

99 ~~29~~  
29'



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

*Medición de algunos parámetros del ciclo de vida  
de Ipomoea purpurea (Convolvulaceae)  
en relación al tipo de suelo.*

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
B I O L Ó G O  
P R E S E N T A:  
MELCHOR MACIEL MAGAÑA

México, D. F.

1994

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.

## AGRADECIMIENTOS

*Al jurado integrado por la Dra. Judith Márquez Guzmán, el M. en C. Nicolás Aguilera Herrera, la M. en C. Alicia E. Brechú Franco, a la Biol. Lourdes López Curto y a la Biol. Claudia Vallejo Albarrán, por la revisión y sugerencias a este trabajo.*

*A mi directora de tesis, Dra. Judith Márquez Guzmán, por su paciencia y apoyo mostrado a lo largo de este trabajo.*

*A la M. en C. Alicia E. Brechú Franco, por su gran colaboración en los aspectos estadísticos, de este trabajo.*

*A la Biol. Claudia Vallejo Albarrán, por el apoyo brindado en la realización de los análisis de los suelos.*

*A la Dra. Margarita Ponce Salazar por la aportación del material (semillas de L. purpurea) para la realización del experimento.*

*A esos seres,  
que me concibieron en un momento sublime,  
y que con sus hechos me enseñaron  
el camino del trabajo,  
de la constancia, del respeto,  
de la honestidad y ante todo  
el cariño por la naturaleza.*

*MIS PADRES*

*A todos mis hermanos,  
porque supieron aquilatar  
el apoyo y cariño de mis padres  
y mediante sus estudios y  
trabajo han logrado  
ser personas de bien,  
sirviéndome como ejemplos a seguir;  
en especial a ti Venus.*

*A la memoria de esa flor  
que se nos adelanto en el camino,  
no sin antes dejar huella  
por su gran tenacidad y rectitud  
en todas las actividades de su vida;  
reflejándose esto, en el pequeño  
retoño que nos dejó.*

*Mi hermana Xochitl*

*Al Deporte, por ser una actividad  
muy importante a lo largo de mi  
existencia; que me ha servido de apoyo  
y me ha templado el carácter para  
poder resolver las dificultades de la vida,  
muy especialmente al Basquet-bol.*

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| Resumen .....   | 1  |
| Introducción .....  | 2  |
| Objetivo General .....  | 3  |
| Objetivos Particulares .....                                      | 3  |
| Antecedentes  |    |
| Suelos .....  | 4  |
| Los suelos de México .....  | 4  |
| Suelos en la región Xochimilco- Tláhuac.....                      | 6  |
| Relación planta-suelo .....                                       | 9  |
| Los nutrientes vegetales .....                                    | 10 |
| Arvences .....  | 12 |
| Familia Convolvulaceae .....                                      | 12 |
| Género <i>Ipomoea</i> .....                                       | 13 |
| Descripción botánica de <i>I. purpurea</i> .....                  | 13 |
| Material y método   |    |
| Obtención del material biológico .....                            | 15 |
| Pruebas estadísticas .....  | 18 |
| Diseño estadístico .....  | 19 |
| Modelos estadísticos .....  | 19 |
| Análisis de suelos .....  | 21 |
| Resultados  |    |
| Longitud de plantas y número de hojas .....                       | 23 |
| Número de hojas definitivas .....                                 | 27 |
| Longitud promedio de las primeras 5 hojas<br>definitivas .....    | 31 |
| Botones, flores, frutos, semillas por planta<br>y por fruto ..... | 34 |
| Longitud y peso promedio de las semillas .....                    | 37 |
| Peso seco de las plantas .....                                    | 42 |
| Porcentaje de germinación .....                                   | 46 |
| Vigor .....   | 48 |
| Análisis de suelos .....  | 52 |
| Discusión .....   | 58 |
| Bibliografía .....  | 64 |

## RESUMEN

*En este trabajo se estudió el efecto de seis diferentes suelos, sobre el comportamiento vegetativo y reproductivo de Ipomoea purpurea (Convolvulaceae), enredadera de vegetación secundaria encontrada en los campos de cultivo de maíz.*

*Los suelos estudiados se obtuvieron de Chinampas de Tláhuac, Xochimilco, Tulyehualco y de terrenos de cultivo de San Pedro Atocpan, así como suelo Compuesto formado por 50% de tierra negra y 50% de tierra de hoja.*

*Las semillas de Ipomoea purpurea fueron cosechadas directamente de las plantas madre, en el mes de mayo de 1991.*

*Los parámetros estudiados fueron longitud de tallo, número de hojas, longitud promedio de las primeras cinco hojas definitivas, peso seco de las plantas, vigor de las plántulas, número de botones florales, número de flores, número de frutos, número de semillas por planta, número de semillas por fruto y el porcentaje de germinación de las semillas.*

*Los resultados obtenidos con respecto al análisis de los suelos indican la presencia de sales y sodio. El primer conjunto caracterizado por los suelos salino-sódicos está constituido por los suelos de Tláhuac I, Tláhuac II y Tulyehualco; el otro conjunto está formado por los suelos de Xochimilco, Atocpan y Compuesto estos dos últimos considerados suelos normales y el primero como suelo salino, con un alto contenido de materia orgánica que modifica su comportamiento.*

*El análisis estadístico indicó que la respuesta de las plantas de Ipomoea purpurea la podemos agrupar en dos conjuntos que coinciden con los de los suelos expuestos en el párrafo anterior.*

*Los suelos salino-sódicos no permitieron el desarrollo vegetativo de las plantas y ninguna de ellas alcanzó la etapa reproductiva.*

*Se obtuvo un buen crecimiento vegetativo y reproductivo en los suelos de Xochimilco, Atocpan y Compuesto, siendo el más favorable el de Atocpan.*

*Es importante aclarar que este experimento se realizó fuera de la temporada natural del ciclo de vida de Ipomoea purpurea.*

## INTRODUCCION

*Ipomoea purpurea es una enredadera anual perteneciente a la familia Convolvulaceae, está considerada como una arvense que crece en los cultivos de maíz y frijol afectando su crecimiento al establecer una competencia por luz, nutrientes, agua, espacio y otros requerimientos para el crecimiento, además su hábitat trepador las hace enredarse sobre otras plantas. En el maíz al aprisionar las mazorcas jóvenes impide el llenado de los granos.*

*Los daños que causan a los cultivos se traducen en bajas considerables en los rendimientos y en la calidad aumentando los costos de producción. (Agundis, 1984)*

*En el Valle de México las primeras plántulas de Ipomoea purpurea aparecen en abril continuando su emergencia en los meses de mayo y junio. Florece durante la temporada de julio y agosto.*

*Las semillas inmaduras se producen entre agosto y septiembre y las semillas maduras sin deshidratar en los meses de septiembre a octubre. De octubre a diciembre las cápsulas (frutos) se secan, se abren y se dispersan de 5 a 6 semillas deshidratadas. (Ponce-Salazar, 1986)*

*Esta arvense, como muchas otras, posee ciertas adaptaciones que le permite competir con éxito con el cultivo al que infestan como son: germinación sincrónica de una parte de la población, gran producción de semillas y un rápido establecimiento y crecimiento de la plántula. Estos mecanismos adaptativos se ven influenciados por el tamaño de los cotiledones, el índice de producción de hojas y el tamaño de las hojas primarias, características que son importantes para un rápido establecimiento de la superficie fotosintética y la producción de sombra sobre los organismos que aún no están totalmente establecidos. (Weaver y Riley, 1982)*

*El suelo donde crece un cultivo, sufre distintas modificaciones como la remoción de sus estratos superficiales (barbecho), algunas veces riego y además en ocasiones el agregado de fertilizantes, herbicidas e insecticidas. Esto ocasiona una composición física y química del suelo que pudiera favorecer el crecimiento de las arvenses:*

*Los estudios con respecto a la influencia de las características físicas y químicas del suelo sobre el crecimiento, floración y fructificación de las plantas se han realizado en cultivos de interés económico para el hombre, sin embargo, estudios de este tipo para arvenses no existen.*

*Considerando que el estudio de la influencia del suelo sobre el ciclo de vida de una arvense pudiera generar conocimientos para su control, el propósito de este trabajo fue observar y cuantificar distintos parámetros del ciclo de vida de Ipomoea purpurea cuando crece en 6 diferentes suelos con características físicas y químicas contrastantes.*



## **OBJETIVO GENERAL**

*Conocer como afectan seis diferentes suelos el desarrollo vegetativo y reproductivo de Ipomoea purpurea (Convolvulaceae).*

### **Objetivos Particulares:**

- I) Realizar los análisis físico-químicos de los seis suelos diferentes: Tláhuac I, Tláhuac II, Xochimilco, Tulyehualco, Compuesto y Atocpan.*
- II) Conocer el efecto del suelo en el desarrollo vegetativo; analizando los siguientes parámetros: a) Longitud del tallo, b) Número de hojas, c) longitud promedio de las primeras cinco hojas definitivas, d) peso seco de las plantas, e) vigor de las plántulas.*
- III) Conocer el efecto del suelo en el desarrollo reproductivo; analizando: a) Número de botones florales, b) número de flores, c) número de frutos, d) número de semillas por planta e) número de semillas por fruto y f) porcentaje de germinación de las semillas.*

## **ANTECEDENTES**

### **SUELOS.**

*El suelo es un medio natural para el desarrollo de las plantas, proporciona nutrimentos para las plantas en desarrollo y éstas elaboran pienso para los animales y alimentos y fibras para el hombre.*

*Sin el sustento del suelo sería imposible la subsistencia de plantas microscópicas y macroscópicas y del mundo animal dentro del cual habita el hombre. Algunos suelos son productivos por naturaleza y mantienen cultivos abundantes de gran valor con muy poco esfuerzo humano.*

*Una delgada capa de suelo cubre la mayor parte de la superficie terrestre, esta capa, cuyo espesor varía entre unos centímetros y dos o más metros, puede parecer insignificante comparada con la masa de nuestro planeta. Sin embargo, en esos pocos centímetros, los reinos vegetal y animal se encuentran con el mundo mineral y establecen con él una relación dinámica. Los vegetales obtienen del suelo el agua y los nutrientes esenciales y de aquéllos depende la vida de los animales. La vida es esencial para el suelo y el suelo para la vida. (Thompson, 1982)*

*Los suelos desarrollan capas distintas a diversas profundidades bajo la superficie. Una sección vertical para exponer la disposición de sus capas, recibe el nombre de perfil. La capa superior es el horizonte A o suelo superficial y suele ser más rica en materia orgánica y de color más oscuro que las inferiores.*

*La roca madre, el clima, los organismos vivos, la topografía y el tiempo se consideran factores en la formación del suelo. Cada suelo resulta de la acción de estos factores. Existen miles de suelos distintos porque los diferentes tipos e intensidades de aquellos factores pueden combinarse también en miles de formas diversas. Cada combinación produce un suelo distinto, con sus propiedades peculiares y únicas. (Thompson, 1982)*

### **LOS SUELOS EN MEXICO.**

*Las regiones más representativas de la superficie del país corresponden a zonas áridas y semiáridas las cuales ocupan cerca del sesenta y cinco por ciento del total del territorio nacional y el cuarenta por ciento de la superficie mundial. En las zonas áridas y semiáridas de México se incluyen los suelos del Orden Aridisol con dos subórdenes: los Orthids y los Argids y con nueve grandes grupos de suelos asociados. Por otro lado están los suelos de las regiones tropicales húmedos y subhúmedos de los Estados de Tabasco, Chiapas, Veracruz, Yucatán donde*

se incluyen a los Ultisoles, Alfisoles, Vertisoles e Inceptisoles. También se encuentran representados ampliamente en nuestro país los suelos de Ando (Andisoles) los cuales están bien caracterizados tanto en zonas templadas como en zonas tropicales. (Aguilera, 1987-1991)

Existen varias clasificaciones de los suelos importantes, en el mundo como la Rusa, Séptima aproximación USDA, FAO-UNESCO, Francesa, Canadiense y otras. Los tipos de suelos mencionados anteriormente corresponden a la Clasificación 7a. aproximación USDA que fue usada primero por Aguilera (1961) en estudios edáficos de las zonas templadas, frías, húmedas, tropicales, subtropicales, semiáridas y áridas del país.

*A continuación se mencionan algunas características importantes de estos suelos:*

**VERTISOLES.** Son suelos que se localizan en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa. Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen durante la época de sequía. Son suelos en donde se produce la mayor parte de la caña de azúcar, así como el arroz y sorgo.

**INCEPTISOLES.** Suelos en fase temprana de desarrollo que no presentan acumulaciones de arcilla significativas; son buenos suelos agrícolas y de pastoreo.

**ARIDISOLES.** Suelos de regiones áridas. Son de colores claros y, la mayoría de ellos presentan reacción alcalina. La vegetación es escasa, generalmente matorrales y pastizales; con poca materia orgánica, su uso más común es el pastoreo.

**ALFISOLES.** Suelos con horizonte A de color claro o medianamente oscuro y con acumulación significativa de arcilla en el horizonte B<sup>1</sup>. La mayoría de los Alfisoles se forman bajo vegetación forestal. Son suelos desarrollados de zonas tropicales, subtropicales y templadas.

**ANDISOLES.** Para los suelos derivados de cenizas volcánicas, actualmente Smith (1984) propone el nuevo orden Andisol. En México se distribuyen en casi la totalidad de la Sierra Madre Oriental, Occidental y, todo el eje Neovolcánico, ocupando grandes extensiones en los Estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Distrito Federal y en menor proporción en los Estados de Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Querétaro, Morelos, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. (Aguilera, 1989)

---

<sup>1</sup> El horizonte B (iluvial) incluye las capas en las cuales tiene lugar la sedimentación proveniente de las capas superiores y a veces de las inferiores.

El horizonte C o material parental, se ve menos meteorizado y es comúnmente similar al material que forman los horizontes A y B. (Aguilera, 1989)

**ULTISOLES.** Son suelos intensamente meteorizados, formados en regiones cálidas y húmedas bajo vegetación forestal. Exhiben colores más rojos y menos fertilidad que los alfisoles. Se usan en agricultura nómada o en forma extensiva con la aplicación de grandes fertilizantes. Se cultivan en ellos frutales, caña de azúcar, plátano, café, pastizales naturales tropicales e inducidos.

**OXISOLES.** Los oxisoles no se encuentran bien caracterizados en nuestro país, aunque pueden encontrarse en zonas aisladas de algunos Estados del sur de México.

**HISTOSOLES.** Suelos dominados por materiales orgánicos, se forman en condiciones húmedas o frías. Se les usa principalmente para cultivos horticolas, bien manejados producen muy altos rendimientos. En México existen pequeñas áreas de ellos en los Estados de Chiapas y Tabasco.

Las chinampas de Xochimilco no se considera que tengan una evolución morfo genética de los Histosoles, se trata más bien de suelos antrópicos debido al constante reciclaje de material de cieno (agua-lodo) hacia la superficie durante tres a cinco ocasiones durante el año.

Desde 1957 el lago de Xochimilco recibe una descarga de aguas residuales mal tratadas procedentes de la planta tratadora del Cerro de la Estrella. En el diagnóstico de estos suelos se han estudiado más de 120 sitios de reconocimiento en los diferentes pueblos chinamperos. (Aguilera, 1987)

## **SUELOS EN LA REGION XOCHIMILCO-TLAHUAC.**

Las delegaciones de Xochimilco y Tláhuac, incluyen a las áreas lacustres o ciénegas y de chinampas dentro de los límites de conservación ecológica en los que en teoría están severamente limitadas a las posibilidades de desarrollo humano. En diciembre de 1988 se declara a Xochimilco como Patrimonio Mundial de la Humanidad por lo que se tiene la obligación de proteger, conservar y rehabilitar estos sitios. (Jiménez-Osorio, 1990)

En la delegación de Xochimilco existen suelos de origen volcánico y de origen aluvial lacustre. Los primeros se localizan en toda la parte sur de la delegación, colindan con las serranías del Chichinautzín y Ajusco-Cuatzín; tradicionalmente han sido llamadas "tierras altas", se caracterizan por ser de textura migajón-arenosa, presentar colores que van de pardo a negro, de reacción de suelo ligeramente alcalino, son pobres en materia orgánica, sales solubles, N y P; en general son ricos en  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  y  $K^{+}$ .

Los suelos de origen aluvial lacustre se localizan en las zonas más bajas de la región y constituyen la llanura producto del acarreo y depósito de material intemperizado de las partes altas colindantes. El acarreo de materiales se acentúa por la inclinación sur-norte que existe en la zona.

