

36
2g.



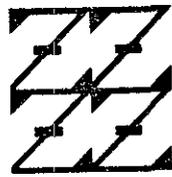
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

“EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES *Malva parviflora* y *Amaranthus hybridus* PARA LA RECUPERACION DE LA CUBIERTA VEGETAL EN EL ENTERRAMIENTO CONTROLADO BORDO XOCHIACA.”

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A N :
SALAZAR ZARAGOZA ROSA
RAMIREZ OLIVEROS SUSANA HAYDEE

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO HUMANO EJE
DE NUESTRA REFLEXION

DIRECTORA: M. EN C. ESTHER M. GARCIA AMADOR.

MEXICO, D. F.

1998

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

260271



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A Dios por darme las fuerzas para alcanzar una de mis metas,

A dos personas muy importantes en mi vida que sin ellas no hubiese logrado este objetivo:

Con inmenso cariño y respeto a mi padre Federico Ramírez Laguna por su gran ejemplo, apoyo, estímulo, comprensión y paciencia, además del cariño siempre brindado.

A mi madre Olivia Oliveros de Ramírez por sus desvelos, consejos, esfuerzos, y palabras de aliento, así como el cariño y apoyo recibido, muchas gracias por ser mis padres y mis mejores amigos.

A mis hermanos: Fede, Luis, Memo, Mary, Lili, Ivonne, Mimi y Germán por su ejemplo e impulso para continuar mi camino, gracias por formar parte de mi familia y por estar siempre cerca de mi.

A mis mejores amigas que siempre estuvieron para apoyarme e impulsarme a ti Mimi, Rosy y Xochitl gracias por su infinita paciencia, por su cariño y amistad incondicional.

A mi gran Amor por su apoyo y estímulo, gracias por estar siempre cerca de mi, por el cariño y dedicación brindado, este logro también es tuyo ya que tu eres mi motivación, Te Amo Michel.

Haydeé

DEDICATORIA

A Dios por brindarme fortaleza en todo momento para hacer posible que ante todo esta meta sea hoy una realidad.

Con inmenso cariño y respeto:

A mis padres, Paula Zaragoza de Salazar y Agustín Salazar Salinas, por ser un ejemplo de perseverancia y responsabilidad, por sus consejos y palabras para seguir siempre adelante, gracias por darme la mejor de las herencias, mi profesión, este logro también es de ustedes.

A mis hermanos: Lucy, Jaime, Ana y Agus, porque siempre hemos compartido los buenos y malos momentos, en los cuáles ha existido apoyo mutuo y unión. Gracias por su cariño.

A Susy y Geno por compartir conmigo lo más valioso, además de ser mi gran apoyo a lo largo de la carrera.
Susi: gracias por estimularme para finalizar y ver hecho realidad uno de nuestros anhelos este trabajo.

A todos mis amigos por impulsarme a continuar mi camino a los cuáles no nombro por no dejar fuera a alguno.

Rosy.

AGRADECIMIENTOS.

A través de estas líneas deseamos expresar nuestra gratitud a la M. en C. Esther M. García Amador por su inagotable paciencia, apoyo, asesoría y estimulación para seguir adelante así como también el haber depositado en nosotras la confianza para realizar el presente trabajo.

A los miembros del jurado, Biól. Ramiro Ríos Gómez, Biól. Elvia García Santos, M. En C. Rosalva García Sánchez y Biól. Ma. De los Angeles Galván Villanueva, por sus valiosos comentarios y aportaciones que sirvieron para enriquecer este trabajo.

A quienes integran el Laboratorio de Contaminación L-301, Biól. Leticia López Vicente, Biól. Ma de los Angeles Galván Villanueva, M. en C. Esther M. García Amador y Biól. Ana Laura Maldonado Tena, por su amistad y apoyo incondicional, así como sus atenciones y valiosas sugerencias para mejorar el trabajo.

Finalmente nuestros agradecimientos a todas aquellas personas que de alguna u otra forma nos impulsaron y contribuyeron para dar término a esta tesis.

ÍNDICE GENERAL.

I	RESUMEN.	1
II	INTRODUCCIÓN.	2
III	JUSTIFICACIÓN.	6
IV	OBJETIVO GENERAL	7
IV. 1.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	7
V	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	7
V. 1.	LOCALIZACIÓN.	7
V. 2.	CLIMA.	7
V. 3.	TEMPERATURA.	9
V.4.	PRECIPITACIÓN.	9
V. 5.	SUELO.	9
V. 6.	VEGETACIÓN.	10
V. 7.	FAUNA.	10
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS	11
VI. 1.	MÉTODOS.	11
VI. 1. 1.	GABINETE	11
VI. 1. 2.	CAMPO.	11
VI. 1. 3.	LABORATORIO.	11
VII.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.	14
VII. 1.	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL SUSTRATO.	14
VII. 2.	PROPAGACIÓN DE <i>Amaranthus hybridus</i> y <i>Malva parviflora</i> .	27
VIII.	CONCLUSIONES.	39
IX.	BIBLIOGRAFÍA.	40

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA	TITULO	PAGINA
TABLA 1	Clasificación textural del sustrato del Enterramiento controlado Bordo Xochiaca.	14
TABLA 2	Densidad aparente, Densidad real, % de Espacio Poroso y % de Humedad.	14
TABLA 3	Capacidad de intercambio catiónico del sustrato estudiado.	15
TABLA 4	Conductividad eléctrica en el sustrato de Bordo Xochiaca.	16
TABLA 5	Valores de pH obtenidos en las muestras estudiadas.	17
TABLA 6	Color del sustrato de Bordo Xochiaca.	17
TABLA 7	Contenido de Materia Orgánica determinado en las muestras analizadas.	18
TABLA 8	Contenido de N total, P total, K y Na extractables.	19
TABLA 9	Metales pesados en sustrato de Bordo Xochiaca.	22
TABLA 10	Especies encontradas en el enterramiento controlado Bordo Xochiaca.	27
TABLA 11	% De germinación de <i>Amaranthus hybridus</i> sin tratamiento.	28
TABLA 12	% De germinación de semillas tratadas con hipoclorito de sodio.	28
TABLA 13	% De germinación con escarificación mecánica y remojo con agua.	30
TABLA 14	Concentración de N total en <i>Malva parviflora</i> y <i>Amaranthus hybridus</i> .	31
TABLA 15	Contenido de metales pesados totales en las plantas.	31

