, 1976: Report of an ad hoc panel of the Advisory Committee on Technology Innovation Board on Science and Technology for International Development Commission on International Relations National Academy of Sciences, Washington (USA) 175 p. 6.
39. Dymond, G.C. 1949: The water-hyacinth, a cinderella of the plant world, In: Soil fertility and sewage. London (UK) p. 221-227.
40. Mara, M.J., 1976 Estimated values for selected water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) by products. Economic Botany (USA) V. 30 (4) p. 383-387.
41. Abou-El-Padl, M., et al; 1970. Utilization of water-hyacinth as an organic manure with special reference to water-borne helruinths. Journal of Microbiology (Egypt) No. 3, p. 27-34.
42. Basak, M.N.; 1948. Waterhyacinth compost. Department of Agriculture of West Bengal. Bulletin (India) 14 p.
43. Finlow, R.S., and K. Melean 1917. Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and its value as a fertilizer Government Printing, Calcutta (India) 16 p.
44. Hortenstine, C.C., and J.V. Parra, 1973. Water hyacinths as a soil amendment and source of plant nutrients. In:

Abstracts of the Meeting of the Weed Science Society of  
América, Atlanta, Georgia (USA) p. 37

45. Karim, A. 1948. Microbiological decomposition of water hyacinth. Soil Science (USA) V. 66 p. 401-416.
46. Mitra, E., and Banerjee, A.C. 1976. Utilization of higher aquatic plants in fishery waters. In: Aquatic weeds in S.E. Asia. Proceedings of a regional seminar on noxious aquatic vegetation. New Delhi, 1973. W. Junk, The Hague (Netherlands) p. 375-381.
47. Parra, J.V., and C.C. Hortenstine 1973. Plant nutritional value of dried water hyacinth Florida Agricultural Experiment Station Journal Series No. 00. University of Florida, Gainesville, Florida, Gainesville.
48. Parra, J.V., and C.C. Hortenstine May 1974. Plant nutritional content of some Florida water hyacinth and response by pearl millet to incorporation of water hyacinths in three soil types. Hyacinth Control Journal (USA) V. 12, p. 85-90.
49. Parra, J.V., and C.C. Hortenstine, 1976. Response by pearl millet to soil incorporation of waterhyacint. Journal of Aquatic Plant. Management. (USA) V. 14, p. 7-8.
50. Subramanyam, T.K. 1976, Use of water water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in rice production. International Rice. Commission Newsletter. (FAO/IRC) V. 25 (1-2) p. 49.
51. Parra, J.V. 1975. The use of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) as a soil amendment and source of plant nutrients. Dissertation Abstracts International; Section B - Physical Sciences and Technology (USA) V. 36 (2) p. 1016-1017.
52. Anaya, L. A.L. 1976. Estudio sobre el potencial alelopático de algunas plantas secundarias de una zona cálida húmeda de México. Tesis Doctoral, Fac. de Ciencias, U.N.A.M.
53. Mc Calla, T.M. y F.A. Haskinl. 1974. Phytotoxic substances from soil microorganism and crop residues. Bact. Rev. 28 (2): 181-207.
54. Venegas, C.F.R. (1978). Las chinampas de Misquic. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias, U.N.A.M. p. 1-41.



55. Hall, A.D. 1956. Estudio científico del suelo. Ed. Aguilar, S.A. Madrid.
56. Richards, L.A. (Ed.) 1973. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa, México.
57. Chapman, H.D. y P.F. Pratt 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Ed. Trillas, México.
58. Jackson M.L. 1964. Análisi químico de suelos. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España.
59. Black C.A. (Ed.) 1965. Methods of soil analysis Part. 2. chemical and Microbiological Properties Number 9 in the series Agronomy American Society of Aqronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA.
60. Fischer, R.B., D.G. Peters. 1970. Análisis químico cuantitativo. Ed. Interamericana, S.A.
61. Frimmel, Von G. 1961. Importance of germination inhibition of substances in soils. Bodenkultur 12: 116-122.
62. Börner, H. 1960. Liberation of organic substances from higher plants and their role in the soil sickness problem. Bot. Rev. 26, 393-424.