*En la llanura lacustre se localiza la zona chinampera que desde épocas prehispánicas dieron gran colorido al lago de Xochimilco. Los suelos que forman las chinampas en la zona lacustre son de origen antrópico por lo que se les considera Antroposoles. (Aguilera, 1987)*

*Estos suelos presentan colores que van del pardo claro al negro, su textura es predominantemente arcillosa o franca, el pH es alcalino, son ricos en materia orgánica, N, P y K. También se han detectado altas concentraciones de sales solubles y sodio, por lo que se les ha considerado según USDA como suelos salinos y salino-sódicos.*

*Según algunos especialistas las chinampas surgieron unos 200 años a. C. en forma limitada; otros lo consideran como un fenómeno más tardío, y lo sitúan hacia el año 800 d. C. Lo que es un hecho es que el apogeo de la expansión de las chinampas tuvo lugar entre 1400 y 1600 d.C. (Jiménez-Osorio, 1990)*

*Es probable que la construcción de las chinampas de Xochimilco haya sido realizada por los Teotihuacanos ya que la orientación de la red de los canales de Xochimilco tienen mucha similitud con la orientación de las calles de la antigua ciudad de Teotihuacán.*

*Cualquiera que haya sido su origen, desde el punto de vista agrícola se trata del agroecosistema sostenible más diverso y productivo que se conoce hasta la fecha. Este sistema, el cual ha sido largamente practicado inicialmente (en los márgenes del lago), fue uno de los métodos más intensivos y productivos que se hayan ideado. (Coe, 1971)*

*El agua tratada que llega a los canales contienen compuestos orgánicos de lenta biodegradación, sales, bacterias y otros microorganismos patógenos. Esto ha provocado la salinización del suelo y pérdida de fertilidad, así como también ha contribuido a la presencia de plagas y enfermedades tanto de la flora como de la fauna, incluyendo al hombre. (Jiménez-Osorio, 1990)*

*Todos los suelos poseen sales, sin embargo, cuando estas aumentan en concentración y restringen el desarrollo normal de los vegetales, se dice que se trata de un suelo salino. (Aceves, 1981)*

*El contenido de sales, arriba del cual el crecimiento de las plantas es alterado, depende de ciertos factores; entre los cuales cabe mencionar la textura, la distribución de las sales en el perfil, la composición química de las sales y la especie vegetal (Allison, 1982). Se considera que por arriba de un 1% de sales en el suelo, las plantas se ven afectadas desfavorablemente. (Kerney-Scofield, 1936)*

*En los suelos salinos, es más frecuente que las sales no se generen in situ, sino más bien son acarreadas de otras áreas que las contenían disueltas en las aguas superficiales y/o subterráneas. El agua con sales asciende por capilaridad hasta la superficie de los suelos donde se evapora, y se acumulan, evento conocido como eluviación de sales. (Aceves, 1981) citado por Vallejo, 1992.*

La salinización de los suelos involucra dos aspectos, el primero de ellos es el referido a aquellos suelos salinos producto de eventos naturales, originados por un drenaje deficiente y como consecuencia de su topografía, geología y clima. La baja permeabilidad impide el libre movimiento del agua, una estructura desfavorable, presencia de estratos endurecidos o una textura pesada, son causas de un drenaje deficiente. También la salinización puede propiciarse por el uso, e inadecuado manejo de las aguas de riego o incontrolada fertilización, creando extensas zonas de cultivo con problemas de baja producción, cuando estas son las causas de la salinización se dice que ésta es artificial; sin embargo cualquiera que sean sus causas estos suelos requieren de una práctica y técnicas de manejo adecuadas. (Vallejo, 1992)

Según el Departamento de Salinidad de los Estados Unidos (USDA, 1982) se pueden reconocer tres suelos salinos y alcalinos con características y problemáticas muy particulares; los suelos con elevadas concentraciones de sales solubles, referidos como suelos sódicos y aquellos que poseen elevadas concentraciones tanto de sales como de sodio, denominados suelos salino-sódicos.

| DENOMINACION          | C.E.<br>mmhos/cm* | PSI<br>% | pH        |
|-----------------------|-------------------|----------|-----------|
| SUELOS SALINOS        | > 4               | < 15     | 7.3 - 8.5 |
| SUELOS SODICOS        | < 4               | > 15     | > 8.5     |
| SUELOS SALINO-SODICOS | > 4               | > 15     | < 8.5     |

\* a 25 °C.

(Allison, 1982)

#### RELACION PLANTA-SUELO.

Las características del suelo ejercen gran influencia sobre la ecología vegetal, edáfica, animal y en el hombre. El suelo es muy complejo y dinámico, estas características y sus efectos sobre las plantas varían en el espacio, en el tiempo y por las condiciones del medio.

La rizosfera es la zona ecológica crítica que garantiza el desarrollo del vegetal; aquí la raíz toma de los horizontes de los suelos sus nutrientes, en ella actúa el ciclo del nitrógeno la interacción de los microorganismos fijadores de este elemento de la atmósfera del suelo. Las propiedades biofísicoquímicas de los suelos influyen en el fenotipo de las plantas, germinación de las semillas, desarrollo de las plántulas, densidad y distribución, viabilidad de las partes vegetativas y reproductivas, consistencia, profundidad y distribución de la raíz, resistencia a la sequía o heladas, ciclo vegetativo, contenido de nutrientes, palatabilidad para el hombre, el ganado y fauna silvestre e influyen también en los ciclos tróficos. En la determinación del tipo de vegetación que ocupa un sistema ecológico, influyen parámetros como los factores topográficos de microrrelieve, profundidad de perfil, contenido de materia orgánica, color, pH,

*estructuras, panes, drenaje, densidad, moteado, concreciones, salinidad y sodicidad; éstos son críticos en el crecimiento y desarrollo de la vegetación natural o cultivada. (Aguilera, 1987)*

*Dichas características nos permiten clasificar los suelos para darles uso óptimo en cultivos específicos de cereales, hortalizas, leguminosas, pastizales, frutales, plantas medicinales, árboles de las regiones tropicales, frías y áridas.*

*El suelo proporciona a las plantas superiores varios elementos esenciales para su crecimiento. Entre ellos, los principales son el soporte mecánico, los nutrientes, el agua y el oxígeno para la respiración de las raíces.*

*La respiración de las raíces es necesaria para la absorción de nutrientes y de agua. Las plantas pueden sufrir deficiencia de un elemento que este presente en el suelo en cantidades adecuadas, si se agota el suministro de oxígeno.*

*La respiración tiene lugar en todos los tejidos vivos y requiere un suministro de oxígeno. Este no es problema para las partes aéreas de las plantas, inmersas en una atmósfera constituida por oxígeno en una quinta parte. Las raíces, sin embargo, pueden agotar el oxígeno del aire del suelo si éste se encuentra excesivamente húmedo. Demasiada agua en el suelo, no sólo reduce la cantidad de aire en el volumen de poros, sino que además, reduce sus intercambios con la atmósfera. En tales condiciones el aire del suelo se encuentra pobre en oxígeno y rico en dióxido de carbono. Los microorganismos edáficos compiten con las raíces de las plantas por el oxígeno, para utilizarlo en su propia respiración al descomponer los materiales orgánicos del suelo. El suministro de oxígeno en un suelo mal drenado puede ser tan bajo que los procesos vitales se vean drásticamente alterados. Las plantas no llegan a desarrollarse con normalidad y la población microbiana del suelo se modifica.*

*También es posible que las plantas se marchiten con las raíces hincadas en un suelo saturado de agua (Kramer, 1949). Gran parte, pero no toda el agua que penetra en el suelo es utilizable para el crecimiento de las plantas.*

*El hecho de que el suelo proporciona un soporte mecánico a las plantas es bastante obvio. La posibilidad de que surjan problemas no es tan obvio, pero sin embargo, cierto. Un problema de soporte inadecuado puede provenir de algún organismo edáfico que ataque y debilite las raíces de las plantas. Otros casos de soporte insuficiente pueden resultar de las condiciones físicas del suelo.*

## LOS NUTRIENTES VEGETALES.

Se han reconocido 16 elementos como esenciales para el crecimiento de las plantas. Tres de ellos, carbono, hidrógeno y oxígeno, son suministrados por el agua y el aire (dióxido de carbono y nitrógeno). Los 13 restantes se consideran nutrientes vegetales y pueden agruparse en seis macronutrientes, necesarios en grandes cantidades y siete micronutrientes, de los que las plantas sólo precisan trazas.

Los macronutrientes son:

|           |     |          |      |           |     |
|-----------|-----|----------|------|-----------|-----|
| Carbono   | (C) | Calcio   | (Ca) | Fósforo   | (P) |
| Oxígeno   | (O) | Magnesio | (Mg) | Azufre    | (S) |
| Hidrógeno | (H) | Potasio  | (K)  | Nitrógeno | (N) |

Micronutrientes:

|       |      |           |      |      |      |
|-------|------|-----------|------|------|------|
| Boro  | (B)  | Hierro    | (Fe) | Zinc | (Zn) |
| Cloro | (Cl) | Manganeso | (Mn) |      |      |
| Cobre | (Cu) | Molibdeno | (Mo) |      |      |

Las plantas contienen también cantidades apreciables de silicio y de aluminio, pero estos elementos no se consideran esenciales, y son absorbidos por las plantas según su disponibilidad en el suelo. El aluminio soluble, en algunos suelos ácidos, es absorbido en grandes cantidades y se vuelve perjudicial o incluso tóxico para muchas plantas. (Pierre, Pohlman y McIlvaine, 1932)

Las plantas absorben elementos del suelo en forma iónica. Por ejemplo los iones  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  y  $K^+$ . El nitrógeno en forma de  $NH_4^+$  o  $NO_3^-$ ; el fósforo, principalmente como  $H_2PO_4^-$  y  $HPO_4^{2-}$  el azufre en forma de  $SO_4^{2-}$ . Las raíces absorben un número igual de cargas positivas y negativas, o bien realizan un simple intercambio de un ion por otro.

Una parte de los nutrientes utilizables por las plantas se halla en forma iónica, disuelta en el agua del suelo. Esta constituye la fracción más fácilmente utilizable, pero generalmente representa una pequeña parte de las necesidades totales de un cultivo durante todo su ciclo de crecimiento.

Las plantas extraen algunos iones de la solución, pero otros procedentes de los materiales orgánicos y minerales, ocupan su lugar. No obstante, las plantas pueden sufrir deficiencia de uno o más nutrientes si la velocidad de esa reposición es demasiado lenta.

La presencia de sales eleva la presión osmótica del suelo y dificulta e imposibilita, en casos extremos, la absorción del agua por parte de las plantas. (Allison, 1982)



*Las sales solubles crean efectos desfavorables sobre la presión osmótica vegetal; la magnitud de este efecto varía con la naturaleza y concentración de las sales, así como entre las diferentes especies vegetales. La sintomatología vegetal describe disminución de la talla normal, clorosis y posteriormente marchitamiento; estos dos últimos se provocan por desajustes en la presión osmótica. Altas concentraciones de solutos en el medio elevan la presión osmótica por arriba de lo que normalmente soportan las plantas, en consecuencia la planta invierte una mayor energía, para poder absorber agua del medio, hasta que llega un momento en que ya no puede absorberla, aunque el medio este saturado. A consecuencia de que el medio tiene una mayor concentración de solutos que su plasma celular, por osmosis tiende a salir agua por la raíz (clorosis y marchitamiento), lo que concentran y eleva la presión osmótica del plasma celular. (Vallejo, 1992)*

## ARVENSES.

*En el reino de las plantas existen especies a las que se les conoce como no deseables para el ser humano por sus consecuencias en lo económico, pero que presentan una importancia en otros aspectos dado que son integrantes del ecosistema. A estas plantas se les han dado diversos nombres de los cuales el término "arvenses" abarca exclusivamente a las plantas que viven en los cultivos; los otros como el de "plantas nocivas", "malezas" o el de "malas hierbas" se extienden a todas las plantas que crecen en los alrededores de habitaciones y construcciones humanas. Muchas de las plantas arvenses presentan con mayor frecuencia algunas características, sin ser exclusivas, siendo estas: un ciclo de vida corto, autofertilización, apomixis y la producción de una gran cantidad de semillas. Esta última característica es muy importante, ya que está asociada con la formación de bancos de semillas que germinan a diferentes tiempos y por lo tanto ocasionan un problema permanente por la generación abundante de plántulas; lo que se ve reflejado en un mayor costo en la producción y menor calidad del producto cosechado de las especies infestadas. (Weaver y Riley, 1982)*

*Los mecanismos adaptativos se ven influenciados por el tamaño de los cotiledones, la producción de hojas y el tamaño de las hojas primarias, factores que son muy importantes para un establecimiento rápido de una mayor superficie fotosintética y la producción de sombra sobre los organismos que aún no están completamente establecidos.*

## FAMILIA CONVULVACEAE.

*Las convulváceas son plantas herbáceas, erectas, o volubles, arbustivas o a veces arbóreas, frecuentemente provistas de látex. Hojas alternas, simples pero con frecuencia lobadas o partidas, en ocasiones reducidas a escamas (Cuscuta). Flores axilares, solitarias o dispuestas en cimas bracteadas. Pedúnculo articulado. Flores hermafroditas, actinomorfas. Cáliz por lo menos de 5 sépalos, a veces unidos en la base, con frecuencia acrescentes en el fruto. Corola simpétala con el limbo entero o (3-5 lobado), de prefloración contorta. Estambres 5 insertos en la base de la corola. Disco presente o ausente, ovario supero, entero o profundamente bilobado, típicamente bicarpelar y bilocular (aunque puede variar entre 1 y 6, carpelos y lóculos) 2 óvulos en cada lóculo, por lo general de placentación axial, estilos 1 o 2, estigma único, capitado, con frecuencia más o menos 2 o 3 (hasta 5) lobado, o con 2 estigmas globosos, elipsoides o lineares. El fruto por lo común es una cápsula loculicida con 2 semillas (a menudo pubescentes) en cada lóculo. La familia Convolvúcea presenta cerca de 50 géneros, con aproximadamente 200 especies, tropicales y subtropicales. Ipomoea es el género más abundante con 400 especies aproximadamente, del tipo de las enredaderas. (Rzedowski y Rzedowski, 1985)*

## GENERO *IPOMOEA*.

El género *Ipomoea* (del griego *ips*=gusano y *homios*=parecido a, en referencia al hábito de torcerse). Mouse en 1908, estableció 3 Secciones *Orthipomoeae*, *Pharbitis* y *Batatas* para distinguir las especies de Norteamérica, inclusive México y Centroamérica.

Según Van Oostrom está dividido en 8 secciones con base en la disposición de la inflorescencia, características de la flor y de la semilla (Wilson, 1960).

Para un mejor entendimiento de las especies mexicanas, Matuda (1964) propone la integración de dichas especies en 15 grupos con base en las características del tallo, de las hojas y de las partes florales.

En México el género ha sido estudiado por Matuda 1964, Austin y Pedraza entre otros, Stanley y Williams, 1970; Wilson, 1960; Pedraza, 1983; Mc. Donald, 1987.

### DESCRIPCION BOTANICA DE *Ipomoea purpurea*.

*Ipomoea purpurea* (L.) Roth.

Planta herbácea anual de 20 a 100 cm de longitud, rastrera o trepadora; tallo ramificado en su base generalmente, hirsuto-pubescente, con pelos amarillos, hasta de 4 mm de largo; peciolo de 4 a 20 cm de largo, pubescentes, láminas de la hoja cordiformes, ovadas, enteras o trilobadas o bien raramente 5-lobadas, de 3 a 17 cm de largo y 2 a 15 cm de ancho; flores solitarias o en cimas 2-5 flores en las axilas de las hojas, pedúnculos de 0.2 a 18 cm de longitud, pedicelos de 5 a 20 mm de largo, pubescentes; sépalos desiguales, acuminados, hirsuto-pubescentes; corola infundibuliforme, color púrpura (el tubo a veces blanco), de 2.5 a 5 cm de longitud, glabra; filamentos de 13 a 30 mm de longitud, anteras de 1 a 3 mm de largo; ovario cónico glabro, 3-locular, con 6 óvulos; estilo de 14 a 27 mm de longitud, estigma 3-globoso; cápsula subglobosa, glabra, de 9 a 11 mm de diámetro, 6-valvar, 3-locular, con 6 semillas; éstas de 4 a 5 mm de longitud y más o menos 4 mm de ancho de color café, fina y densamente tomentosas.