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

GRÁFICA	TITULO	PAGINA
GRÁFICA 1.	DETERMINACIÓN DEL % DE ARCILLAS Y CIC.	15
GRÁFICA 2.	CONCENTRACIÓN DE K, Na Y CE.	16
GRÁFICA 3.	RELACIÓN ENTRE ARCILLA, MATERIA ORGÁNICA Y pH DEL SUSTRATO.	19
GRÁFICA 4.	CONTENIDO DE N Y P EN EL SUSTRATO ANALIZADO.	20
GRÁFICA 5	CONCENTRACIÓN DE Fe EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS.	23
GRÁFICA 6	CONCENTRACIÓN DE Cu EN EL SUSTRATO.	24
GRÁFICA 7	CONCENTRACIÓN DE Zn EN EL SUSTRATO.	25
GRÁFICA 8	CONCENTRACIÓN DE Pb EN EL SUSTRATO	25
GRÁFICA 9	CONCENTRACIÓN DE Cd EN EL SUSTRATO.	26
GRÁFICA 10	% DE GERMINACIÓN DE <i>Amaranthus hybridus</i> SIN TRATAMIENTO.	28
GRÁFICA 11	% DE GERMINACIÓN DE <i>Amaranthus hybridus</i> TRATADAS CON HIPOCLORITO DE SODIO.	29
GRÁFICA 12	% DE GERMINACIÓN DE <i>Malva parviflora</i> CON ESCARIFICACIÓN MECÁNICA Y REMOJO CON AGUA.	30
GRÁFICA 13	CONCENTRACIÓN DE Fe EN <i>Amaranthus hybridus</i> .	32
GRÁFICA 14	CONCENTRACIÓN DE Fe EN <i>Malva parviflora</i> .	33
GRÁFICA 15	CONCENTRACIÓN DE Cu EN <i>Amaranthus hybridus</i> .	33
GRÁFICA 16	CONCENTRACIÓN DE Cu EN <i>Malva parviflora</i> .	33
GRÁFICA 17	CONCENTRACIÓN DE Zn EN <i>Amaranthus hybridus</i> .	34
GRÁFICA 18	CONCENTRACIÓN DE Zn EN <i>Malva parviflora</i> .	34
GRÁFICA 19	CONCENTRACIÓN DE Pb EN <i>Amaranthus hybridus</i> .	35
GRÁFICA 20	CONCENTRACIÓN DE Pb EN <i>Malva parviflora</i> .	35
GRÁFICA 21	CONCENTRACIÓN DE Cd EN <i>Amaranthus hybridus</i> .	36
GRÁFICA 22	CONCENTRACIÓN DE Cd EN <i>Malva parviflora</i> .	36

ÍNDICE DE FIGURAS.

FIGURA	TITULO	PAGINA
FIGURA 1.	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	8
FIGURA 2.	UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.	13

I. RESUMEN.

En el enterramiento controlado Bordo Xochiaca la acumulación de los desechos sólidos causa grandes problemas de contaminación que afectan al aire, agua, suelo y a la cubierta vegetal; el suelo se ve modificado por la presencia de biogas, lixiviados productos de la descomposición de la materia orgánica, erosión y por la presencia de metales pesados, así como, de microorganismos patógenos. Se realizó la caracterización física y química del sustrato para conocer sus propiedades y emplearlo en la recuperación de la cubierta vegetal con *Amaranthus hybridus* L. y *Malva parviflora* L. del sitio.

Se determinó que el suelo presenta una textura migajón-arenoso con un alto porcentaje de materia orgánica (5.24-11.64%), los elementos N, P, K se encuentran en concentración por debajo de las que se consideran como normales (INIA, 1970) una CIC considerada como baja (7.74-12.20 meq/100g suelo); de acuerdo a SARH (1980), con variación marcada en los puntos 2 y 4 de muestreo. Presentó una densidad aparente de 1.004-1.176 g/cc, las cuales corresponden a suelos superficiales. Color de café a café muy oscuro y un pH ligeramente alcalino (7.26-7.77). Una conductividad eléctrica de 99.67-262.35 mmhos/cm, considerándose un suelo extremadamente salino (Fitz, 1985). Se obtuvo un % de humedad de 8.43-14.23.

El porcentaje de germinación en *Amaranthus hybridus* L., en promedio fue del 60% sin ningún tratamiento en 9 días, para *Malva parviflora* L., del 20% en 14 días, con aplicación de escarificación mecánica y remojo en agua por 24h. A nivel de invernadero se llegaron a obtener individuos de 20 a 50 cm de altura de *Amaranthus hybridus* L.

II. INTRODUCCIÓN.

En México, el incontrolado e irracional aprovechamiento de los recursos naturales, tiene como consecuencia una serie de problemas como son: la destrucción masiva de los bosques y la aparición de grandes áreas de tierra árida, erosión de suelos productivos, contaminación de acuíferos, agotamiento a nivel crítico de algunos recursos naturales y la disminución de especies tanto vegetales como animales, sumando a lo anterior el crecimiento incontrolado de las ciudades agravando bruscamente los problemas relacionados con la vida urbana: contaminación de la atmósfera, agua y acumulación de la basura, lo que conduce a buscar los nexos óptimos entre las necesidades del desarrollo y la necesidad de protección y mejoramiento del medio ambiente (Martínez, 1988).

El tema de la basura resulta polémico desde su definición, ya que entre los mismos estudiosos del área existen diferentes puntos de vista sobre el nombre técnico con que se deba referir a la misma. Algunos opinan que basura es sinónimo de desecho, otros se refieren a ella llamándolo residuo y otros más utilizan ambos términos indistintamente. Aunque cada autor tenga sus razones para llamarla de una u otra forma, en el desarrollo de este trabajo se referirá como residuo sólido de acuerdo a lo establecido por el artículo primero de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 1989), que define al residuo como cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización o tratamiento, cuya calidad no permiten incluirlo nuevamente en el proceso que lo generó y cuya característica será la de tener suficiente consistencia para no fluir por sí mismo.

Según el Censo INEGI (1995), la ciudad de México esta catalogada como una de las más contaminadas y con mayor tasa de crecimiento anual (8 millones de habitantes) lo que ha acelerado e incrementado la generación de los residuos sólidos. De acuerdo a las estadísticas de generación de basura se establece que para el año 2000 este será de 3 millones de m³/mes en el Valle de México y 10 millones de m³ al mes a nivel nacional y 11,400 ton/día en el D. F. (DDF, 1995), de las cuales solo el 75% se colecta y llega a un sitio de disposición final, que se manejan como:

a) TIRADERO A CIELO ABIERTO: Surgen primeramente al oriente y poniente de la capital del país. Esta forma de disponer a los residuos sólidos contempla la acumulación incontrolada de los mismos, sin prever ninguna técnica de control sanitaria. Este procedimiento es el más sencillo, dado que, implica menores gastos de inversión pero produce mayor impacto al ambiente pues los residuos pueden ser dispersados a los lugares aledaños por acción del viento, propician el desarrollo de fauna nociva y la materia orgánica al descomponerse produce líquidos y gases (lixiviados y biogas) contaminantes.

b) ENTERRAMIENTO CONTROLADO: En estos sitios se lleva a cabo una compactación de los residuos sólidos para posteriormente ser cubiertos por tierra, con lo que se evita la creación de hábitats propicios para el desarrollo de fauna nociva produciéndose contaminantes líquidos (lixiviados) y gaseosos (biogas).

c) RELLENO SANITARIO: Es la alternativa ecológicamente viable al problema de la disposición final de los residuos sólidos, el cuál es una técnica de eliminación final de los residuos sólidos en el suelo, que no causa ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica al ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. Esta

técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen, empleando tubos colectores de lixiviados y biogas producidos en el relleno por efecto de la descomposición de la materia orgánica (Jaramillo, 1991), previendo los problemas de contaminación que pueden causar.