Ampliamente distribuida en el Valle de México. Altura 2440-2650 mts. Sur de E.U. Norteamérica, Centroamérica, hasta Argentina; semicultivadas en Asia Tropical y subtropical.

*Ipomoea purpurea* (L.) Roth ha sido una planta estudiada desde diferentes puntos de vista: Desarrollo e histoquímica de la cubierta seminal y su relación con la impermeabilidad al agua (M. Ponce-Salazar, J. Márquez-Guzmán, et al, 1990). Ontogenia de laticíferos y su detección con microscopía de fluorescencia. (Alva, G.R., 1998). Distribución, Biología y combate de correhuela, en los cultivos de maíz y sorgo de la región norte de Tamaulipas

(Castro, M. E., 1976). Actividad enzimática en la degradación del almidón durante el desarrollo de la semilla de L. purpurea (Domínguez, V. L.). Presencia de laticíferos en embriones de once géneros de Convolvulaceas mexicanas, (Nuñez, M.C., 1992). Estudio estructural e histoquímico del desarrollo de laticíferos en las semillas de L. purpurea (Rodríguez, 1990). Estudio palinológico de la Familia Convolvulaceae en México, (Pedraza, 1983).

En los ejemplares estudiados en México se han observado variaciones notables en cuanto a la forma de la hoja, incluyendo casos en que el mismo individuo presenta láminas enteras y lobadas, por esta razón se optó en considerar todas estas plantas como Ipomoea purpurea, sin distinción de rangos intraespecíficos. (Rzedowski y Rzedowski, 1985)

#### Sinonimia.

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <u>Convolvulus purpureus</u> | L. Sp. Pl. ed. 2. 219. 1762.  |
| <u>Convolvulus mutabilis</u> | Salisb. Prodr. 123. 1796.   |
| <u>Ipomoea discolor</u>      | Jacq. Hort Schoënb. 3:6 1798  |
| <u>Ipomoea glandulifera</u>  | Ruiz et Pav., Fl. Peruv 2: 12. 1799.  |
| <u>Ipomoea hispida</u>       | Zucc., en Roem, Coll. 127. 1806.  |
| <u>Ipomoea intremedia</u>    | Schult. Obs. Bot. 37. 1809.   |
| <u>Ipomoea zuccagnii</u>     | Roem. et Schult. Syst. 4:230. 1819.   |
| <u>Pharbitis hispida</u>     | Choisy, en Mem. Soc. Phus. Genev. 6:<br>440. 1833; DC. Prodr. 9: 341. 1845. |

(Matuda, 1964).

Su ciclo de vida en relación al suelo que la sustenta nunca se ha estudiado y resulta interesante conocer como una arvense se comporta en este aspecto. Es por lo anteriormente expuesto que éste trabajo fue realizado.

## MATERIAL Y METODO

### OBTENCION DEL MATERIAL BIOLÓGICO.

*Se trabajó con un banco de semillas colectadas en San Pedro Atocpan, delegación Milpa Alta, Distrito Federal en el mes de mayo de 1991.*

*Se colocaron a germinar 90 semillas seleccionadas al azar, en cajas de petri; previa escarificación realizada en forma mecánica en la parte opuesta de la región del micrópilo. La germinación se llevó a cabo en cámaras de germinación a una temperatura de 22 grados centígrados.*

*Posteriormente las semillas germinadas se colocaron en vasos con agrolita, tres semillas en cada uno, agregando 100 ml. de agua el primer día y posteriormente 50 ml. cada tercer día.*

*En el momento en que aparecieron las primeras hojas definitivas de las plántulas, se procedió a trasplantarlas a los diferentes suelos colectados en chinampas de Tláhuac I, Tláhuac II, Xochimilco y Tulyehualco, así como el suelo de San Pedro Atocpan y suelo compuesto comercial; este último conformado por 50% de tierra negra y 50% de tierra de hoja.*

*Los suelos se tamizaron (tamiz 0.2 mm) y se colocaron 2 kg en cada maceta; sobre un pequeño sistema de drenado formado por una capa de tezontle de aproximadamente 3 cm de altura.*

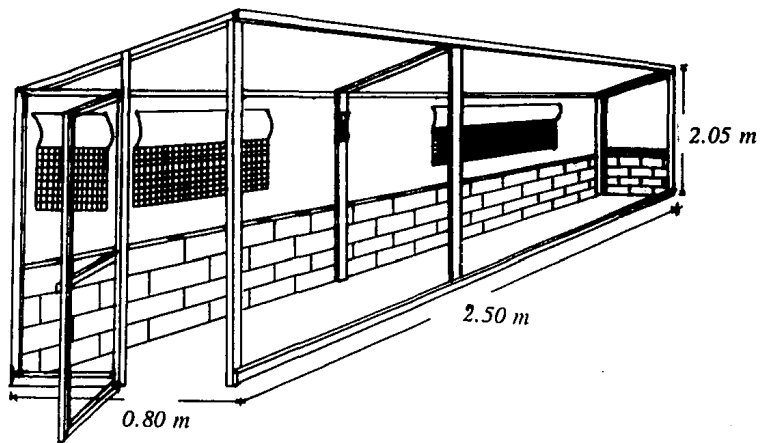
*Se instalaron tres plántulas seleccionadas al azar, en cada una de las macetas también escogidas al azar; correspondiendo cinco macetas a cada suelo.*

*Cuando las plantas alcanzaron aproximadamente 15 cm de longitud se descartaron dos dejándose únicamente la planta que presentó más vigor; a continuación se instaló una guía con un cordón para que cada planta se enredara y continuara su crecimiento.*

*Las plantas llevaron a cabo su desarrollo en un pequeño invernadero que presentó las siguientes dimensiones: largo 2.50 m, ancho 0.80 m y altura 2.05 m; provisto de ventanillas para una mejor ventilación. Dicho invernadero mantuvo para todas las plantas variaciones mínimas de temperatura, humedad relativa, intensidad luminosa, teniendo como única variable los diferentes tipos de suelos. (Diagrama 1)*

*Durante el desarrollo de las plantas los parámetros analizados fueron:*

- 1) Longitud de la planta. Esta medida se obtuvo tomando en consideración el punto de inserción de las hojas cotiledonarias hasta el ápice del tallo principal, sin tomar en cuenta las ramificaciones.*
- 2) Número de hojas. Para obtener el número de hojas totales se tomaron en consideración las hojas definitivas.*



*Diagrama 1*  
*Invernadero donde se llevó a cabo el*  
*desarrollo de las plantas de I. purpurea*

*Escala 1 cm = 0.25 m*

- 3) Tamaño promedio de las primeras cinco hojas definitivas. Se obtuvo tomando como puntos de referencia, el punto de unión de la hoja al pedicelo y el ápice de la misma.
- 4,5 y 6) En lo referente al número de flores, número de frutos y número de semillas. Se llevó a cabo un registro diario acumulativo para tener un conteo final por planta.
- 7) Longitud promedio de las semillas. Se obtuvo tomando la distancia de la región micropilar a la calazal con un Vernier.
- 8) Peso promedio de las semillas. Se obtuvo pesando cada una en una balanza analítica.
- 9) Peso seco de las plantas. Se obtuvo separando las plantas de las macetas y colocándolas sobre papel periódico a la intemperie. El material obtenido se pesó en una balanza analítica para las plantas pequeñas; las plantas de mayor tamaño en una balanza granataria.
- 10 y 11) Porcentaje de germinación y Vigor de las plántulas. Se obtuvieron a través de una prueba de vigor. (Moreno, 1984)

Para las pruebas de vigor se siguió el método propuesto por Moreno (1984).

Se emplearon hojas de papel de 27 x 22 cm a las cuales se les trazó una línea media sobre su eje mayor. En la parte media superior se dibujaron cinco líneas paralelas, con un intervalo de 2 cm entre ellos.

En 20 puntos trazados sobre la línea central y a intervalos de 1 cm, se pegaron respectivamente las semillas con cinta adhesiva de papel.

Las semillas utilizadas en esta prueba se escarificaron mecánicamente y se desinfectaron con una solución de Captan-50 al 0.2%.

Las muñecas se elaboraron con cuatro hojas de papel absorbente, dos debajo de las semillas y dos cubriéndolas. Una vez cubiertas, se doblaron hacia arriba 2 cm de la parte basal y se enrollaron las toallas en sentido perpendicular a las líneas horizontales, dejando en cada muñeca un diámetro de aproximadamente de 4 cm, lo que posibilitó la aereación de las semillas.

Las muñecas húmedas que contenían las semillas, se colocaron verticalmente dentro de bolsas de polietileno para evitar la pérdida de humedad. Las bolsas se instalaron en charolas plásticas en el interior de una cámara oscura a 25 grados centígrados.

Finalmente con las plúmulas de las plántulas que se encontraron en cada par de líneas paralelas, se realizaron los cálculos tomando en cuenta el número y longitud de las mismas así como el diseño aplicado.

Para los cálculos se emplea la ecuación:

$$L = \frac{nx_1 + nx_2 + \dots + nx_j}{20}$$

En donde:

*L* = Longitud media de plántulas

*n* = número de plúmulas entre cada par de paralelas.

*x* = La distancia media desde la línea central.

### PRUEBAS ESTADÍSTICAS.

Especificación de variables:

En el presente experimento se evaluaron variables de tipo numérico-discreto y continuas, en cada caso se hará la especificación de la misma.

Las variables dependientes fueron:

- |  |              |
|--|--------------|
| A) Longitud total de la planta                         | ( Continua ) |
| B) Número de hojas producidas por planta               | ( Discreta ) |
| C) Tamaño promedio de las primeras 5 hojas definitivas | ( Continua ) |
| D) Número de flores producidas por planta              | ( Discreta ) |
| E) Número de frutos producidos por planta              | ( Discreta ) |
| F) Número de semillas producidas por planta            | ( Discreta ) |
| F') Número de semillas producidas por fruto            | ( Discreta ) |
| G) Longitud promedio de las semillas                   | ( Continua ) |
| H) Peso promedio de las semillas                       | ( Continua ) |
| I) Peso seco de las plantas                            | ( Continua ) |
| J) Porcentaje de germinación                           | ( Discreta ) |
| K) Vigor de las plántulas                              | ( Continua ) |

La variable independiente en todos los casos fue el suelo.

La frecuencia de medición para las variables dependientes A, C, G, H e I ( Continuas ) fue cada cinco días; en el caso de las variables B, D, E, F, F', J y K (Discretas) se llevaron conteos diarios para tener al final el registro total de estos parámetros.



## **DISEÑO ESTADÍSTICO.**

*Cuando se definen las características de la población y de la forma de muestreo, se puede definir un modelo estadístico al cual se asocian pruebas o análisis estadísticos.*

*Las pruebas estadísticas son válidas bajo ciertas condiciones y existen ensayos para detectar si se han alcanzado las condiciones de un modelo estadístico particular.*

*Por lo tanto, se debe examinar la situación y determinar si es razonable o no, el asumir o suponer que un modelo es correcto. Así, las condiciones del modelo estadístico de una prueba se llama "supuestos" de la prueba.*

*Para las pruebas paramétricas como el Análisis de Varianza se deben cumplir las condiciones siguientes:*

- 1) Las observaciones deben ser independientes.*
- 2) Se deben distribuir normalmente.*
- 3) Deben tener la misma varianza.*

*Por medio de una gráfica de residuos contra valores esperados se puede verificar si los datos presentan una distribución normal y si hay igualdad de varianza.*

*Si los datos no cumplieran con estas condiciones, las pruebas paramétricas no serían válidas por lo que se propondría el uso de pruebas no paramétricas como la de rangos de Kruskal-Wallis que permite aceptar o rechazar las hipótesis nulas o alternativas.*

## **MODELOS ESTADÍSTICOS.**

*Los experimentos realizados sobre la Longitud de la planta y Número de hojas por planta, se plantearon como un factorial 6 x 10, donde se utilizó un modelo con 2 criterios de clasificación:*

- \* Suelo, con 6 niveles: Tláhuac I, Tláhuac II, Xochimilco, Tulyehualco, Atocpan y Compuesto.*
- \* Tiempo, con 10 niveles: 10 muestreos, uno cada 5 días.*

$$Y_{ijk} = u + a_i + b_j + (ab)_{ij} + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  *Es la variable de respuesta y representa el promedio del número de hojas y la longitud promedio del lote de estructuras vegetales registrado en la k-ésima repetición, evaluado en el j-ésimo muestreo, bajo el i-ésimo suelo.*

|             |   |
|-------------|---|
| $u$         | Representa la media general de las observaciones.   |
| $a_i$       | Representa el efecto marginal producido por el $i$ -ésimo suelo, sobre la variable de respuesta   |
| $b_j$       | Representa el efecto marginal producido por el $j$ -ésimo muestreo, sobre la variable de respuesta  |
| $(ab)_{ij}$ | Representa el efecto conjunto del $i$ -ésimo suelo y el $j$ -ésimo muestreo, sobre la variable de respuesta.  |
| $E_{ijk}$   | Representa un término de error aleatorio o de variabilidad, que está asociado a las condiciones no controladas del experimento. Se supone aleatorio, con distribución normal, con media cero y varianza fija positiva y desconocida, con relaciones independientes. |

El primer paso del análisis consistió en establecer la significancia del término interacción, por medio de un Análisis de Varianza.

Si el efecto de interacción resultó no significativo, en la misma tabla se estableció la significancia de los efectos principales de los factores bajo estudio. Al detectarse efectos significativos de un factor, se aplicó la prueba de Tukey con la finalidad de establecer cuáles niveles causan las diferencias.

Se trazaron gráficas de los resultados.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa STATGRAFICS versión 2.

Tomando en consideración que sólo en 3 de los tipos de suelos lograron prosperar las plantas hasta su fructificación y producción de semillas, los experimentos relacionados con el Número de botones por planta, número de flores por planta, número de frutos por planta, número de semillas por planta, número de semillas por fruto, longitud promedio de las semillas, peso promedio de las semillas, porcentaje de germinación y vigor de las plántulas se ajustaron a un modelo con un criterio de clasificación (Suelo) que comprendió sólo los 3 donde se alcanzaron estos resultados:

-Suelo, con 3 niveles: Xochimilco, Compuesto y Atocpán.

$$Y_{ij} = u + a_i + E_{ij}$$

|          |   |
|----------|---|
| $Y_{ij}$ | Es la variable de respuesta y representa el promedio del número de Flores, de botones, de frutos y de semillas por planta, así como del promedio del número de semillas por fruto, del lote de estructuras vegetales evaluado en el $i$ -ésimo suelo. |
| $u$      | Representa la media general de las observaciones.   |
| $a_i$    | Representa el efecto marginal producido por el $i$ -ésimo suelo, sobre la variable de respuesta.  |

$E_{ij}$  Representa un término de error aleatorio o de variabilidad que está asociado a las condiciones no controladas del experimento.

Resultó de interés probar si el efecto de los 3 diferentes suelos ensayados, influyó por igual en la producción del número de botones, de flores, de frutos y de semillas por planta, así como el número de semillas por fruto.

En caso de existir diferencias, se recurrió al uso de la Prueba de Rango Múltiple (de acuerdo a Tukey), lo que permitió ubicar los niveles que causan las diferencias.

## ANÁLISIS DE SUELOS.

Se colectaron muestras de suelos de 5 calicatas, dos de ellos se realizaron en la zona chinampera de Tláhuac, otra en Xochimilco y una cuarta en Tulyehualco, así mismo se colectó otra muestra en la localidad de San Pedro Atocpan (lugar de origen de las semillas) y por último se obtuvo suelo Compuesto (50% tierra negra y 50% tierra de hoja).

Las muestras fueron tomadas de las capas o profundidades de 0-10 cm del suelo. Cada muestra consistió en un volumen aproximado de 15 kg de suelo el cual fue colectado en bolsas de plástico con los datos de campo correspondientes.

El suelo se secó al aire libre y se tamizó empleando una malla de 0.2 mm. El material fue trasladado al laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias, para iniciar la etapa de análisis físico-químicos.

Estos análisis fueron:

- \* *Potencial de Hidrógeno (pH). Determinación en Agua Destilada y solución salina (KCl 1N pH) relación 1:2.5 y 1:5.*
- \* *Densidad Aparente por el método de la probeta (Baver, 1956).*
- \* *Densidad Real por el método del Picnómetro (Baver, 1956).*
- \* *Determinación de Porcentaje de Porosidad.*
- \* *Textura por el método de Hidrómetro de Bouyoucos (1951).*
- \* *Materia Orgánica por el método de Walkley y Black, modificado por Walkley (1947).*
- \* *Carbonatos y Bicarbonatos por el método volumétrico (Reite meier, 1943).*
- \* *Capacidad de Intercambio Catiónico Total por el método de centrifugación, (Jackson, 1970)*
- \* *Calcio y Magnesio Intercambiables por el método de extracción con Acetato de Amonio (1N, pH 7). (Cheng y Bray, 1951), y titulación con Versenato.*
- \* *Sodio y Potasio intercambiables.*
- \* *Pastas de Saturación.*

- \* *Conductividad Eléctrica de la solución del suelo mediante un Puente de Conductividad (Jackson, 1970).*
- \* *Calcio y magnesio solubles por el método volumétrico (Cheng y Bray, 1951), y titulación con Versenato.*
- \* *Sodio y Potasio solubles por flamometría. (Jackson, 1982).*
- \* *Cloruros por el método de Mohr (1949).*
- \* *Sulfatos por gravimetría en forma de Sulfato de Bario (Bower y Huss, 1948).*
- \* *Porcentaje de Sodio Intercambiable (P.S.I.). Relación de Capacidad de Intercambio Catiónico Total y Sodio Intercambiable.*

*Los análisis anteriores fueron llevados a cabo conforme al manual de Metodología de análisis fisicoquímico de suelos de Domínguez, R. V. y Aguilera, M. N. (1989)*

## RESULTADOS

### LONGITUD DE PLANTAS Y NUMERO DE HOJAS.

*El análisis de estos dos parámetros se realizó tomando en consideración dos etapas en el desarrollo de las plantas; la primera comprendió los resultados obtenidos hasta la edad intermedia de las plantas y la segunda etapa corresponde a los resultados del desarrollo final de las plantas.*

*El Análisis de Varianza aplicado a la longitud en la edad intermedia de las plantas, mostró a través de la distribución de F, que sí hay un efecto significativo del factor suelo sobre la variable de respuesta: longitud intermedia de la planta.  $F_c=20.156$  N.S.=0.0000. (Cuadro 1)*

*De acuerdo al Análisis de Rango Múltiple (HSD, Tukey) se pudo detectar la formación de dos grupos respecto a los promedios obtenidos en los suelos: en el primero se colocaron Tláhuac II con 0.12 cm, Tláhuac I con 2.92 cm y Tulyehualco con 9.78 cm cuyos porcentajes no rebasaron los 10.0 cm, y en un segundo bloque se colocaron los suelos Compuestos, Atocpan y Xochimilco, siendo éste último el que presentó hasta ese momento, la mayor longitud promedio de los seis suelos con 42.48 cm. (Cuadro 2 y Figura 1)*

*El Análisis de Varianza aplicado a la longitud final de las plantas, mostró a través de la distribución de F, que siguió existiendo un efecto significativo del factor suelo sobre la variable de respuesta: longitud total de la planta.  $F_c=27.583$  N.S.=0.0000. (Cuadro 3)*

*El Análisis de Rango Múltiple (HSD Tukey) aplicado a la longitud final de las plantas, mostró nuevamente que el comportamiento de las plantas afectadas por el factor suelo, tendió a mantener los dos bloques formados en el Análisis de rango múltiple previo. (Figura 1)*

*Cabe mencionar que la longitud promedio de las plantas del suelo de Xochimilco aumentó a 93.12 cm, manteniendo la supremacía sobre los demás suelos que presentaron un tamaño promedio de 67.92 cm en el suelo Compuesto y 76.08 cm el suelo de Atocpan.*

*Con respecto a los suelos del primer bloque, se pudo observar que dejó de haber crecimiento en este lapso, en los casos de Tláhuac II y Tláhuac I; en cambio, en Tulyehualco, existió un pequeño aumento en relación con la medición anterior. (Cuadro 4)*

Cuadro 1

| Análisis de Varianza   |           |    |           |        |        |
|--|-----------|----|-----------|--------|--------|
| De la longitud en la edad intermedia de las plantas de seis suelos diferentes. |           |    |           |        |        |
| FUENTE   | SC        | gl | CM        | F      | N.S.   |
| SUELOS   | 7446.5617 | 5  | 1489.3123 | 20.156 | 0.0000 |
| ERROR  | 1773.3720 | 24 | 73.890500 |        |        |
| TOTAL  | 9219.9337 | 29 |           |        |        |

SC = suma de cuadrados, gl = grados de libertad, CM = cuadrados medios  
 F = frecuencia, N.S. = nivel de significancia

Cuadro 2

| Análisis de Rango Múltiple   |         |           |                   |
|--|---------|-----------|-------------------|
| De la longitud en la edad intermedia de las plantas de seis suelos diferentes. Intervalos de Tukey 95% |         |           |                   |
| SUELOS   | CONTEOS | MEDIA     | GRUPOS HOMOGENEOS |
| Tláhuac II   | 5       | 0.120000  | *                 |
| Tláhuac I  | 5       | 2.920000  | *                 |
| Tulyehualco  | 5       | 9.780000  | *                 |
| Compuesto  | 5       | 29.040000 | *                 |
| Atocpan  | 5       | 30.720000 | *                 |
| Xochimilco   | 5       | 42.480000 | *                 |

Cuadro 3

| <i>Análisis de Varianza</i>  |                  |           |                  |               |               |
|--|------------------|-----------|------------------|---------------|---------------|
| <i>De la longitud en la edad final de las plantas de seis suelos diferentes.</i> |                  |           |                  |               |               |
| <i>FUENTE</i>  | <i>SC</i>        | <i>gl</i> | <i>CM</i>        | <i>F</i>      | <i>N.S.</i>   |
| <i>SUELOS</i>  | <i>43598.394</i> | <i>5</i>  | <i>8719.6787</i> | <i>27.583</i> | <i>0.0000</i> |
| <i>ERROR</i>   | <i>7586.9400</i> | <i>24</i> | <i>316.12250</i> |               |               |
| <i>TOTAL</i>   | <i>51185.334</i> | <i>29</i> |                  |               |               |

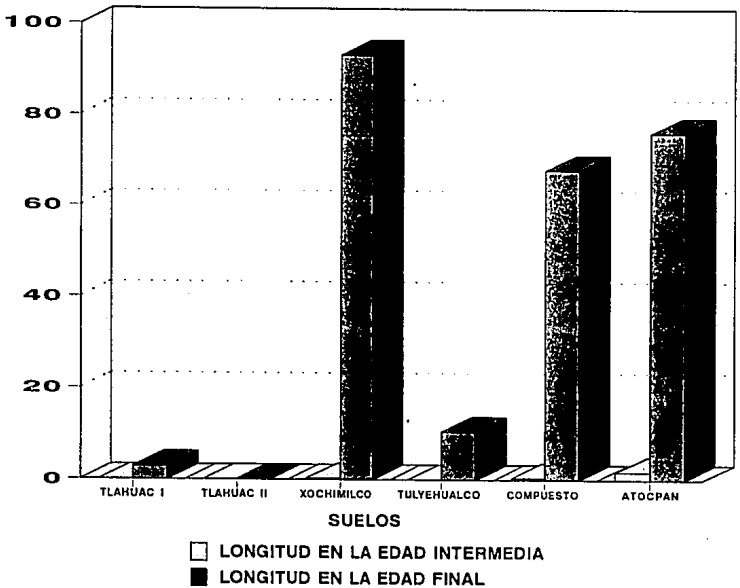
Cuadro 4

| <i>Análisis de Rango Múltiple</i>  |                |                  |                          |
|--|----------------|------------------|--------------------------|
| <i>De la longitud en la edad final de las plantas de seis suelos diferentes. Intervalos de Tukey HSD 95%</i> |                |                  |                          |
| <i>SUELO</i>   | <i>CONTEOS</i> | <i>MEDIA</i>     | <i>GRUPOS HOMOGENEOS</i> |
| <i>Tláhuac II</i>  | <i>5</i>       | <i>0.120000</i>  | <i>*</i>                 |
| <i>Tláhuac I</i>   | <i>5</i>       | <i>2.920000</i>  | <i>*</i>                 |
| <i>Tulyehualco</i>   | <i>5</i>       | <i>10.500000</i> | <i>*</i>                 |
| <i>Compuesto</i>   | <i>5</i>       | <i>67.920000</i> | <i>*</i>                 |
| <i>Atocpan</i>   | <i>5</i>       | <i>76.080000</i> | <i>*</i>                 |
| <i>Xochimilco</i>  | <i>5</i>       | <i>93.120000</i> | <i>*</i>                 |

FIGURA 1

cm.

LONGITUD PROMEDIO DE LAS PLANTAS





## NUMERO DE HOJAS DEFINITIVAS.

El Análisis de Varianza del número de hojas definitivas contadas en la edad intermedia del desarrollo de las plantas, mostró con la distribución de F, que existió un efecto significativo del suelo sobre el número de hojas definitivas.  $F_c. = 24.067$ ,  $N.S. = 0.0000$ . (Cuadro 5)

De acuerdo al Análisis de Rango Múltiple (HSD, Tukey) se pudo detectar que los suelos de Tláhuac II y Tláhuac I, presentaron hasta ese momento el menor número de hojas definitivas y Atocpan junto con el suelo de Xochimilco presentaron una mayor producción de hojas definitivas, manteniéndose en un punto intermedio los suelos de Tulyehualco y el Compuesto. (Cuadro 6 y Figura 2)

Por su parte el Análisis de Varianza correspondiente al número de hojas definitivas en la edad final de las plantas, mostró nuevamente a través de la distribución de F una influencia del factor suelo sobre la producción de hojas definitivas  $F_c. = 34.074$   $N.S. = 0.0000$ . (Cuadro 7)

De acuerdo al Análisis de Rango Múltiple (HSD Tukey) se observó que los suelos de Tláhuac II, Tláhuac I y Tulyehualco, no presentaron un aumento notorio en la producción de hojas definitivas. Por el contrario los suelos de Xochimilco, Atocpan y Compuesto si presentaron un aumento, destacándose en este segundo bloque el suelo de Atocpan que logró la mayor producción de hojas definitivas por arriba del suelo de Xochimilco, el cual en el anterior análisis fue el más alto. (Cuadro 8 y Figura 2)

Cuadro 5

| Análisis de Varianza  |           |    |           |        |        |
|---|-----------|----|-----------|--------|--------|
| Del número de hojas en la edad intermedia de las plantas de seis suelos diferentes. |           |    |           |        |        |
| FUENTE  | SC        | gl | CM        | F      | N.S.   |
| SUELOS  | 60.166667 | 5  | 12.033333 | 24.067 | 0.0000 |
| ERROR   | 12.000000 | 24 | 0.5000000 |        |        |
| TOTAL   | 72.166667 | 29 |           |        |        |

Cuadro 6

| <i>Análisis de Rango Múltiple</i>  |                |              |                          |
|--|----------------|--------------|--------------------------|
| <i>Del número de hojas en la edad intermedia de las plantas de seis suelos diferentes. Intervalos de Tukey HSD 95%</i> |                |              |                          |
| <i>SUELO</i>   | <i>CONTEOS</i> | <i>MEDIA</i> | <i>GRUPOS HOMOGENEOS</i> |
| <i>Tláhuac II</i>  | 5              | 1.0000000    | *                        |
| <i>Tláhuac I</i>   | 5              | 2.2000000    | *                        |
| <i>Tulyehualco</i>   | 5              | 2.4000000    | **                       |
| <i>Compuesto</i>   | 5              | 3.8000000    | **                       |
| <i>Atocpan</i>   | 5              | 4.6000000    | *                        |
| <i>Xochimilco</i>  | 5              | 5.0000000    | *                        |

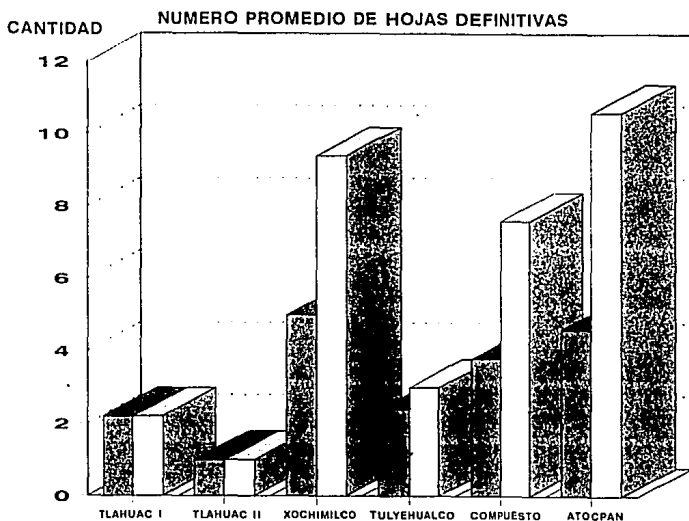
Cuadro 7

| <i>Análisis de Varianza</i>   |           |           |           |          |             |
|---|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|
| <i>Del número de hojas en la edad finales de las plantas de seis suelos diferentes.</i> |           |           |           |          |             |
| <i>FUENTE</i>   | <i>SC</i> | <i>gl</i> | <i>CM</i> | <i>F</i> | <i>N.S.</i> |
| <i>SUELOS</i>   | 414.56667 | 5         | 82.913333 | 34.074   | 0.0000      |
| <i>ERROR</i>  | 58.400000 | 24        | 2.433333  |          |             |
| <i>TOTAL</i>  | 472.96667 | 29        |           |          |             |

Cuadro 8

| <i>Análisis de Rango Múltiple</i>   |                |                  |                          |
|---|----------------|------------------|--------------------------|
| <i>Del número de hojas en la edad final de las plantas de seis suelos diferentes. Intervalos de Tukey HSD 95%</i> |                |                  |                          |
| <i>SUELO</i>  | <i>CONTEOS</i> | <i>MEDIA</i>     | <i>GRUPOS HOMOGENEOS</i> |
| <i>Tláhuac II</i>   | <i>5</i>       | <i>1.000000</i>  | <i>*</i>                 |
| <i>Tláhuac I</i>  | <i>5</i>       | <i>2.200000</i>  | <i>*</i>                 |
| <i>Tulyehualco</i>  | <i>5</i>       | <i>3.000000</i>  | <i>*</i>                 |
| <i>Compuesto</i>  | <i>5</i>       | <i>7.600000</i>  | <i>*</i>                 |
| <i>Xochimilco</i>   | <i>5</i>       | <i>9.400000</i>  | <i>*</i>                 |
| <i>Atocpan</i>  | <i>5</i>       | <i>10.600000</i> | <i>*</i>                 |

FIGURA 2



SUELOS

- HOJAS EN LA EDAD INTERMEDIA DE LAS PLANTAS
- HOJAS EN LA EDAD FINAL DE LAS PLANTAS

## LONGITUD PROMEDIO DE LAS PRIMERAS 5 HOJAS DEFINITIVAS.

El Análisis de Varianza de este parámetro arrojó una información mediante la distribución de F, que muestra un efecto significativo del suelo en relación con la longitud promedio de las primeras 5 hojas definitivas teniendo un  $F_c = 35.905$  N.S. = 0.0000. (Cuadro 9)

El Análisis de Rango Múltiple (HSD Tukey) mostró que el efecto de los seis suelos se distribuyó en dos grupos de respuestas: en uno encontramos a Tláhuac II con un tamaño promedio de hojas de 0.44 cm, Tulyehualco con un tamaño promedio de hojas de 0.95 cm y el de Tláhuac I con un tamaño promedio de 0.98 cm; en el siguiente grupo encontramos al suelo Compuesto con un tamaño promedio de hojas de 2.40 cm, Xochimilco con 2.49 cm y por último Atoacpan con un tamaño promedio de hojas de 3.13 cm. (Cuadro 10 y Figura 3)

Dado lo anterior se pudo observar que la influencia de los suelos sobre el tamaño promedio de las primeras 5 hojas definitivas, fue muy significativa y se dividió en dos grupos con efectos similares entre los tres suelos de cada grupo.

Cabe mencionar que los suelos de Tláhuac II, Tláhuac I y Tulyehualco solamente presentaron de 1 a 4 hojas definitivas, las que se tomaron en cuenta para sacar los promedios correspondientes.