Cabe señalar que en los sitios de disposición final el primer efecto que se da es la pérdida de vegetación por la acumulación heterogénea de residuos sólidos, por lo que la recuperación de la cubierta vegetal ya sea natural o introducida, se produce lentamente y en algunas ocasiones es nula debido a las condiciones que ofrecen estos sitios por la presencia de lixiviados, biogas y metales pesados, lo que confiere características físicas y químicas del sustrato poco óptimas para el desarrollo de una cubierta vegetal, siendo este decisivo como factor ambiental para la planta, por lo que debido a las condiciones tan extremas presentes en estos lugares se deben emplear plantas tolerantes y/o resistentes a estas condiciones.

Las plantas absorben todos los elementos del suelo disponibles, es decir, los que se hallan en forma iónica soluble o intercambiable con las micelas del suelo que son sus partículas coloides (Freedman, 1989), pero no así las formas insolubles o fijas. En esta disponibilidad intervienen factores edáficos que facilitan la solubilidad del elemento en la solución del suelo o su retención lábil por absorción. En el proceso de absorción las raíces tienen funciones variadas ya que absorben nutrimentos y agua del suelo y los transporta desde donde fueron absorbidos hasta los tallos.

El proceso de absorción de iones funciona en las mejores condiciones en un suelo fértil, húmedo y bien aireado. Como primer paso se da la absorción de iones por los coloides del pectato de calcio de la pared celular y después por el citoplasma, el pelo de la raíz cede dos iones de nitrógeno por cada ión de calcio que absorbe de la solución del suelo, de una partícula de arcilla o de una de humus. Como segundo paso está la transferencia de los iones absorbidos a través del protoplasma a la savia de la célula. El citoplasma contiene "vehículos" que absorben en la membrana exterior y que transporta a la vacuola de la célula (almacén). El citoplasma extrae sustancias de la vacuola cuando se necesitan (Tamhane, 1970).

En vegetales, los metales pesados al igual que todos los elementos absorbidos por la raíz pueden entrar en la cadena alimenticia, esto depende del grado de traslocación del metal desde la raíz hasta el sistema cauliar de las plantas, debe aclararse que existe una absorción específica de las plantas para cada metal la cual depende de las propiedades del suelo, principalmente del pH, cantidad de fósforo, carbonatos, cloruros, CIC, M.O. y la presencia de iones competitivos y formas iónicas del metal, además de las características de la especie en estudio (Sallisbury, 1994).

La respuesta de la planta a la presencia de metales pesados es una significativa reducción en el crecimiento de la raíz, lo que supone una disminución de la relación raíz-parte aérea, la cual se emplea como índice comparativo en estudios de tolerancia de las plantas a metales pesados. De manera general, los metales pesados se acumulan en concentraciones superiores a las del medio en la raíz, siendo el órgano de máxima absorción (Freedman, 1989). La intoxicación por metales pesados afecta sobre todo a las hojas donde se produce la difusión subcelular. Entre los orgánulos más dañados se hallan los cloroplastos y las mitocondrias lo cual supone la alteración de los pigmentos fotosintéticos que implican la disminución de la biosíntesis de la clorofila y un atentado contra la integridad del sistema de

membranas y tilacoides. Los metales pesados pueden también inducir a la formación de radicales libres como es el caso del anión superóxido, lo que permitiría explicar al menos en parte los efectos nocivos sobre las membranas y el estímulo de la senescencia

- ⇒ **CADMIO:** El cadmio como otros metales llega a las plantas y al suelo durante la precipitación y por descomposición directa llegando al suelo como impurezas de los fertilizantes de fósforo al igual que los fungicidas utilizadas en pasto. Este metal es fácilmente absorbido a través de las raíces de las plantas, al igual que otros metales pesados un incremento en el pH del suelo por alcalinización suprime en cierta forma la captación del cadmio, Allen, *et al.* (1974), reporta como concentraciones normales un intervalo de 0.03-0.3 ppm para suelos naturales.
- ⇒ **COBRE:** El cobre es un micronutriente esencial para la mayoría de los organismos y en la naturaleza es muy abundante. Este elemento desempeña dos funciones diferentes: Una relacionada con la nutrición de las plantas y la otra dependiendo de las características del suelo. La función del cobre como elemento nutritivo se debe a que es un constituyente de algunas enzimas, como la polifenol oxidasa, que actúa en los procesos de óxido-reducción (Russell, 1968). Este elemento es poco asimilable por las plantas que se desarrollan en suelos fuertemente ácidos y alcalinos. Los síntomas de la toxicidad del cobre es un desarrollo reducido seguido por clorosis férrica, achaparramiento, reducción en la formación de ramas, engrosamiento y oscurecimiento anormal en la zona de las raíces (Howard, 1982), esto tal vez se debe a que el cobre tiene un efecto inhibitorio en las reacciones de la fotosíntesis (Rains, 1976), la deficiencia se nota por la clorosis en las hojas. Allen, *et al.* (1974), reportan como concentraciones normales un intervalo de 0.1 a 3 ppm para suelos naturales.
- ⇒ **FIERRO:** El Hierro es necesario para la síntesis de clorofila y es una parte esencial del citocromo, este elemento actúa como aceptor final de electrones en la fotosíntesis y respiración. La deficiencia de hierro se muestra como una clorosis típica y ocurre particularmente sobre suelos calizos donde se induce este tipo de clorosis, no todas las especies muestran con igual intensidad esta deficiencia. Allen, *et al.* (1974), reportan como concentraciones normales un intervalo de 20 a 1000 ppm para suelos naturales.
- ⇒ **PLOMO:** El plomo se encuentra distribuido en la naturaleza, ya que sus fuentes son diversas, como la soldadura, baterías, pinturas, gasolina, etc. Este metal afecta a los microorganismos retardando la degradación heterotrófica de la materia orgánica. En las plantas tienden a ubicarse dentro del sistema radicular. La absorción es lenta pero la excreción lo es más, de manera que el plomo tiende a acumularse. Los lodos pueden contener niveles muy altos de plomo y su uso como fertilizante puede contaminar el suelo. Allen, *et al.* (1974), reportan como concentraciones normales un intervalo de 2 a 20 ppm para suelos naturales.
- ⇒ **ZINC:** Es considerado dentro de los oligoelementos esenciales en el metabolismo de los seres vivos. Rápidamente removible. Se encuentra en el aire, agua y suelo, se almacena en glándulas, estructuras epidérmicas y uñas. El zinc se presenta acompañado siempre de cadmio. El principal riesgo industrial resulta de la inhalación de óxido de zinc (Galván, 1995). Alloway (1990) reporta como concentraciones normales de 1 a 900 ppm en suelos naturales.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES.

Malva parviflora L.: De la familia Malvaceae. Planta herbácea rastrera o ascendente usualmente de menos de 0.5 m de altura, poco pubescente o glabrescente, hojas orbiculares o reniformes, crenadas onduladas o palmatilobadas, hasta de 4.5 cm de longitud y 7 cm de ancho, flores de 1-4 en las axilas de las hojas, en pedicelos cortos (más cortas que el cáliz); bracteolas del cáliz filiformes, cáliz de 3-4 mm de longitud de flor acrecente en fruto hasta 7-8 mm, pétalos de 4-5 mm de longitud, filas o blancos mericarpos rugosos o arrugados en el dorso y alados en el ángulo entre las paredes dorsales y laterales, dando al fruto un aspecto acostillado. Se le conoce como "Malva de quesitos". Ampliamente distribuido en el Valle de México. Altitud 2250-2950m. Maleza ruderal* y arvense.