Cuadro 9

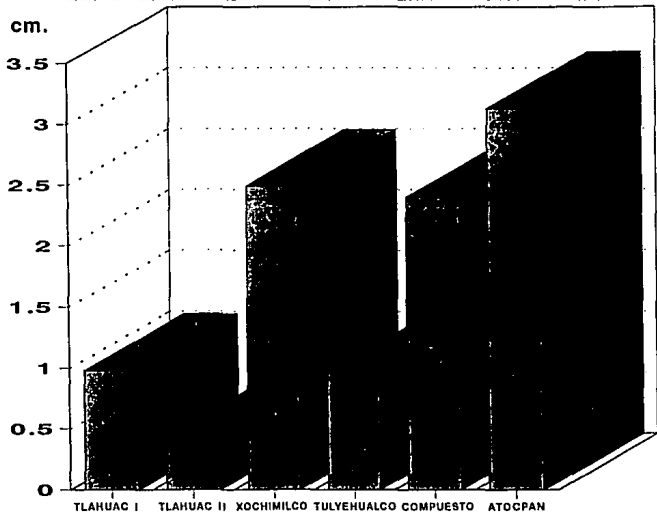
| Análisis de Varianza  |            |    |           |        |        |
|---|------------|----|-----------|--------|--------|
| De la longitud promedio de las primeras cinco hojas definitivas de las plantas en tres suelos diferentes. |            |    |           |        |        |
| FUENTE  | SC         | gl | CM        | F      | N.S.   |
| SUELOS  | 29.058577  | 5  | 5.8117153 | 35.905 | 0.0000 |
| ERROR   | 3.8847600  | 24 | 0.1618650 |        |        |
| TOTAL   | 323.943337 | 29 |           |        |        |

Cuadro 10

| <i>Análisis de Rango Múltiple</i>  |                |                  |                          |
|--|----------------|------------------|--------------------------|
| <i>De la longitud promedio de las primeras cinco hojas definitivas de las plantas de tres suelos diferentes.</i> |                |                  |                          |
| <i>Intervalos de Tukey HSD 95%</i>   |                |                  |                          |
| <i>SUELO</i>   | <i>CONTEOS</i> | <i>MEDIA</i>     | <i>GRUPOS HOMOGENEOS</i> |
| <i>Tláhuac II</i>  | <i>5</i>       | <i>0.4400000</i> | <i>*</i>                 |
| <i>Tláhuac I</i>   | <i>5</i>       | <i>0.9580000</i> | <i>*</i>                 |
| <i>Tulyehualco</i>   | <i>5</i>       | <i>0.9880000</i> | <i>*</i>                 |
| <i>Compuesto</i>   | <i>5</i>       | <i>2.4000000</i> | <i>*</i>                 |
| <i>Xochimilco</i>  | <i>5</i>       | <i>2.4960000</i> | <i>*</i>                 |
| <i>Atoacpan</i>  | <i>5</i>       | <i>3.1320000</i> | <i>*</i>                 |

FIGURA 3

LONGITUD PROMEDIO DE LAS PRIMERAS 5 HOJAS DEFINITIVAS



SUELOS

Como ya se mencionó en el diseño estadístico, la evaluación de los siguientes parámetros: botones, flores, frutos, semillas por planta y por fruto, longitud y peso promedio de las semillas, peso seco de las plantas, % de germinación y vigor de las plántulas, se hizo tomando en consideración solo los resultados de tres de aquellos suelos donde se logró el desarrollo de las plantas hasta su fructificación y producción de semillas: Xochimilco, Compuesto y Atocpan.

### **BOTONES, FLORES, FRUTOS, SEMILLAS POR PLANTA Y POR FRUTO.**

Los Análisis de Varianza de frutos y semillas por planta y por fruto, mostraron a través de la distribución de F, que no existió una influencia significativa de los suelos sobre la variable de respuesta.

|                     |             |              |                         |
|---------------------|-------------|--------------|-------------------------|
| Frutos              | Fc. = 2.298 | N.S. = .1430 | (Cuadro 11 y Figura 4). |
| Semillas por planta | Fc. = 0.960 | N.S. = .4105 | (Cuadro 12 y Figura 5). |
| Semillas por fruto  | Fc. = 0.308 | N.S. = .7402 | (Cuadro 13 y Figura 6). |

Respecto al Análisis de Varianza correspondiente al número de botones, mostró a través de la distribución de F que hay una influencia significativa del suelo, sobre la variable de respuesta; Fc. = 4.192, N.S. = 0.0416 (Cuadro 14 y Figura 4).

Debido a la alta varianza entre los resultados del número de botones (41.98), el Análisis de Rango Múltiple (HSD Tukey) no detectó diferencias significativas entre ellos; sin embargo se puede observar una tendencia a presentar un mayor número de botones en los suelos de Atocpan y Compuesto, respecto al alcanzado en el suelo de Xochimilco.

Por su parte el Análisis de Varianza correspondiente al número de, flores por planta, mostró a través de la distribución de F que si hay un efecto significativo del tipo de suelo sobre la variable de respuesta: Fc. = 8.935, N.S. = 0.0042. (Cuadro 15)

De acuerdo al Análisis de Rango Múltiple (HSD Tukey) se pudo detectar que el suelo Compuesto fue donde se presentó el mayor número de flores por planta 16.2 promedio el cual fue diferente al promedio obtenido en el suelo de Xochimilco con 4.4 flores. Para el caso del suelo de Atocpan el resultado de 8.8 flores promedio no mostró diferencias significativas respecto al suelo de Xochimilco ni tampoco respecto al suelo Compuesto. (Cuadro 16 y Figura 4)



Cuadro 11

| <i>Análisis de Varianza</i>   |                  |           |                 |              |               |
|---|------------------|-----------|-----------------|--------------|---------------|
| <i>Del número de frutos de las plantas de tres suelos diferentes.</i> |                  |           |                 |              |               |
| <i>FUENTE</i>   | <i>SC</i>        | <i>gl</i> | <i>CM</i>       | <i>F</i>     | <i>N.S.</i>   |
| <i>SUELOS</i>   | <i>74.133333</i> | <i>2</i>  | <i>37.66667</i> | <i>2.298</i> | <i>0.1430</i> |
| <i>ERROR</i>  | <i>193.60000</i> | <i>12</i> | <i>16.13333</i> |              |               |
| <i>TOTAL</i>  | <i>267.73333</i> | <i>14</i> |                 |              |               |

Cuadro 12

| <i>Análisis de Varianza</i>   |                  |           |                  |              |               |
|---|------------------|-----------|------------------|--------------|---------------|
| <i>Del número de semillas por planta de tres suelos diferentes.</i> |                  |           |                  |              |               |
| <i>FUENTE</i>   | <i>SC</i>        | <i>gl</i> | <i>CM</i>        | <i>F</i>     | <i>N.S.</i>   |
| <i>SUELOS</i>   | <i>512.40000</i> | <i>2</i>  | <i>256.20000</i> | <i>0.960</i> | <i>0.4105</i> |
| <i>ERROR</i>  | <i>3203.2000</i> | <i>12</i> | <i>266.93333</i> |              |               |
| <i>TOTAL</i>  | <i>3715.6000</i> | <i>14</i> |                  |              |               |

Cuadro 13

| <i>Análisis de Varianza</i>   |                  |           |                  |              |               |
|---|------------------|-----------|------------------|--------------|---------------|
| <i>Del número de semillas por fruto de plantas de tres suelos diferentes.</i> |                  |           |                  |              |               |
| <i>FUENTE</i>   | <i>SC</i>        | <i>gl</i> | <i>CM</i>        | <i>F</i>     | <i>N.S.</i>   |
| <i>SUELOS</i>   | <i>2.3572133</i> | <i>2</i>  | <i>1.1786067</i> | <i>0.308</i> | <i>0.7402</i> |
| <i>ERROR</i>  | <i>45.854560</i> | <i>12</i> | <i>3.8212138</i> |              |               |
| <i>TOTAL</i>  | <i>48.211773</i> | <i>14</i> |                  |              |               |

Cuadro 14

| <i>Análisis de Varianza</i>  |                  |           |                  |              |               |
|--|------------------|-----------|------------------|--------------|---------------|
| <i>Del número de botones por planta de tres suelos diferentes.</i> |                  |           |                  |              |               |
| <i>FUENTE</i>  | <i>SC</i>        | <i>gl</i> | <i>CM</i>        | <i>F</i>     | <i>N.S.</i>   |
| <i>SUELOS</i>  | <i>241.73333</i> | <i>2</i>  | <i>120.86667</i> | <i>4.192</i> | <i>0.0416</i> |
| <i>ERROR</i>   | <i>346.00000</i> | <i>12</i> | <i>28.833333</i> |              |               |
| <i>TOTAL</i>   | <i>587.73333</i> | <i>14</i> |                  |              |               |

Cuadro 15

| <i>Análisis de Varianza</i>                                       |                  |           |                  |              |               |
|---|------------------|-----------|------------------|--------------|---------------|
| <i>Del número de flores por planta de tres suelos diferentes.</i> |                  |           |                  |              |               |
| <i>FUENTE</i>   | <i>SC</i>        | <i>gl</i> | <i>CM</i>        | <i>F</i>     | <i>N.S.</i>   |
| <i>SUELOS</i>   | <i>355.60000</i> | <i>2</i>  | <i>177.80000</i> | <i>8.935</i> | <i>0.0042</i> |
| <i>ERROR</i>  | <i>238.80000</i> | <i>12</i> | <i>19.90000</i>  |              |               |
| <i>TOTAL</i>  | <i>594.40000</i> | <i>14</i> |                  |              |               |

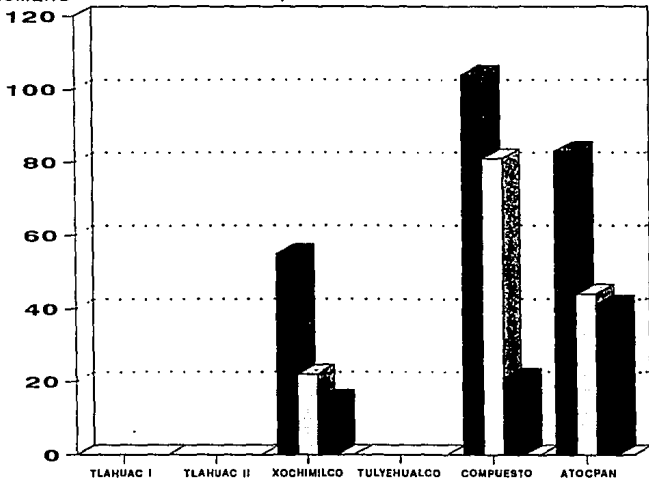
Cuadro 16

| <i>Análisis de Rango Múltiple</i>                                  |                |                  |                          |
|--|----------------|------------------|--------------------------|
| <i>Del número de flores por plantas de tres suelos diferentes.</i> |                |                  |                          |
| <i>Intervalos de Tukey HSD 95%</i>                                 |                |                  |                          |
| <i>SUELO</i>   | <i>CONTEOS</i> | <i>MEDIA</i>     | <i>GRUPOS HOMOGENEOS</i> |
| <i>Xochimilco</i>  | <i>5</i>       | <i>4.400000</i>  | <i>*</i>                 |
| <i>Atocpan</i>   | <i>5</i>       | <i>8.800000</i>  | <i>* *</i>               |
| <i>Compuesto</i>   | <i>5</i>       | <i>16.200000</i> | <i>*</i>                 |

FIGURA 4

NUMERO

BOTONES, FLORES Y FRUTOS



SUELOS

■ BOTONES □ FLORES ▨ FRUTOS

FIGURA 5

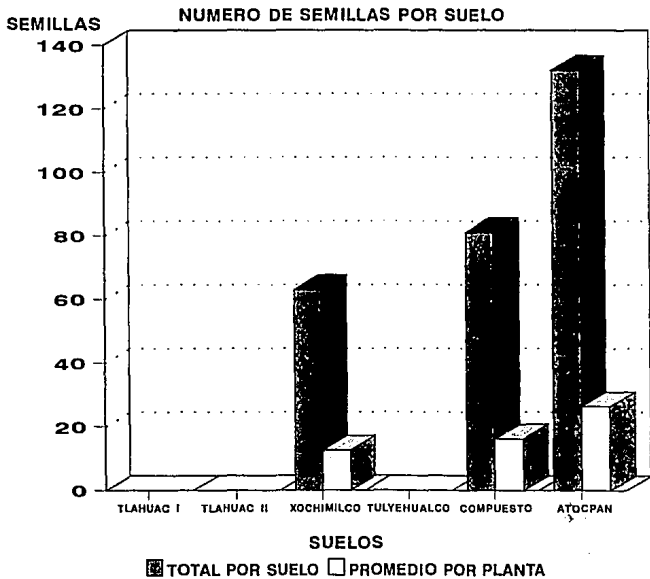
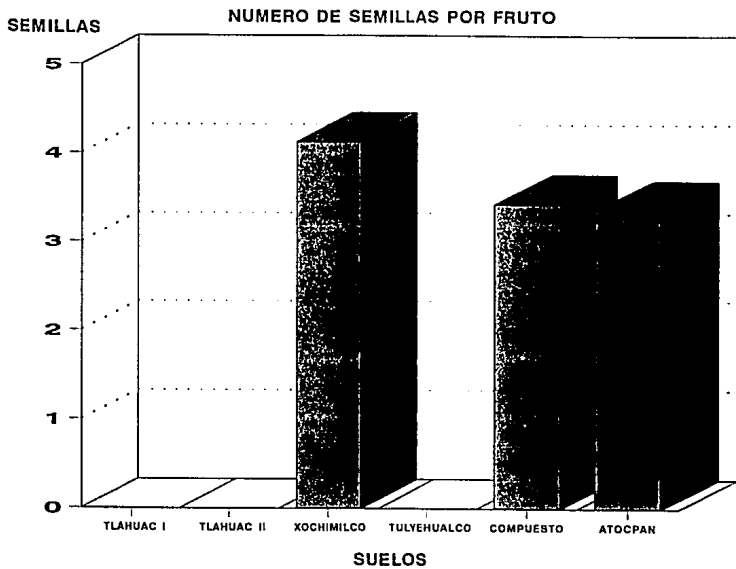


FIGURA 6



## LONGITUD Y PESO PROMEDIO DE LAS SEMILLAS.

Los Análisis de Varianza con respecto a la longitud promedio de las semillas y peso promedio de las semillas, mostraron a través de las distribuciones de las F, que sí existió un efecto significativo del suelo en relación con las variables de respuesta: longitud promedio de las semillas  $F_c = 10.426$ ,  $N.S. = 0.0024$  (Cuadro 17) y peso promedio de las semillas  $F_c = 5.036$ ,  $N.S. = 0.0258$  (Cuadro 19).