Amaranthus hybridus L.: De la familia Amaranthaceae. Hierba erecta de hasta 2m de altura, glabra o pubescente, tallos estriados a veces rojizos con frecuencia muy ramificados, hojas de forma lanceolada o ovoida-rómbica de 3 cm de largo por 1-7 cm de ancho, a veces teñida de rojo, prominentemente venosas, inflorescencia terminal erguida en espigas paniculadas, semillas de 1 mm de diámetro de color café-rojizo o negro brillante. Nombre común: Quelite o quintonil, planta comestible que se encuentra como arvense o ruderal.

III. JUSTIFICACIÓN.

En el enterramiento controlado la vegetación se ve afectada por la atmósfera del suelo, debido a que el sustrato contiene altas concentraciones de bióxido de carbono y metano (productos de la descomposición de la materia orgánica), mismas que interfieren en el crecimiento de la raíz, dada la necesidad de oxígeno molecular para llevar a cabo funciones particulares del organismo, es frecuente que a temperaturas altas el incremento de dicho gas sea necesario ya que la actividad metabólica es mayor, por lo que si existe disminución del oxígeno se presentan síntomas de deficiencias minerales. Otro factor que interfiere con el desarrollo de la vegetación son los lixiviados y las altas temperaturas que se generan por la degradación de la materia orgánica, tal como lo establecen las investigaciones realizadas por Flower y colaboradores (1978), en árboles y arbustos desarrollados en basureros, donde el 25% presentó problemas de sobrevivencia mientras que la vegetación aledaña presentó las mismas dificultades pero en un 7%.

Ante tal problemática y para la rehabilitación de estas zonas es imprescindible el desarrollo de estrategias que conlleven a la formación de suelo que sostenga una capa vegetal de tal manera que se evite la erosión (eólica y pluvial), con el subsecuente transporte de microorganismos dañinos al hombre, y ofrecer áreas verdes con fines recreativos a futuro.

Por otro lado, para el desarrollo de dichas estrategias de saneamiento de sitios de disposición final post-clausura, es fundamental analizar la adaptabilidad de las especies a dichos sitios, así como también las técnicas de plantación y mantenimiento que deberán recibir para sobreponerse a las condiciones desfavorables que estos sitios presentan.

El enfoque del presente trabajo resultará importante ya que la vegetación ofrece las siguientes alternativas para el saneamiento:

- Contribuye a la regulación de la temperatura en el proceso de la degradación de la materia orgánica
- Reduce el transporte de polvo y organismos patógenos así como también disminuye la fuerza del viento.
- Actúa como barrera filtrante del aire contaminado.
- Forma barreras naturales y amortiguamiento de ruido.
- Suministra espacio (hábitats) para aves y otros animales silvestres que puedan vivir dentro o cerca de las ciudades.
- Genera lugares para la recreación y esparcimiento
- Mejora la imagen urbana.
- Contribuye a la presencia de precipitación
- Contribuye a mejorar la cantidad de oxígeno y humedad ambiental

De acuerdo con Rivas (1991), en la zona de estudio no se encuentra material mineral derivado de las rocas del área, ya que toda la superficie ha sido cubierta por residuos sólidos, los cuales contienen grandes cantidades de materiales inertes difícilmente degradables, como el plástico, vidrio, latas y pedacera de tela, además de que la materia orgánica se encuentra acumulada en grandes cantidades con respecto a la superficie que ocupa, por lo que su degradación es más lenta y esto fue cubierto con capas de tierra transportadas de diferentes lugares.

IV. OBJETIVO GENERAL:

Evaluar las características de *Malva parviflora* L. y *Amaranthus hybridus* L., y del sustrato donde se desarrollan para su empleo en la recuperación de la cubierta vegetal del enterramiento controlado Bordo Xochiaca

IV. 1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar el listado de especies vegetales presentes en la zona.
- Realizar las determinaciones físicas y químicas del sustrato en que se desarrollan las especies *Malva parviflora* L. y *Amaranthus hybridus* L. a fin de identificar los problemas de adaptación al sitio.
- Determinar la concentración de metales pesados en sustrato y en las plantas a nivel de raíz, tallo y hoja.
- Determinar el % de Germinación de *Malva parviflora* L. y *Amaranthus hybridus* L. En el laboratorio.

V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

V. 1. LOCALIZACIÓN.

La zona de disposición final de residuos sólidos urbanos Bordo Xochiaca manejada con la técnica de enterramiento controlado, se localiza geográficamente (figura 1) entre las coordenadas 19°00'46" 19°26'00" Latitud norte y 99° 00' 46" y 99° 01' 02" longitud oeste, a una altitud de 2250 msnm, con una extensión de 128 ha, pertenece al municipio de Ciudad Netzahualcóyotl Estado de México y se encuentra dentro de una porción del ex-lago de Texcoco. Tiene como límite al noreste las vías del ferrocarril al sur la avenida Bordo Xochiaca (vía tapo), al sureste una avenida sin nombre la cuál es prolongación de la Avenida López Mateos y al noroeste la colonia El sol (Rivas, 1991; Taboada, 1992).

VI.2. CLIMA.

Dada la escasa área que ocupa la zona de estudio, la descripción de los parámetros físicos, químicos y biológicos se realizó en función de su área de influencia, la cuál se integra en la zona conocida como ex-lago de Texcoco. En dicha área se ubican dos estaciones climatológicas la del campamento lago, al centro de la planicie y la de sosa Texcoco. Además existen los observatorios climatológicos Aeropuerto, al poniente del lago y Chapingo al oriente. Se utilizan datos de la estación campamento lago cuando el tipo de información no se registra en esta entonces se consideran los de Aeropuerto. La información reportada procede del Servicio Meteorológico Nacional, de la CNA, de la gerencia del proyecto lago de Texcoco y de la evaluación ambiental de la tercera etapa del Bordo poniente. El clima de la región es seco estepario frío, con lluvias en verano (Rivas, 1991; Taboada, 1992).

IV. OBJETIVO GENERAL:

Evaluar las características de *Malva parviflora* L. y *Amaranthus hybridus* L., y del sustrato donde se desarrollan para su empleo en la recuperación de la cubierta vegetal del enterramiento controlado Bordo Xochiaca

IV. 1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar el listado de especies vegetales presentes en la zona.
- Realizar las determinaciones físicas y químicas del sustrato en que se desarrollan las especies *Malva parviflora* L. y *Amaranthus hybridus* L. a fin de identificar los problemas de adaptación al sitio.
- Determinar la concentración de metales pesados en sustrato y en las plantas a nivel de raíz, tallo y hoja.
- Determinar el % de Germinación de *Malva parviflora* L. y *Amaranthus hybridus* L. En el laboratorio.