De acuerdo al Análisis de Rango Múltiple (HSD Tukey) se pudo determinar que el suelo de Atocpan fue donde se obtuvo un promedio mayor tanto en la longitud de las semillas (0.486 cm) como en el peso promedio de las semillas (0.038 gr); estos promedios presentaron diferencias significativas en relación con el suelo de Xochimilco. El suelo Compuesto presenta respuestas semejantes al suelo de Xochimilco y de Atocpan. (Cuadros 18, 20 y Figuras 7 y 8)

Cuadro 17

| Análisis de Varianza   |           |    |              |        |        |
|--|-----------|----|--------------|--------|--------|
| De la longitud de las semillas de las plantas de tres suelos diferentes. |           |    |              |        |        |
| FUENTE   | SC        | gl | CM           | F      | N.S.   |
| SUELOS   | 0.0136933 | 2  | 0.0068467    | 10.426 | 0.0024 |
| ERROR  | 0.0078800 | 12 | 6.56667E-004 |        |        |
| TOTAL  | 0.0215733 | 14 |              |        |        |

Cuadro 18

| Análisis de Rango Múltiple  |         |           |                   |
|---|---------|-----------|-------------------|
| De la longitud promedio de las semillas de las plantas de tres suelos diferentes. |         |           |                   |
| SUELO   | CONTEOS | MEDIA     | GRUPOS HOMOGENEOS |
| Xochimilco  | 5       | 0.4120000 | *                 |
| Compuesto   | 5       | 0.4480000 | * *               |
| Atocpan   | 5       | 0.4860000 | *                 |

Cuadro 19

| <i>Análisis de Varianza</i>  |                     |           |                     |              |               |
|--|---------------------|-----------|---------------------|--------------|---------------|
| <i>Del peso promedio de las semillas de las plantas de tres suelos diferentes.</i> |                     |           |                     |              |               |
| <i>FUENTE</i>  | <i>SC</i>           | <i>gl</i> | <i>CM</i>           | <i>F</i>     | <i>N.S.</i>   |
| <i>SUELOS</i>  | <i>4.12933E-004</i> | <i>2</i>  | <i>2.06467E-004</i> | <i>5.036</i> | <i>0.0258</i> |
| <i>ERROR</i>   | <i>4.92000E-004</i> | <i>12</i> | <i>4.10000E-005</i> |              |               |
| <i>TOTAL</i>   | <i>9.04933E-005</i> |           |                     |              |               |

Cuadro 20

| <i>Análisis de Rango Múltiple</i>  |                |                  |                          |
|--|----------------|------------------|--------------------------|
| <i>Del peso promedio de las semillas de las plantas de tres suelos diferentes.</i> |                |                  |                          |
| <i>SUELO</i>   | <i>CONTEOS</i> | <i>MEDIA</i>     | <i>GRUPOS HOMOGENEOS</i> |
| <i>Xochimilco</i>  | <i>5</i>       | <i>0.0260000</i> | <i>*</i>                 |
| <i>Compuesto</i>   | <i>5</i>       | <i>0.0334000</i> | <i>* *</i>               |
| <i>Atocpan</i>   | <i>5</i>       | <i>0.0388000</i> | <i>*</i>                 |

FIGURA 7

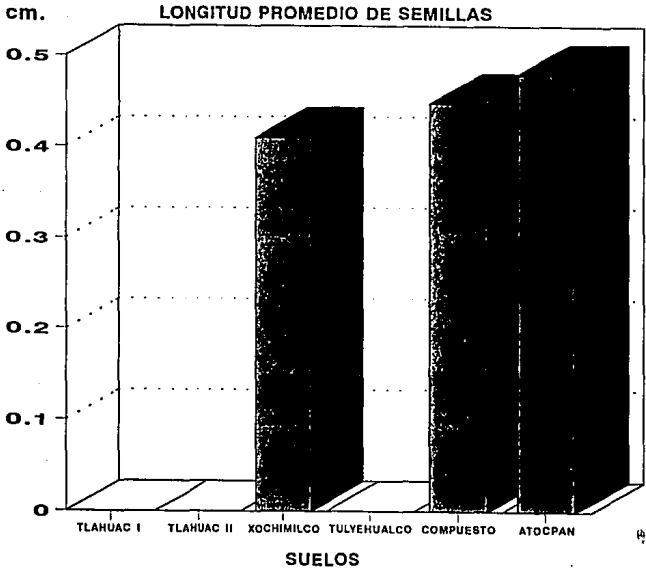
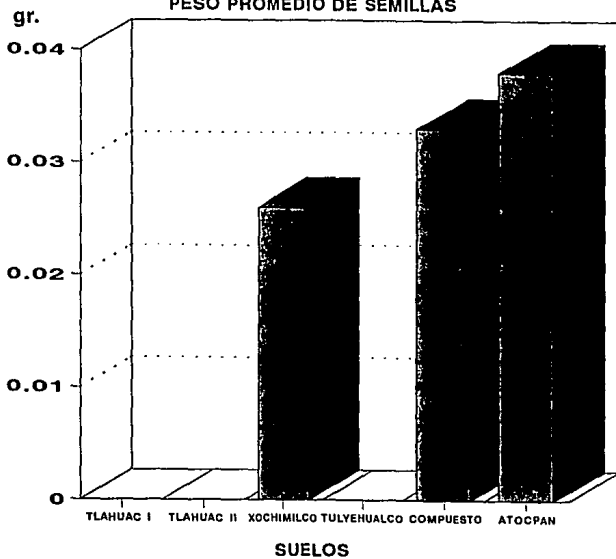




FIGURA 8

PESO PROMEDIO DE SEMILLAS



## PESO SECO DE LAS PLANTAS.

El Análisis de Varianza en relación con el peso seco de las plantas, mostró a través de la distribución de F, un efecto significativo del suelo en relación con la variable de respuesta: peso seco de las plantas.  $F_c = 10.595$ ,  $N.S. = 0.0000$ . (Cuadro 21)

Cuadro 21

| Análisis de Varianza                                   |           |    |           |        |       |
|--|-----------|----|-----------|--------|-------|
| Del peso seco de las plantas de seis suelos diferentes |           |    |           |        |       |
| FUENTE   | SC        | gl | CM        | F      | N.S.  |
| SUELOS   | 10.987063 | 5  | 2.1974125 | 10.595 | 0.000 |
| ERROR  | 4.9775528 | 24 | 0.2073980 |        |       |
| TOTAL  | 15.964615 | 29 |           |        |       |

De acuerdo al Análisis de Rango Múltiple (HSD Tukey) se pudo determinar que el suelo de Atoopan fue donde se obtuvo un promedio mayor en el peso seco de las plantas de 1.73 gr, en relación con los demás suelos, los cuales presentaron un promedio de peso seco menor a un miligramo; Xochimilco 0.295 gr., Compuesto 0.394 gr., Tláhuac II con 0.016 gr., Tláhuac I con 0.033 gr. y Tulyehualco con 0.043 gr. (Cuadro 22 y Figura 9)

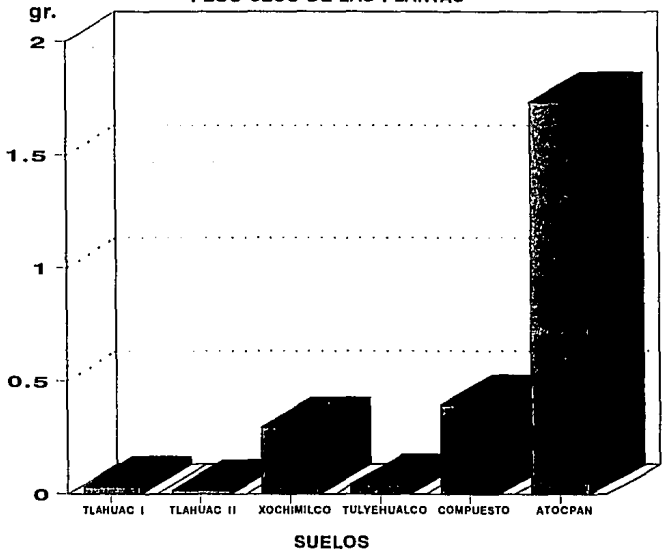
Dentro del grupo de cinco suelos con los menores promedios de peso seco, se observó una tendencia a obtener valores ligeramente más elevados en los suelos de Xochimilco y Compuesto, respecto a los de Tláhuac I, Tláhuac II y Tulyehualco.

Cuadro 22

| <i>Análisis de Rango Múltiple</i>                              |                |                  |                              |
|--|----------------|------------------|------------------------------|
| <i>Del peso seco de las plantas de seis suelos diferentes.</i> |                |                  |                              |
| <i>Intervalos de Tukey HSD 95%</i>                             |                |                  |                              |
| <i>SUELO</i>   | <i>CONTEOS</i> | <i>MEDIA</i>     | <i>GRUPOS<br/>HOMOGENEOS</i> |
| <i>Tláhuac II</i>  | <i>5</i>       | <i>0.0168000</i> | <i>*</i>                     |
| <i>Tláhuac I</i>   | <i>5</i>       | <i>0.0332000</i> | <i>*</i>                     |
| <i>Tulyehualco</i>   | <i>5</i>       | <i>0.0434000</i> | <i>*</i>                     |
| <i>Xochimilco</i>  | <i>5</i>       | <i>0.2950000</i> | <i>*</i>                     |
| <i>Compuesto</i>   | <i>5</i>       | <i>0.3944000</i> | <i>*</i>                     |
| <i>Atocpan</i>   | <i>5</i>       | <i>1.7342000</i> | <i>*</i>                     |

FIGURA 9

PESO SECO DE LAS PLANTAS



## PORCIENTO DE GERMINACION.

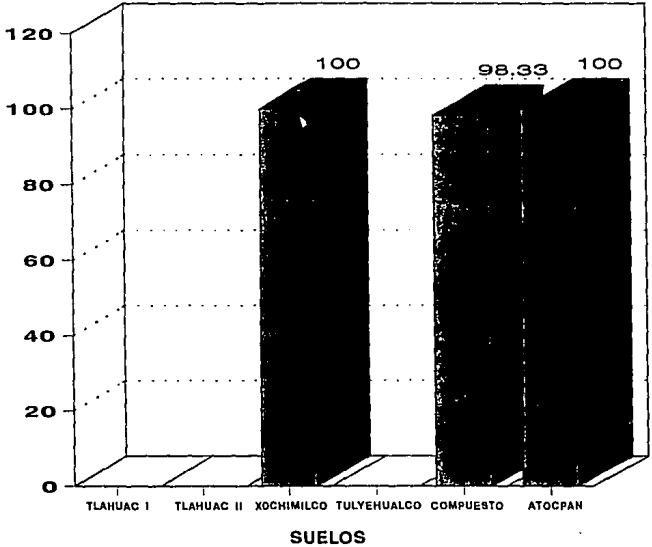
*El Análisis de Varianza aplicado al porcentaje de germinación, mostró a través de la distribución de F que no existió un efecto significativo del suelo en relación con la variable de respuesta, resultando un  $F_c = 1.000$ ,  $N.S. = 0.4219$ . (Cuadro 23 y Figura 10)*

Cuadro 23

| <i>Análisis de Varianza</i>   |                  |           |                  |              |               |
|---|------------------|-----------|------------------|--------------|---------------|
| <i>Del porcentaje de germinación de semillas de tres suelos diferentes.</i> |                  |           |                  |              |               |
| <i>FUENTE</i>   | <i>SC</i>        | <i>gl</i> | <i>CM</i>        | <i>F</i>     | <i>N.S.</i>   |
| <i>SUELOS</i>   | <i>37.094756</i> | <i>2</i>  | <i>18.547378</i> | <i>1.000</i> | <i>0.4219</i> |
| <i>ERROR</i>  | <i>111.28427</i> | <i>6</i>  | <i>18.547378</i> |              |               |
| <i>TOTAL</i>  | <i>148.37902</i> | <i>8</i>  |                  |              |               |

FIGURA 10

% PORCENTAJE DE GERMINACION DE SEMILLAS ESCARIFICADAS



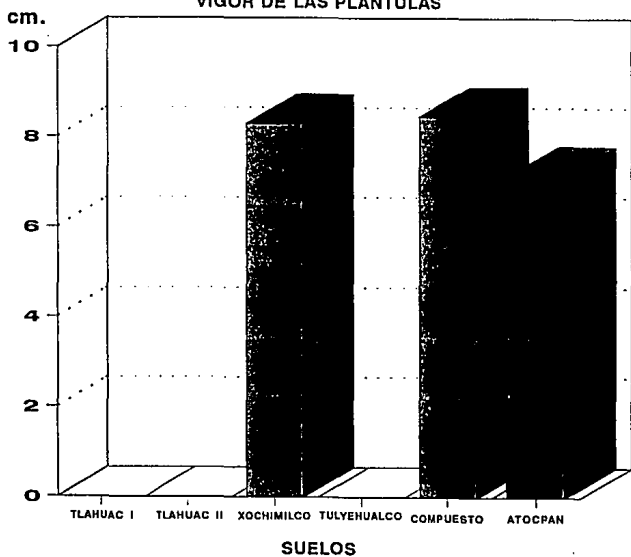
## VIGOR.

El Análisis de Varianza aplicado al vigor de las plántulas mostró a través de la distribución de F, que tampoco existió un efecto significativo del suelo con respecto al vigor de las plántulas, presentando un  $F_c = 4.142$ ,  $N.S. = 0.0741$  (Cuadro 24 y Figura 11).

Cuadro 24

| Análisis de Varianza                                  |           |    |           |       |        |
|---|-----------|----|-----------|-------|--------|
| Del vigor de las plántulas en tres suelos diferentes. |           |    |           |       |        |
| FUENTE  | SC        | gl | CM        | F     | N.S.   |
| SUELOS  | 3.1666667 | 2  | 1.5833333 | 4.142 | 0.0741 |
| ERROR   | 3.2933333 | 6  | 0.3822222 |       |        |
| TOTAL   | 5.4600000 | 8  |           |       |        |

FIGURA 11  
VIGOR DE LAS PLANTULAS





CUADRO 25

Resultados de los análisis físico-químicos de seis muestras de suelos  
Tlilhuac I, Tlilhuac II, Xochimilco, Tultehuacan, Atzacan y Compuerto

| MUESTRA       | PROFUNDIDAD<br>cm. | pH AGUA DESTILADA |     |       |     | DENSIDAD |          | TEXTURA   |         |      |       | CLASE TEXTURAL    | INTERCAMBIABLES |       |          |          |          |          |          | SOLUBLES |               |       |       |        |         |       |           |       |         |     |
|---------------|--------------------|-------------------|-----|-------|-----|----------|----------|-----------|---------|------|-------|-------------------|-----------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|-------|-------|--------|---------|-------|-----------|-------|---------|-----|
|               |                    | 1:2.5             | 1:5 | 1:2.5 | 1:5 | DA* g/ml | DR* g/ml | POROSIDAD | ARCILLA | LIHO | ARENA |                   | M.O.            | C     | C.I.C.T. | Ca++     | Mg++     | Na+      | K+       | P.S.J.   | pH            | C.E.  | Ca++  | Mg++   | Na+     | K+    | CO3=HCO3- | SO4=  | Cl-     |     |
|               |                    |                   |     |       |     |          |          | %         | %       | %    | %     |                   | %               | %     | meq/100g | meq/100g | meq/100g | meq/100g | meq/100g | meq/l    | PASTA mber/cm | meq/l |       |        |         |       |           |       |         |     |
| TLILHUAC I    | 0-10               | 8.25              | 8.5 | 8.0   | 8.1 | 0.50     | 1.86     | 73.09     | 17.4    | 59.8 | 22.8  | MIGAJON-LIMOSO    | 1.68            | 6.19  | 36.08    | 36.9     | 32.28    | 8.95     | 0.54     | 24.80    | 8.1           | 10.0  | 31.57 | 134.07 | 314.78  | 6.56  | 2         | 39.0  | 173.93  | 978 |
| TLILHUAC II   | 0-10               | 7.8               | 8.0 | 7.6   | 7.8 | 0.45     | 2.45     | 81.4      | 40.4    | 39.8 | 18.8  | ARCILLOSO         | 19.56           | 11.34 | 155.41   | 55.35    | 108.65   | 38.60    | 0.49     | 24.67    | 7.5           | 14.3  | 24.60 | 237.96 | 1758.26 | 15.28 | 1         | 102.0 | 1050.75 | 150 |
| XOCHIMILCO    | 0-10               | 8.0               | 8.1 | 7.7   | 7.9 | 0.62     | 1.51     | 58.83     | 18.3    | 57.4 | 24.33 | MIGAJON-LIMOSO    | 22.06           | 11.63 | 55.14    | 47.15    | 28.70    | 2.26     | 0.41     | 4.09     | 8.4           | 6.1   | 28.99 | 72.57  | 57.73   | 2.41  | 2         | 36.5  | 99.67   | 41  |
| TULTEHUACALCO | 0-10               | 8.9               | 9.1 | 8.4   | 8.6 | 0.57     | 1.92     | 70.19     | 30.4    | 44.8 | 24.8  | MIGAJON-ARCILLOSO | 17.93           | 7.52  | 61.70    | 45.05    | 39.97    | 7.30     | 2.1      | 11.83    | 8.6           | 8.6   | 27.47 | 108.03 | 189.86  | 19.59 | 6         | 50.0  | 148.78  | 120 |
| COMPUERTO     | 0-10               | 5.7               | 5.9 | 4.7   | 4.8 | 0.84     | 2.32     | 63.51     | 9.4     | 33.8 | 56.8  | MIGAJON-ARENOSO   | 8.95            | 5.19  | 17.52    | 8.20     | 1.02     | 1.13     | 0.21     | 6.44     | 7.0           | 0.8   | 3.28  | 0.41   | 2.52    | 1.33  | 0         | 21.0  | 2.57    | 7   |
| ATOCAPAN      | 0-10               | 6.1               | 6.4 | 5.3   | 5.4 | 0.95     | 2.18     | 56.57     | 15.2    | 45.8 | 34.8  | FRANCO            | 2.69            | 1.56  | 19.47    | 13.87    | 83.02    | 1.39     | 0.25     | 7.13     | 7.6           | 1.5   | 11.89 | 4.51   | 3.30    | 0.97  | 0         | 19.0  | 5.99    | 10  |

\* DA - Densidad aparente  
DR - Densidad real

## ANÁLISIS DE SUELOS

*Calicata: Tláhuac I  
(Profundidad 0-10 cm.)*

*La clase textural es migajón-limoso, encontrándose en mayor porcentaje el limo en un 59.8%, seguido de la arena con 22.8% y por último de arcilla un 17.4%.*

*La densidad aparente (D.A.) es de 0.50 g/ml, la densidad real (D.R.) fue de 1.86 g/ml, la porosidad es muy alta 73.09%.*