V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

V. 1. LOCALIZACIÓN.

La zona de disposición final de residuos sólidos urbanos Bordo Xochiaca manejada con la técnica de enterramiento controlado, se localiza geográficamente (figura 1) entre las coordenadas 19°00'46" 19°26'00" Latitud norte y 99° 00' 46" y 99° 01' 02" longitud oeste, a una altitud de 2250 msnm, con una extensión de 128 ha, pertenece al municipio de Ciudad Netzahualcóyotl Estado de México y se encuentra dentro de una porción del ex-lago de Texcoco. Tiene como límite al noreste las vías del ferrocarril al sur la avenida Bordo Xochiaca (vía tapo), al sureste una avenida sin nombre la cuál es prolongación de la Avenida López Mateos y al noroeste la colonia El soi (Rivas, 1991; Taboada, 1992).

VI.2. CLIMA.

Dada la escasa área que ocupa la zona de estudio, la descripción de los parámetros físicos, químicos y biológicos se realizó en función de su área de influencia, la cuál se integra en la zona conocida como ex-lago de Texcoco. En dicha área se ubican dos estaciones climatológicas la del campamento lago , al centro de la planicie y la de sosa Texcoco. Además existen los observatorios climatológicos Aeropuerto, al poniente del lago y Chapingo al oriente. Se utilizan datos de la estación campamento lago cuando el tipo de información no se registra en esta entonces se consideran los de Aeropuerto. La información reportada procede del Servicio Meteorológico Nacional, de la CNA, de la gerencia del proyecto lago de Texcoco y de la evaluación ambiental de la tercera etapa del Bordo poniente. El clima de la región es seco estepario frío, con lluvias en verano (Rivas, 1991; Taboada, 1992).

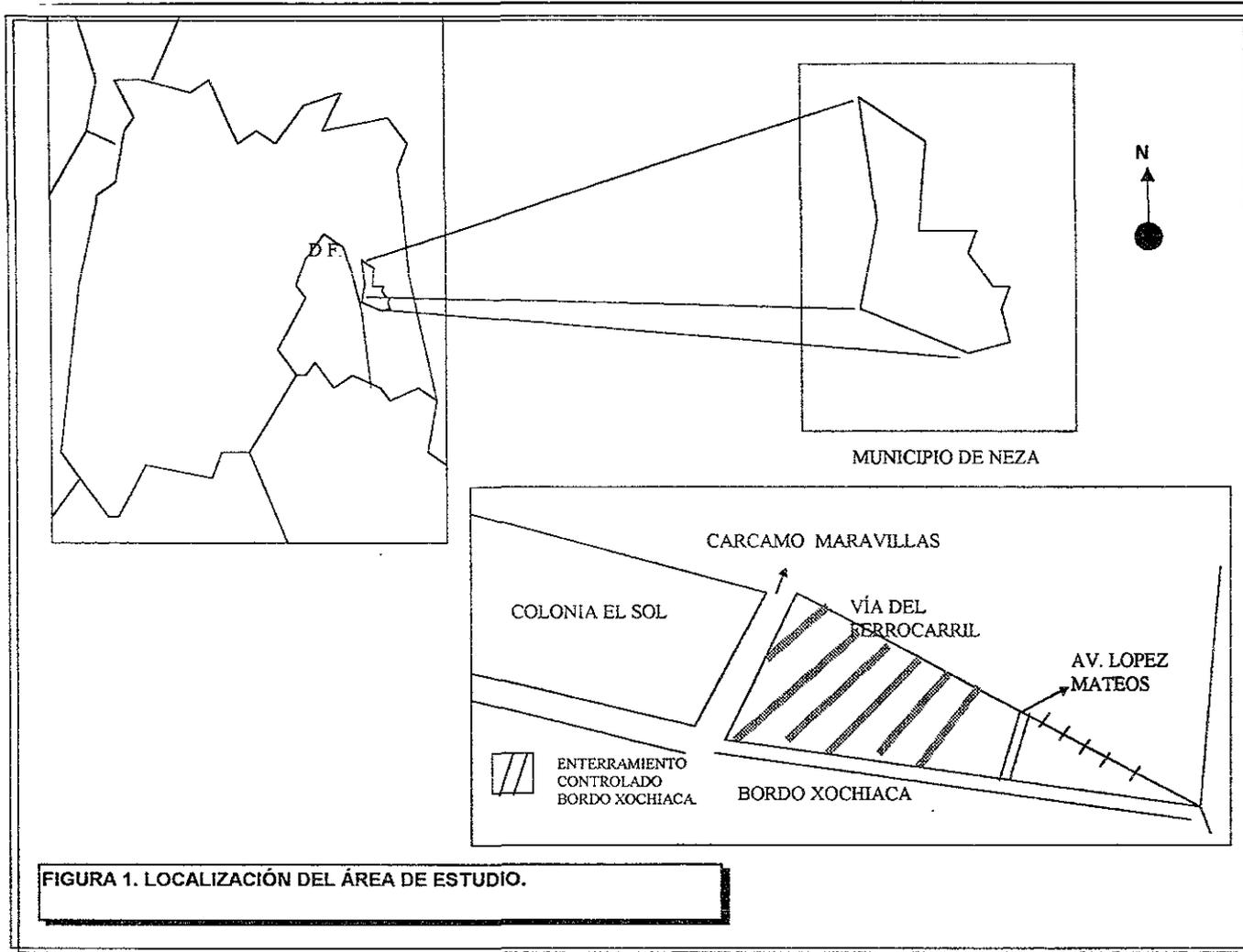


FIGURA 1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

V. 3. TEMPERATURA.

Es conocido que la temperatura es un parámetro correlacionado directamente con las características del medio, más aún en el caso de los sitios de disposición final de residuos sólidos, ya que influye en la descomposición de la materia orgánica contenida en los mismos. La temperatura media anual para el periodo 1972 a 1985 fue de 16.0°C, con variaciones anuales de 15.6 a 16.4°C. Los meses más calurosos y más fríos fueron en general, mayo y enero, con temperaturas medias de 18.7 y 12.4 °C, respectivamente. La variación mensual esta comprendida entre 12.4 y 18.7 °C. Las temperaturas extremas para tal periodo según los datos del sistema meteorológico Nacional, indicaron de -7 °C a 36.6 °C (Rivas, 1991; Taboada, 1992).

V. 4. PRECIPITACIÓN.

Los registros analizados de las estaciones del campamento lago, reportan un promedio anual de 519.3 mm para el periodo 1972-1990. El intervalo de variación esta comprendido entre 375 y 700 mm por año, uno de los principales parámetros que influyen de manera determinante en el desarrollo de un sitio donde se han confinado residuos sólidos es, necesariamente, la cantidad de agua que pudiera ingresar al mismo, por el aumento en la producción de lixiviados. La temporada de lluvias se presenta de mayo a octubre cuando se concentra casi el 90 % de la precipitación, mientras que el estiaje ocurre entre noviembre y marzo. En años secos, puede presentarse una ausencia casi total de lluvias en temporada de secas. La oscilación de las precipitaciones mensuales máximas está comprendida en el intervalo 33 a 194 mm por mes y de las mínimas mensuales entre 0 y 61.2 mm por mes (Rivas, 1991; Taboada, 1992).