*El pH fue alcalino tanto con agua destilada (relaciones 1:2.5=pH 8.25 y 1:5=pH 8.5) como con KCl (relaciones 1:2.5=pH 8.0 y 1:5=pH 8.1).*

*La materia orgánica (M.O.) presente en este suelo, se consideró alta, al presentar 10.68%.*

*Con respecto a los cationes intercambiables, el  $\text{Ca}^{++}$  presentó un valor de 36.90 meq/100g de suelo, el  $\text{Mg}^{++}$  presentó un valor de 32.28 meq/100g., el  $\text{Na}^+$  fue de 8.95 meq/100g y por último el  $\text{K}^+$  fue de 0.54 meq/100g.*

*La capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.) fue de 36.08 meq/100g. Se registró un porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I.) alto de 24.80.*

*En el extracto de la pasta de saturación, el pH fue de 8.1 lo que indica que está dentro del rango alcalino y la conductividad eléctrica (C.E.) fue 10.0 mmhos/cm.*

*El  $\text{Ca}^{++}$  soluble fue 31.57 meq/l, el  $\text{Mg}^{++}$  de 134.07 meq/l, el  $\text{Na}^+$  presente fue muy alto de 314.78 meq/l y el  $\text{K}^+$  presente fue de 6.56 meq/l.*

*Con respecto a los aniones solubles tenemos que los cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) fueron de 978.0 meq/l, los sulfatos ( $\text{SO}_4^{--}$ ) de 173.93 meq/l, los carbonatos ( $\text{CO}_3^{--}$ ) fueron de 2.0 meq/l y por último los bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) fueron de 39.0 meq/l.*

*Por su alta conductividad eléctrica, mayor que 4 (>4) se consideraría como un suelo salino, pero por el valor del P.S.I. alto mayor que 15 (>15) está dentro de los suelos salino-sódicos. (Cuadro 25)*

*Calicata: Tláhuac II  
(Profundidad 0-10 cm.)*

*La clase textural es arcillosa, encontrándose en mayor proporción la arcilla 40.4%, seguida por el limo 39.8% y por último arena un 18.8%.*

*La densidad aparente (D.A.) es de 0.45 g/ml, la densidad real (D.R.) fue de 2.45 g/ml y la porosidad es alta 81.4%.*

*El pH fue alcalino tanto con agua destilada (relaciones 1:2.5=pH 7.8 y 1:5=pH 8.0) como con KCl (relaciones 1:2.5=pH 7.6 y 1:5=pH 7.8).*

*La materia orgánica (M.O.) presente en este suelo, se consideró muy alta, al presentar 19.56%.*

*Con respecto a los cationes intercambiables, el  $\text{Ca}^{++}$  presentó un valor de 55.35 meq/100g de suelo, el  $\text{Mg}^{++}$  presentó un valor de 108 meq/100g., el  $\text{Na}^+$  fue de 38.60 meq/100g y por último el  $\text{K}^+$  fue de 0.49 meq/100g.*

*La capacidad de intercambio cationico total (C.I.C.T.) fue de 156.41 meq/100g. Se registró un porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I.) muy alto de 24.67.*

*En el extracto de la pasta de saturación, el pH fue de 7.5 lo que indica que está dentro del rango ligeramente alcalino y la conductividad eléctrica (C.E.) fue 14.3 mmhos/cm. siendo muy alta.*

*El  $\text{Ca}^{++}$  soluble fue 24.60 meq/l, el  $\text{Mg}^{++}$  de 227 meq/l, el  $\text{Na}^+$  presente fue muy alto de 1798 meq/l y el  $\text{K}^+$  presente fue de 15.28 meq/l.*

*Con respecto a los aniones solubles tenemos que los cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) fueron de 290.0 meq/l, los sulfatos ( $\text{SO}_4^{--}$ ) de 1030.75 meq/l, los carbonatos ( $\text{CO}_3^{--}$ ) fueron de 1.0 meq/l y por último los bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) fueron de 102.0 meq/l.*

*Por su alta conductividad eléctrica, este suelo se consideraría como un suelo salino, del P.S.I. alto mayor que 15 está dentro de los suelos salino-sódicos, asimismo su pH es menor de 8.5. (Cuadro 25)*

*Calicata: Xochimilco  
(Profundidad 0-10 cm.)*

*La clase textural es migajón-limoso, en proporciones parecidas suelo de Tláhuac I.*

*La densidad aparente (D.A.) es de 0.62 g/ml, la densidad real (D.R.) fue de 1.51 g/ml, la porosidad es muy alta 58.83%.*

*El pH fue alcalino tanto con agua destilada (relaciones 1:2.5=pH 8.0 y 1:5=pH 8.1) como con KCl (relaciones 1:2.5=pH 7.0 y 1:5=pH 7.1).*

*La materia orgánica (M.O.) presente en este suelo, se consideró la más alta de los seis suelos, al presentar 20.06%.*

*Con respecto a los cationes intercambiables, el  $Ca^{++}$  presentó un valor de 47.15 meq/100g de suelo, el  $Mg^{++}$  presentó un valor de 28.70 meq/100g., el  $Na^+$  fue de 2.26 meq/100g y por último el  $K^+$  fue de 0.31 meq/100g.*

*La capacidad de intercambio cationico total (C.I.C.T.) fue de 55.14 meq/100g. Se registró un porciento de sodio intercambiable (P.S.I.) bajo de 4.09.*

*En el extracto de la pasta de saturación, el pH fue de 8.4 lo que indica que es medianamente alcalino y la conductividad eléctrica (C.E.) fue 6.1 mmhos/cm.*

*El  $Ca^{++}$  soluble fue 28.99 meq/l, el  $Mg^{++}$  de 72.57 meq/l, el  $Na^+$  presente fue menor que en los suelos anteriores de 57.73 meq/l y el  $K^+$  presente fue de 2.41 meq/l.*

*Con respecto a los aniones solubles tenemos que los cloruros ( $Cl^-$ ) fueron de 41.0 meq/l, los sulfatos ( $SO_4^{2-}$ ) de 99.67 meq/l, los carbonatos ( $CO_3^{2-}$ ) fueron de 2.0 meq/l y por último los bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ) fueron de 36.5 meq/l.*

*Por su alta conductividad eléctrica, mayor que 4 se consideraría como un suelo salino, siendo considerable la presencia de materia orgánica; pero por el valor del P.S.I. alto mayor que 15 está dentro de los suelos salino-sódicos. (Cuadro 25)*

*Calicata: Tulyehualco  
(Profundidad 0-10 cm.)*

*La clase textural es migajón-arcilloso, encontrándose en mayor porcentaje el limo en un 44.8%, seguido de la arcilla con 30.4% y por último el 24.8% de arena.*

*La densidad aparente (D.A.) es de 0.57 g/ml, la densidad real (D.R.) fue de 1.92 g/ml, la porosidad es alta 70.19%.*

*El pH fue fuertemente alcalino, siendo el suelo que presenta mayor pH; tanto con agua destilada (relaciones 1:2.5=pH 8.9 y 1:5=pH 9.10) como con KCl (relaciones 1:2.5=pH 8.4 y 1:5=pH 8.6).*

*La materia orgánica (M.O.) presente en este suelo, se consideró alta, al presentar 12.98%.*

*Con respecto a los cationes intercambiables, el  $Ca^{++}$  presentó un valor de 43.05 meq/100g de suelo, el  $Mg^{++}$  presentó un valor de 39.97 meq/100g., el  $Na^+$  fue de 7.30 meq/100g y por último el  $K^+$  fue de 2.10 meq/100g.*

*La capacidad de intercambio cationico total (C.I.C.T.) fue de 61.70 meq/100g. Se registró un porciento de sodio intercambiable (P.S.I.) alto de 11.83.*

*En el extracto de la pasta de saturación, el pH fue de 8.6 lo que indica que es fuertemente alcalino.*

*El  $Ca^{++}$  soluble fue 27.47 meq/l, el  $Mg^{++}$  de 108.03 meq/l, el  $Na^+$  presente fue muy alto de 189.86 meq/l y el  $K^+$  presente fue de 19.89 meq/l.*

*Con respecto a los aniones solubles los cloruros ( $Cl^-$ ) fueron de 120.0 meq/l, los sulfatos ( $SO_4^{--}$ ) de 148.78 meq/l, los carbonatos ( $CO_3^{--}$ ) fueron de 6.0 meq/l y por último los bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ) fueron de 50.0 meq/l.*

*Por su alta conductividad eléctrica, mayor que 4 se consideraría como un suelo salino, pero por el valor del P.S.I. alto mayor que 15 está dentro de los suelos fuertemente salinos. (Cuadro 25)*

*Calicata: Compuesto  
(Profundidad 0-10 cm.)*

*La clase textural es migajón-arenoso, encontrándose en mayor porcentaje la arena con 56.8%, seguido del limo en un 33.8% y por último 9.4% de arcilla.*

*La densidad aparente (D.A.) es de 0.84 g/ml, la densidad real (D.R.) fue de 2.32 g/ml, la porosidad es de 63.51%.*

*El pH fue ácido tanto con agua destilada (relaciones 1:2.5=pH 5.7 y 1:5=pH 5.9) como con KCl (relaciones 1:2.5=pH 4.7 y 1:5=pH 4.8), teniendo un pH medianamente ácido.*

*La materia orgánica (M.O.) presente en este suelo, se consideró alta, al presentar 8.95%.*

*Con respecto a los cationes intercambiables, el  $Ca^{++}$  presentó un valor de 8.20 meq/100g de suelo, el  $Mg^{++}$  presentó un valor de 1.2 meq/100g. siendo el más bajo de todos los suelos, el  $Na^+$  fue de 1.13 meq/100g siendo el más bajo comparado con los seis suelos y por último el  $K^+$  fue de 0.21 meq/100g.*

*La capacidad de intercambio cationico total (C.I.C.T.) fue menor de 17.52 meq/100g. Se registró un porciento de sodio intercambiable (P.S.I.) de 6.94.*

*En el extracto de la pasta de saturación, el pH fue de 7.0 lo que indica que es neutro.*

*El  $Ca^{++}$  soluble fue 3.28 meq/l, el  $Mg^{++}$  de 0.41 meq/l siendo el más bajo de los seis suelos en estudio, el  $Na^+$  presente fue de 2.52 meq/l y el  $K^+$  presente fue de 1.33 meq/l.*

*Con respecto a los aniones solubles los cloruros ( $Cl^-$ ) fueron de 7.0 meq/l, los sulfatos ( $SO_4^{--}$ ) de 2.57 meq/l, los carbonatos ( $CO_3^{--}$ ) no están presentes y por último los bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ) fueron de 21.0 meq/l.*

*Este suelo no presenta conductividad eléctrica alta, el P.S.I. es bajo, el pH es neutro y el  $Na^+$  presente es bajo.*

*Este suelo es un suelo normal, su conductividad eléctrica es menor que 4, el P.S.I. menor que 15 y el pH es menor que 8.5. (Cuadro 25)*

*Calicata: Atocpan  
(Profundidad 0-10 cm.)*

*La clase textural franco, encontrándose en mayor porcentaje el limo en un 45.8%, seguido de la arena con 38.8% y por último la arcilla con un 15.4%.*

*La densidad aparente (D.A.) es de 0.94 g/ml, la densidad real (D.R.) fue de 2.18 g/ml, la porosidad es de 56.57%.*

*El pH registrado con agua destilada (relaciones 1:2.5=pH 6.1 y 1:5=pH 6.4) como con KCl (relaciones 1:2.5=pH 5.3 y 1:5=pH 5.4).*

*La materia orgánica (M.O.) presente en este suelo, se consideró media-baja, al presentar 2.69%.*

*Con respecto a los cationes intercambiables, el  $Ca^{++}$  presentó un valor de 13.87 meq/100g de suelo, el  $Mg^{++}$  presentó un valor de 82.02 meq/100g., el  $Na^{+}$  fue de 1.39 meq/100g y por último el  $K^{+}$  fue de 0.25 meq/100g.*

*La capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.) fue de 19.47 meq/100g. Se registró un porciento de sodio intercambiable (P.S.I.) de 7.13 meq/g.*

*En el extracto de la pasta de saturación, el pH fue de 7.6 lo que indica que es ligeramente alcalino.*

*El  $Ca^{++}$  soluble fue 13.87 meq/l, el  $Mg^{++}$  de 4.51 meq/l, el  $Na^{+}$  presente fue soluble de 3.30 meq/l y el  $K^{+}$  presente fue de 0.97 meq/l.*

*Con respecto a los aniones solubles tenemos que los cloruros ( $Cl^{-}$ ) fueron de 10.0 meq/l, los sulfatos ( $SO_4^{--}$ ) de 5.99 meq/l, los carbonatos ( $CO_3^{--}$ ) no estuvieron presentes y por último los bicarbonatos ( $HCO_3^{-}$ ) fueron de 19.0 meq/l.*

*Su conductividad eléctrica no es alta, el P.S.I. es bajo, asimismo su pH oscila en un pH neutro, por lo cual es considerado un suelo normal. (Cuadro 25)*

## DISCUSION

*Ipomoea purpurea* es una especie de la vegetación secundaria (Rzedowski, 1985) que se distribuye exitosamente en las zonas templadas y es considerada como una maleza bastante agresiva por su rápido crecimiento vegetativo, y su gran producción de semillas.

Su selección para este estudio se debió fundamentalmente a que es una especie silvestre, anual ampliamente distribuida en el Valle de México, de fácil obtención y muy resistente.

La influencia del suelo en el desarrollo de las plantas es un hecho conocido desde la más remota antigüedad.

A través de la observación del desarrollo de las plantas de *Ipomoea purpurea* y mediante el análisis de los resultados obtenidos, se pudo determinar la formación de dos conjuntos. En los párrafos siguientes cuando se mencionan los lugares de procedencia de los suelos, se debe entender que son los resultados de las plantas que crecieron en dichos suelos.

En el primer conjunto se ubicaron las plantas que llevaron a cabo su desarrollo en los suelos de Tláhuac I, Tláhuac II y Tulyehualco caracterizándose por la longitud de tallo pequeño, poca cantidad de hojas definitivas y por presentar éstas últimas una longitud pequeña.

En un segundo conjunto encontramos a las plantas que se desarrollaron en los suelos de Xochimilco, Compuesto y Atocpan distinguiéndose del conjunto anterior al presentar una mayor longitud de tallo, mayor cantidad de hojas definitivas y una mayor longitud de las mismas. Cabe mencionar que solamente las plantas se desarrollaron en éste segundo conjunto, alcanzaron la madurez fisiológica, es decir, produjeron flores, frutos y semillas.

Las plantas correspondientes al suelo Compuesto presentaron mayor cantidad de flores, pero no de frutos, es decir, muchas flores cayeron antes de fructificar; en el suelo de Xochimilco las plantas tuvieron pocas flores, pero la mayoría se convirtieron en frutos y por último tenemos las plantas del suelo de Atocpan donde existió un número intermedio de flores (entre el Compuesto y el de Xochimilco) pero la gran mayoría dieron frutos.

Respecto a las semillas, aunque el análisis de varianza no detecta diferencias significativas, se puede observar una tendencia de las plantas del suelo de Atocpan a producir mayor cantidad de semillas, respecto al suelo Compuesto y al de Xochimilco (relaciones: total de semillas por suelo y promedio de semillas por planta).

En relación a las semillas producidas por fruto, nuevamente el análisis de varianza muestra que no hay diferencias significativas, sin embargo se puede observar la tendencia de las plantas del suelo de Xochimilco a producir mayor cantidad de semillas.