V. 5. SUELO

El enterramiento controlado Bordo Xochiaca, forma parte de la planicie lacustre de Texcoco, sus suelos son de origen volcánico-lacustre, producidos por la hidratación de cenizas en aguas someras de alta salinidad, que produjeron una rápida floculación y sedimentación que resultó en arcillas de los tipos montmorilonítico e ilítico con pobre estructuración cristalina. Los suelos de la planicie en Texcoco, son franco arcillosos, cuya unidad edáfica corresponde a la solonchak, tipos gleyco y órtico. Son suelos profundos con texturas de medias a pesadas, ricos en limos con lentes arenosas, de muy lento drenaje horizontal y vertical. Las reducidas pendientes y las condiciones de drenaje interno de los suelos ocasionan la formación de superficies de inundación en época de lluvias, mismas que se pierden en su totalidad debido a la diferencia tan notable entre precipitación y evaporación, quedando en la superficie como residuo seco, las sales del agua evaporada, a las que se agregan sales que ascienden por efectos capilares desde la zona saturada, lo que forma, en temporada de secas, precipitaciones de carbonatos, bicarbonatos y cloruro de sodio (Rivas, 1991; Taboada, 1992).

V. 6. VEGETACIÓN.

El sitio de disposición final de Bordo Xochiaca ha sido objeto de dos estudios importantes de vegetación (Rivas, 1991 y Taboada, 1992), en dichos estudios, se clasifica a la vegetación de Bordo Xochiaca en su mayor parte como ruderal, principalmente en estrato herbáceo y con ciclo de vida anual, de tipo halófito y de acuerdo con Rzedowski (1978), en este tipo de vegetación abundan las Chenopodiaceas que actualmente están presentes en la vegetación de las zonas urbanas.

Dentro del tipo de vegetación registrada en el sitio de tiro, se encuentran especies con interés comercial, ya que dado su uso alimenticio, estas especies llegan al sitio entre los residuos en forma de semilla y se desarrollan posteriormente cuando se presentan condiciones adecuadas de temperatura y humedad (Taboada, 1992).

De acuerdo con lo que reporta Taboada (1992), en la zona de proyecto, las familias con mayor diversidad de especies son las Graminae, Solanaceae y Compositae y dentro de las familias dominantes de acuerdo con Rivas (1991), son la Chenopodiaceae, Amaranthaceae, Cruciferaeae, Gramineae, Solanaceae y Compositae.

V. 7. FAUNA.

El tipo de fauna presente en un lugar, definitivamente está relacionado con las condiciones del medio, en Bordo Xochiaca, la fauna presente es típica de ambientes perturbados e insalubres.

Dada la acumulación incontrolada de residuos sólidos que se presenta en Bordo Xochiaca, la fauna que se encuentra en la zona es del tipo nocivo, encontrándose la rata gris *Rattus norvegicus*, en algunas ocasiones se encontraron animales domésticos como el perro (*Cannis familiaris*), mulas, burros, aves de corral, así como cerdos, estos últimos constituían un ingreso económico para las familias de los pepenadores en el sitio, los cuales crían a estos animales alimentándose de la misma basura para su venta posterior (Rivas, 1991; Taboada, 1992).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

VI. 1. MÉTODOS

El desarrollo de dicho estudio se llevo a cabo en las siguientes tres fases:

VI. 1. 1. GABINETE

Esta fase consistió en la selección y organización de la información bibliográfica para fundamentar las acciones y métodos a seguir, acopio y selección de información bibliográfica acerca de las propiedades físicas y químicas del suelo así como la influencia de éstas sobre los organismos, la elección de técnicas de campo y de laboratorio la elección de los sitios de muestreo, análisis de los datos de campo y laboratorio para su interpretación y recopilación, elección y organización de los datos experimentales logrados en el desarrollo del trabajo y la elaboración del informe correspondiente.

VI. 1. 2 CAMPO

Durante esta fase se realizaron diferentes actividades en la zona de estudio, las cuales consistieron en el reconocimiento de la zona de trabajo para establecer los puntos de muestreo, la elección de los puntos de muestreo y la toma de sustrato al que se le realizó la identificación física y química, colecta de plantas para la determinación de metales pesados.

VI. 1. 3 LABORATORIO

Para el desarrollo de esta etapa se desglosaron 3 fases

-Identificación física y química del sustrato:

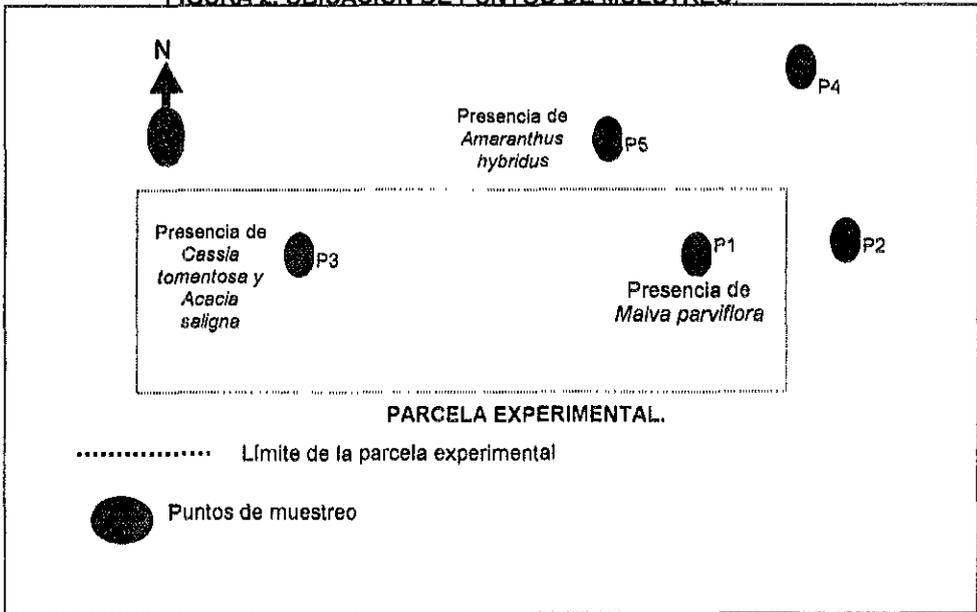
- pH: Se realizó por el método potenciométrico con un equipo Conductronic pH 20 (Henrich, 1993)
- Materia orgánica vía húmeda: Se efectuó por el método de Walkley y Black (Jackson, 1976).
- Textura: Realizada por el método del Bouyoucus (Gaucher, 1971).
- Color: Realizado por la determinación visual apoyada en las Tablas Munsell.
- Conductividad eléctrica: Se determinó con un equipo Conductronic CL 8 (Ríos, 1985)
- Densidad aparente: Por el método de la probeta (Ríos, 1985)
- Densidad real: Por el método del picnómetro (Ríos, 1985).
- % de espacio poroso: Determinación a través del cálculo del porcentaje de densidad real y densidad aparente como la plantea Allen, *et al.* (1974).
- % de humedad: Determinación por diferencia del peso de suelo húmedo y suelo seco a la estufa (Allen, *et al.* 1974)
- Sodio extractable: Extracción con acetato de amonio (pH 9) y lectura en un fotoflamómetro Corning 400 (Allen, *et al.* 1974).
- Potasio extractable. Extracción con acetato de amonio (pH 9) y lectura en un fotoflamómetro Corning 400 (Allen, *et al.* 1974).

- Cadmio extractable: Extracción con EDTA 0.1 M con agitación por 7 días, lectura en un espectofotómetro de absorción atómica, Aparato Varian Automático 1475, a 228.8 nm (Clayton y Tiller, 1979).
- Plomo extractable: Extracción con EDTA 0.1 M con agitación por 7 días, lectura en un espectofotómetro de absorción atómica Aparato Varian Automático 1475, a 228.8 nm (Clayton y Tiller, 1979).
- Cobre extractable: Extracción con EDTA 0.1 M con agitación por 7 días, lectura en un espectofotómetro de absorción atómica Aparato Varian Automático 1475, a 324 nm (Clayton y Tiller, 1979).
- Hierro extractable: Extracción con EDTA 0.1 M con agitación por 7 días, lectura en un espectofotómetro de absorción atómica Aparato Varian Automático 1475, a 217 nm (Clayton y Tiller, 1979).
- Zinc extractable: Extracción con EDTA 0.1 M con agitación por 7 días, lectura en un espectofotómetro de absorción atómica Aparato Varian Automático 1475, a 231.9 nm (Clayton y Tiller, 1979).
- Nitrógeno total: Por el método del Microkjeldahl, con una digestión con ácido sulfúrico, sulfato de potasio, sulfato de cobre y óxido de mercurio como catalizador. Posterior, una destilación agregando hidróxido de sodio al 40 % recibiendo el destilado en ácido bórico al 4 % y finalmente determinación de la cantidad de nitrógeno por titulación con ácido sulfúrico 0.01 N, utilizando una mezcla de indicadores (verde de bromocresol y rojo de metilo) (Jackson, 19).
- Fósforo total: Por el método del color complejo del azul molibdofosfórico con ácido cloroestano, método II (Jackson, 1976).
- C.I.C: Realizado por el método de acetato de amonio a pH 7 (Ríos, 1985).
- Metales pesados en plantas: Digestión diácida $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$, lectura en un espectofotómetro de absorción atómica Aparato Varian Automático 1475, a 217 nm (Martínez, 1989)

-Propagación de las especies seleccionadas (*Malva parviflora* y *Amaranthus hybridus*), a nivel invernadero: Durante esta fase se realizaron actividades tales como, la selección y recolección de las semillas, pruebas de germinación y viabilidad (tinción con cloruro de tetrazoilo al 0.1%) y la siembra de dichas semillas.

En las pruebas de germinación y viabilidad se colocaron lotes de 100 semillas c/u (Vázquez, 1985), para el caso de *Amaranthus hybridus*, y para el caso de *Malva parviflora* se utilizó el criterio de lotes del total de semillas por fruto. Se llevó a cabo una presiembra en semilleros con sustrato del sitio y posteriormente el trasplante a recipientes de plástico de capacidad de 1 kg. Para el desarrollo óptimo de la especie se programaron riegos necesarios cada tercer día. El suministro de agua dependió de la cantidad de sustrato así como de la cantidad de agua que se perdía por evapotranspiración, la cual resultó ser muy variable.

FIGURA 2. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.



Durante una visita de reconocimiento por la zona, se ubicaron los puntos de muestreo, que a continuación se describen y se representan en la figura 2.

- Punto No. 1: Se ubicó al Noreste dentro de la parcela, donde se encontró *Malva parviflora*.
- Punto No. 2: Al Este fuera de la parcela a 3 metros del punto de muestreo no. 1 (Donde no existían especies vegetales).
- Punto No. 3: Al Oeste dentro de la parcela, entre *Cassia tomentosa* y *Acacia saligna*.
- Punto No. 4: 7 metros al Noreste de la parcela experimental. En este punto sólo se localizó a *Acacia saligna*.
- Punto No. 5: Un metro al Norte por fuera de la parcela experimental, donde se ubicaba *Amaranthus hybridus*.

VII. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

VII. 1.- DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL SUSTRATO.

En el sistema trifásico que es el suelo se encuentran fracciones minerales formando parte de la fase sólida encontrándose las partículas que lo componen: Arena, Limo y Arcilla que se determinan mediante la textura que se emplea para pronosticar algunas propiedades químicas como el intercambio catiónico y algunas físicas como la retención de humedad y la Infiltración, además del potencial biológico del suelo.

- TEXTURA:

TABLA 1. Clasificación textural del sustrato del Enterramiento controlado Bordo Xochiaca.

MUESTRA	% de Arena	% de Limo	% de Arcilla	Clasificación textural
S1	67.28	29.72	9.00	Migajón-arenoso
S2	67.28	29.36	9.36	Migajón arenoso
S3	69.85	19.66	10.48	Migajón- arenoso
S4	75.94	15.38	11.76	Migajón- arenoso
S5	69.52	20.48	10.00	Migajón- arenoso

El sustrato de Bordo Xochiaca, se clasificó de acuerdo al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1960), como un suelo Migajón arenoso en los cinco puntos de muestreo, es decir un suelo que contiene mucha arena pero tiene también suficiente limo y arcilla para hacerlo coherente. Los granos individuales de arena pueden ser fácilmente vistos y sentidos cuando está seco y se aprieta en la mano forma un terrón fácilmente desmoronable. Si está húmedo este terrón puede moverse sin desbaratarse, si se maneja con mucho cuidado. Obteniéndose en ese análisis físico un porcentaje de 67.28, 67.28, 69.85, 75.94, 69.52% de Arena, 29.72, 29.36, 19.66, 15.38, 20.48 % de limo y del 9.00, 9.36, 10.48, 11.76, 10.00% de arcilla (Tabla 1).

- ♦ Densidad Aparente, Densidad Real, % de Espacio Poroso y % de Humedad.:

TABLA 2. Densidad aparente, Densidad real, % de Espacio Poroso y % de Humedad.

MUESTRA	DENSIDAD REAL (g/cm ³)	DENSIDAD APARENTE (g/cm ³)	% ESPACIO POROSO	% HUMEDAD
S1	3.096	1.067	65.53	8.43
S2	2.270	1.010	55.50	14.23
S3	2.390	1.086	54.56	6.92
S4	2.275	1.004	55.87	5.53
S5	2.365	1.176	50.27	8.79

La densidad aparente obtenida en todos los puntos de muestreo (Tabla 2) corresponde a la de un suelo suelto y poroso, ya que los suelos compactos, presentan una densidad aparente mayor a 2.0 g/cm³. La densidad aparente junto con la textura permiten inferir la facilidad de movimiento del agua y del aire dentro de éste (% espacio poroso), la dificultad para el desarrollo de las raíces de las plantas y la presencia de microorganismos (hongos, bacterias), que ayudan a la descomposición de la materia

orgánica (SARH, 1980). Se puede decir que a menor densidad aparente el espacio poroso es mayor.

La densidad real, para los puntos de muestreo 2 al 5 presenta valores que van de 2.270 a 2.390 g / cm³ por lo que se considera como un suelo con una alta cantidad de materia orgánica (7.05-11.64 %), ya que los valores (Tabla 7) están por debajo de 2.4 g/cm³, no así el punto 1 en donde la cantidad de materia orgánica es de 5.24% con una densidad real de 3.096 g / cm³ (SARH, 1980).

El porcentaje de humedad en todos los sitios va del 5.53-14.23% (Tabla 2), de acuerdo a Russell (1989), para un suelo superficial con un espacio poroso del 50%, se tiene un porcentaje de humedad del 20 %, por lo que los sitios de muestreo presentan un porcentaje bajo de humedad, ya que la textura migajón arenosa permite la filtración de agua a capas más profundas, por lo que a nivel superficial el contenido de agua es bajo.