*Cabe resaltar que en este caso el tamaño y el peso es el menor, comparando con las semillas de los suelos Compuesto y Atocpan.*

*En las plantas del suelo Compuesto se obtuvieron un número intermedio de semillas entre el suelo de Xochimilco y el de Atocpan, pero su tamaño y longitud son mayores que las del suelo de Xochimilco y menores, que las del suelo de Atocpan.*

*Además tenemos que las plantas del suelo de Atocpan presentan una menor producción de semillas por fruto, pero su tamaño y su peso son los más grandes entre las semillas de las plantas de los tres suelos.*

*El último parámetro cuantificado fue el vigor de las plántulas (longitud) encontrándose que no existió diferencia alguna en el crecimiento de las plántulas de los suelos de Atocpan, Xochimilco y Compuesto.*

*Al relacionar la formación de los dos conjuntos anteriores con los datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de los seis suelos diferentes, podemos ver nuevamente la existencia de dos grupos; marcados por la presencia de sustancias o elementos en proporciones semejantes en cada uno de los dos conjuntos.*

*De acuerdo a los resultados se observa la presencia de sales solubles en grandes proporciones en los suelos de Tláhuac II, Tláhuac I y Tulyehualco así como el sodio presente en estos mismos suelos es muy superior al igual que las sales respecto a los suelos de Atocpan, Compuesto y Xochimilco.*

*Se considera que un pH de 6.5 a 7.5 es el orden de pH en el que son accesibles la mayoría de los nutrimentos para las plantas. (Tamhane, 1978)*

*Al respecto los tratamientos constituidos por suelos de chinampas presentaron pH alcalinos tanto en su medición directa como en la pasta de saturación siendo estos pHs superiores a 7.5 llegando hasta 9.1; entre ellos, el suelo de Xochimilco fue el único donde se desarrollaron las plantas hasta su madurez.*

*En relación con los suelos de Atocpan y Compuesto sus pHs se ubican dentro de 6.0 a 7.6.*

*Las densidades aparentes son bajas (menores a 1 g/ml) y presentan valores entre 0.45 y 0.94 g/ml. Las densidades reales son también un poco bajas y oscilan entre 1.52 y 2.45 g/ml. Al relacionar ambas densidades se obtuvieron porcentajes altos de porosidad, en la mayoría de los casos, mayor del 56% hasta llegar a un 81.4%. Es importante hacer notar que los suelos de Tláhuac II, Tláhuac I y Tulyehualco son los que presentaron mayor porosidad.*

*Está característica es positiva desde el punto de vista de fertilidad de estos suelos y es principalmente por los altos contenidos de materia orgánica, además de la influencia de la textura. (Vallejo, 1992)*

*Aparentemente los suelos antes mencionados deberían ser los más favorecidos, pero la presencia de altas cantidades de sales y de sodio en estos suelos, disminuyen los espacios de aereación, oxigenación y de drenado de agua.*

*De acuerdo a U.S.D.A. se sabe que los suelos salinos presentan un contenido elevado en sales solubles. Tradicionalmente, los suelos se han clasificado como salinos si la conductividad de su extracto de saturación excede 4 mmhos/cm.*

*Los suelos salinos suelen contener más del 0.2% de sales solubles, la presencia de sales eleva la presión osmótica y dificulta en casos extremos la absorción de agua por parte de las plantas. La mayoría de las sales presentan una reacción neutra o casi neutra pero algunas son alcalinas, por lo que el pH del suelo suele oscilar entre 7.3 y 8.5.*

*Por otro lado los suelos salino-sódicos combinan el alto contenido en sales (más del 4 mmhos/cm en el extracto de saturación) de los suelos salinos, con la riqueza en  $\text{Na}^+$  (más del 15% de los sitios de intercambio) de los suelos sódicos. Suelen presentar pH que oscilan entre 8.0 y 8.5. Sus propiedades coinciden con las de los suelos salinos excepto, que el lavado los transforma en suelos sódicos, los suelos salinos y salino-sódicos presentan el mismo aspecto, pero es importante discernirlos bien. (Thomson, 1982)*

*Uno de los factores que pudo influir directamente en el desarrollo de las plantas fue el pH; si bien es cierto que la mayoría de los suelos tienen un valor de pH que oscila entre 4 y 8, casi todos los suelos con pH superior a 8 poseen un exceso de sales o un elevado porcentaje de  $\text{Na}^+$  en sus sitios de intercambio catiónico. Este es el caso de los suelos de Tláhuac I, Tláhuac II, Tulyehualco y Xochimilco, en donde las plantas no llegaron a la fase reproductiva exceptuando las del suelo de Xochimilco en el que se encontró el mayor porcentaje de M.O. de todos los tratamientos.*

*La vegetación tiene influencia compleja sobre el pH del suelo puesto que produce materia orgánica y además porque influye en el proceso de lavado. La adición al suelo de materia orgánica degradable da lugar a la formación de ácidos orgánicos que aumentan la capacidad de intercambio de cationes por que disminuyen el porcentaje de saturación de bases y, por lo tanto, el pH. (Thompson, 1982)*

*Dado lo anterior se puede deducir que el porcentaje de materia orgánica presente en el suelo de Xochimilco (20.06%) contribuyó para el desarrollo de las plantas, independientemente de estar considerado como un suelo salino (medianamente) al igual que el suelo de Tulyehualco pero este presentó un 12.98% de M.O.*

*En relación a los suelos de Atocpan y Compuesto su pH es el adecuado para una buena obtención de macro y micronutrientes del suelo.*

*Se puede considerar que otro factor que influyó directamente en el desarrollo de las plantas fueron las elevadas cantidades de sales solubles en los suelos de Tláhuac I, Tláhuac II y Tulyehualco siendo menor en el suelo de Xochimilco, casi imperceptible en los suelos de Atocpan y Compuesto.*

*Los primeros 2 suelos están considerados como suelos salino-sódico ya que su conductividad eléctrica es superior a 4 mmhos/cm a 25°C y su P.S.I. es mayor del 15%, los 2 suelos siguientes son considerados como salinos por su conductividad mayor de 4 mmhos/cm y su P.S.I. es menor a 15%<sup>2</sup>.*

*Las sales solubles suelen comprender los cloruros, sulfatos nitratos así como algunos carbonatos de sodio, potasio, magnesio y calcio (y muchos otros elementos en cantidades menores). Estas sales las podemos observar en proporciones mayores en los suelos de Tláhuac II, Tláhuac I y Tulyehualco y Xochimilco en donde el desarrollo de las plantas de L. purpurea fue diferente, exceptuando el suelo de Xochimilco con alto contenido de materia orgánica y los suelos de Atocpan y Compuesto considerados como suelos normales.*

*Las sales solubles constituyen un verdadero problema sólo en los suelos salinos, donde dificultan el crecimiento de las plantas a causa de su efecto osmótico. La presión osmótica se añade a la tensión del agua en el suelo, limitando la disponibilidad de la misma a las plantas.*

*Con base en lo anterior se puede entender porque en los suelos de Tláhuac II (salino-sódico) y Tláhuac I (salino-sódico) el desarrollo vegetativo de las plantas fue mínimo, siendo en el primer suelo casi imperceptible y en el cual las plantas murieron rápidamente y en el caso de los suelos salinos su desarrollo fue ligeramente mayor destacando el suelo salino de Xochimilco donde la materia orgánica jugó un papel importante para el desarrollo de las plantas hasta llegar a su fase reproductiva, no así en el suelo de Tulyehualco donde la materia orgánica está presente en mucho menor porcentaje.*

*Para explicar el menor desarrollo de las plantas que crecen bajo condiciones de salinidad, se sabe que existen dos mecanismos mediante los cuales las plantas experimentan un aumento en biomasa o crecimiento, dicho proceso está regido por la división celular y/o por el crecimiento celular.*

*Aceves (1981) citado por Vallejo (1992), menciona la hipótesis de que las plantas bajo condiciones de salinidad no crecen ya que la división celular se ve afectada y la pared celular pierde prematuramente su plasticidad debido a que las sales propician la aparición de lignina y pectatos que dan rigidez e impiden el crecimiento. Esto trae como consecuencia que las plantas tengan menos células y además de tamaño reducido, menor área foliar y como consecuencia una menor área fotosintética.*

---

<sup>2</sup> Según Richards y Wilcox, 1954; citado por Aguilera, 1989.

*Lo anterior permite explicar las longitudes pequeñas obtenidas por las plantas de los suelos salinos y salino-sódicos, además de que el tamaño de las hojas fue menor al de las hojas de las plantas de los suelos normales.*

*El efecto que causan las sales sobre las plantas, está en función de su naturaleza y concentración. Las sales que poseen una alta solubilidad son más perjudiciales, ya que generan soluciones del suelo muy concentrados siendo mayor el efecto desfavorable sobre los vegetales. La Toxicidad de las sales varía en gran medida en razón de la solubilidad. (Vallejo, 1992)*

*En el caso de Tláhuac II las sales solubles presentes en mayor proporción fueron los sulfatos, seguidos por los cloruros y por último los bicarbonatos. En el caso de Tláhuac I en primer término estuvieron presentes los cloruros, seguidos por los sulfatos y por último los bicarbonatos; en lo que respecta a Tulyehualco, los sulfatos están en mayor cantidad seguidos por los cloruros y al último se ubicaron los bicarbonatos. El suelo de Xochimilco presentó una mayor concentración de sulfatos, seguido de los cloruros y muy cercano los bicarbonatos.*

*Los suelos de Atocpan y Compuesto presentan mínimas cantidades de los diferente tipos de sales.*

*La presencia de altas concentraciones de sodio también afectó directamente el desarrollo de las plantas siendo muy notorio esto en los suelos de Chinampas que comprende a los suelos de Tláhuac I, Tláhuac II, Tulyehualco y Xochimilco.*

*Con base en que los cationes adsorbidos a las partículas del suelo pueden intercambiarse libremente y de manera equivalente con los cationes contenidos en la solución del suelo (fenómeno conocido como intercambio catiónico), se establece una relación muy estrecha entre los cationes intercambiables y los solubles del suelo ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{+++}$ , etc). Cuando en los suelos se acumula un exceso de sales solubles, debido a la precipitación de los compuestos de calcio y magnesio, el sodio es el catión que predomina en la solución del suelo. Además a medida que la solución del suelo se concentra más a consecuencia de la evaporación del agua, los límites de solubilidad del sulfato y carbonato de calcio casi siempre se exceden, por lo cual se precipitan y causan el aumento en las proporciones relativas del sodio. (Allison, 1982) citado por (Vallejo, 1992)*

*La elevada proporción del sodio originó las alteraciones físicas del suelo, que son producto de la dispersión de los coloides (principalmente arcilla y materia orgánica) que destruye la estructura natural del suelo y bloquea los espacios porosos por donde se difunden el aire y agua del suelo. De este modo la permeabilidad se ve alterada desfavorablemente y comienzan los problemas de drenaje natural del suelo. (Vallejo, 1992)*

*En los suelos de Atocpan y Compuesto la presencia del  $\text{Na}^+$  fue mínima, no afectando el buen desarrollo de las plantas hasta lograr llegar a su fase reproductiva. En el caso del suelo de Xochimilco, el gran porcentaje de materia orgánica contribuyó a contrarrestar los efectos del sodio sobre el desarrollo de las plantas.*

*Esto se reafirma por el hecho de que los ácidos orgánicos liberados de la materia orgánica en descomposición ayudan a reducir la alcalinidad de los suelos. (Tamhane, 1970)*

*Es importante hacer mención que en condiciones naturales, la floración de I. purpurea tiene lugar en los meses de julio y agosto, mientras que de octubre a diciembre las cápsulas se secan y se abren y se dispersan de 5 a 6 semillas maduras deshidratadas. Sin embargo, la fase experimental del trabajo se desarrolló en los meses de octubre a febrero; la floración inició a finales del mes de noviembre, y las primeras, semillas maduras se obtuvieron en enero. El desarrollo fuera de la época favorable trajo como consecuencia bajos rendimientos en biomasa y producción de estructuras reproductivas.*

*No obstante, la capacidad de supervivencia de esta especie permitió valorar el efecto que ejercen diferentes suelos, con lo que se cumplen los objetivos planteados.*

## BIBLIOGRAFIA

- ACEVES, N.L. (1981) *Los terrenos ensalitrados y los métodos para su recuperación.*  
Universidad Autónoma de Chapingo, México
- AGUNDIS, M. O. (1984) *Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el combate de la maleza.*  
INIA, SARH.  
Publicación 15, México
- AGUILERA, H.N. et al (1987-1991) *Rehabilitación de suelos de Chinampa y sus relaciones con las plantas cultivadas I,II,IV y V informes de trabajo al CONACYT.*  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.
- AGUILERA, H.N. (1989) *Tratado de Edafología de México. Tomo I*  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.
- ALVA, G.R. (1988) *Ontogenia de laticíferos de Ipomoea purpurea (Convolvulacea) y su detención con microscopía de fluorescencia.*  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.  
Tesis de licenciatura.
- ALLISON, L.E. (1982) *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salino-sódicos.*  
U.S.D.A. Limusa, México
- CASTRO, M.E. (1976) *Distribución, Biología y combate de correhuela (Ipomoea purpurea) L. Roth y meloncillo (Cucumis melo) L. All (Ageris Naudin), en los cultivos de maíz y sorgo de la región norte de Tamaulipas.*  
Universidad Autónoma Agraria, México  
Tesis de licenciatura.
- COE, D.M. (1971) *Las Chinampas de México.*  
Traducción de José A. Torrizo  
Dpto. Economía Agrícola E.N.A.  
U.A. CH., México
- DOMINGUEZ, R.V. y  
AGUILERA, H.N. (1989) *Metodología de análisis físico-químico de suelos.*  
Laboratorio de Edafología.  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.

- DOMINGUEZ, V.L. (19 ) *Actividad enzimática en la degradación del almidón durante el desarrollo de la semilla de Ipomoea purpurea*  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.  
Tesis de licenciatura.
- JIMENEZ-OSORIO, J.J., R.T. et al (1990) *Presente, pasado y futuro de las chinampas. Sostenibilidad Maya. Vol. 1, México*
- MARQUEZ-GUZMAN, J. (1987) *Anatomía e histoquímica del Desarrollo de la semilla Turbina corimbosa (L.) Raf (Convolvulaceae)*  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.  
Tesis doctoral.
- MATUDA, E. y LLAMAS, R. (1964-1965) *Anales del Instituto de Biología. El género Ipomoea en México.*  
Tomos XXXIV (1964), XXXV (1964), XXXVI
- Mc. DONALD, J.A. (1987) *Familia Convolvulaceae (publicación inédita) INIREB, México*
- MORENO, M.E. (1984) *Análisis físicos y biológicos de semillas agrícolas. Instituto de Biología, U.N.A.M.*
- NUÑEZ, M. C. (1992) *Presencia de laticiferos en embriones de once géneros de Convolvulaceas mexicanas.*  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.  
Tesis de licenciatura.
- PEDRAZA, R.A. (1983) *Estudio Palinológico de la Familia Convolvulaceae en México. I. Géneros Ipomoea L. y Turbina Raf.*
- PONCE-SALAZAR, H. (1986) *Estudio del desarrollo de la Testa de Ipomoea crinalyx (Convolvulaceae).*  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.  
Tesis de licenciatura.
- PONCE-SALAZAR M., (1990) *ØYTON 51(1):5-12, VI-1990*  
MARQUEZ-GUZMAN, *Desarrollo e histoquímica de la cubierta*  
BRECHU-FRANCO y *seminal de Ipomoea purpurea (L.) Roth A. G. LAGUNA-*  
HERNANDEZ *(Convolvulaceae) y su relación con la impermeabilidad del agua.*  
(B. A.) Argentina

- REYES, J.I. (1985) *Efectos de mejoradores químicos en suelos sódicos-salinos del Ejido Ciénaga Grande, Xochimilco, D.F. a nivel invernadero.*  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.  
Tesis de Maestría en Ciencias.
- RODRIGUEZ-GUILLEN, R. (1990) *Estudio estructural e histoquímico del desarrollo de laicíferos en la semilla de Ipomoea purpurea (Convolvulaceae)*  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.  
Tesis de licenciatura.
- RUSELL y RUSELL (1959) *Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas.*  
Traducción de la 8ª ed. inglesa. Madrid
- RZEDOWSKI, J. y RZEDOWSKI, G.E. (1985) *Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II*  
Escuela Nacional de Ciencia Biológica e Instituto de Ecología, México, D.F.
- STANDLEY, D.C. and WILLIAMS, L.O. (1970) *Flora of Guatemala.*  
Fieldiana Botany Chicago Natural History Museum.
- TAMHANE, R.V. (1970) *Suelos su química y fertilidad en zonas tropicales.*  
Editorial Diana, México
- TAMHANE, R.V. y MOTIRAMANI, D.P. (1986) *Suelos: Su química y fertilidad en zonas tropicales.*  
Editorial Diana, México
- THOMPSON, L.M. (1982) *Los suelos y su fertilidad.*  
4ª edición, Editorial Reverte, S.A. España
- WEAVER, S.E. and RILEY, W. R. (1982) *The Biology of Canadian Weeds 53*  
Convolvulus arvensis L. con J.
- WILSON, K.A. (1960) *The Genera of Convolvulaceae in The Southeastern United States.*  
Journal of the Arnold Arboretum
- VALLEJO, A.C. (1992) *Contaminación de suelos en algunas calicatas en San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxiältemalco, D.F.*  
Facultad de Ciencias, U.N.A.M.  
Tesis de licenciatura.