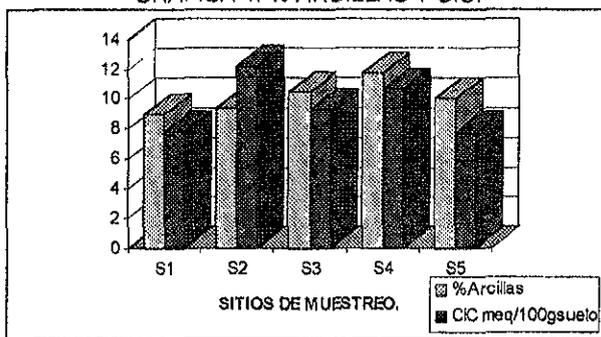
♦ C.I.C:

TABLA 3. Capacidad de intercambio catiónico del sustrato estudiado.

MUESTRA	C.I.C meq/100g suelo
S1	7.80
S2	12.20
S3	9.28
S4	10.64
S5	7.74

meq/100g sustrato =cmol kg⁻¹

GRÁFICA 1. % ARCILLAS Y CIC.



La capacidad de intercambio catiónico es un indicador importante de las condiciones del suelo en cuanto a potencialidad y de fertilidad. La disponibilidad para la solución del suelo y por lo tanto para las plantas de elementos en el complejo de intercambio depende de la energía de ligamento, el aluminio, el bario y el fósforo tienen alta energía de ligamento y en consecuencia se presentan a bajas concentraciones en la solución del suelo. Los iones como el calcio, el potasio y el magnesio poseen energías de ligamentos intermedias, en tanto que el sodio y la mayoría de los aniones (cloruros fosfatos) las tienen débiles y en consecuencia tienden a abundar en la solución del suelo. Al comparar los valores obtenidos de C.I.C. (7.74 - 12.20 cmol kg⁻¹) con el valor promedio de C.I.C. en humus (200 cmol kg⁻¹), se observa que el sustrato del enterramiento controlado Bordo Xochiaca es pobre en esta determinación (SARH, 1980). El valor más

alto se obtuvo en el sitio 2, donde no se encontraron plantas, seguido por el punto 4. (Tabla 3).

La presencia de un bajo porcentaje de arcillas (Tabla 1) se encuentra en relación con la baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) esta propiedad oscila de 7.80-12.20 cmol kg^{-1} (Tabla 3 y gráfica 1) debido al escaso porcentaje de micelas coloidales donde se encuentran absorbidos los cationes intercambiables (SARH, 1980).

La cantidad de un ión presente en la solución del suelo es el resultado de varios factores tales como pH, y la relativa abundancia de otros iones. La remoción de iones del suelo por las raíces determina la liberación de más iones del complejo de intercambio manteniéndose así un equilibrio dinámico entre planta y agua del suelo con el resultado de que más nutrimentos llegan a estar disponibles para la raíz conforme se remueven o mientras más agua se añade al suelo. Este parámetro se encuentra íntimamente relacionado con la conductividad eléctrica y el pH.

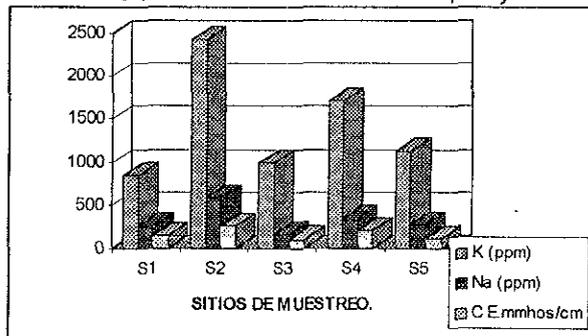
♦ Conductividad eléctrica.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio la conductividad eléctrica del sustrato de Bordo Xochiaca resultó de 99.67 a 262.35 mmhos/cm , que en comparación con los valores normales que reporta Fitz, (1987) de 4.99-8.00 mmhos/cm , el suelo en cuestión es extremadamente salino, en todos los puntos de muestreo. Los altos niveles de salinidad (Tabla 4), se deben principalmente a sales de potasio (Gráfica 2). Esto trae como consecuencia que en este tipo de sustrato se desarrollen solo plantas muy tolerantes a la salinidad, aunado a la ausencia de microorganismos (bacterias y hongos), que aceleren la descomposición de la materia orgánica presente, da como resultado la escasez de vegetación en el sitio

TABLA 4 Conductividad eléctrica en el sustrato de Bordo Xochiaca

MUESTRA	CONDUCTIVIDAD EN mmhos/cm .
S1	146.63
S2	262.35
S3	99.67
S4	204.71
S5	115.57

GRÁFICO 2. CONCENTRACIÓN DE K, Na y C.E



El sustrato al presentar una cantidad elevada de sales solubles daña el crecimiento vegetal debido al aumento de la presión osmótica de la solución del suelo y restricción de la adsorción del agua.

Conforme a los resultados obtenidos el sustrato de Bordo Xochiaca se define como salino no sódico (Tabla 8 y gráfica 2), dado que las concentraciones de potasio rebasan las concentraciones de sodio. El extracto de los suelos salinos no sódicos tiene una conductividad específica mayor de 4 mmhos/cm a 25°C. El grado de saturación de sodio de la capacidad de intercambio catiónico es inferior al 15%. Rara vez más de la mitad de los cationes solubles son sodio. Su pH es por lo general inferior a 8.5. En época seca aparece una costra blanca de sal en la superficie de los suelos (Black, 1975).

• pH:

TABLA 5. Valores de pH obtenidos en los muestras estudiadas.

MUESTRAS	VALORES pH
S1	7.53
S2	7.33
S3	7.26
S4	7.54
S5	7.77

La determinación del pH es una de las pruebas más importantes que se hacen para diagnosticar los problemas de crecimiento de las plantas (Foth, 1975), existen evidencias de que tiene poco o ningún efecto directo sobre el crecimiento de estas, permaneciendo favorables las variaciones de las concentraciones de H^+ y OH^- a lo largo de un amplio intervalo. El pH del suelo influye en la tasa de liberación de nutrimentos por meteorización, en la solubilidad de todos los materiales del suelo, la proporción en que éstos son absorbidos por las plantas y en la cantidad de iones nutritivos almacenados en el sitio de intercambio catiónico; por lo que a través de él se puede predecir cuáles son los nutrimentos a encontrarse en estado deficitario (Thompson, 1982). De acuerdo con las determinaciones realizadas en el presente estudio el pH encontrado en el sustrato de Bordo Xochiaca por sitio fueron: 7.53, 7.33, 7.26, 7.54 y 7.77 (Tabla 5), por lo que se considera de muy ligeramente alcalino a ligeramente alcalino de acuerdo al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (1970).

♦ COLOR.

TABLA 6. Color del sustrato de Bordo Xochiaca.

MUESTRA	Carta 10 YR (En seco).	Carta 10 YR (En húmedo)
S1	5/3= Café	3/6= Café amarillento
S2	4/3= Café	2/2= Café muy oscuro
S3	5/2= Café-grisáceo	3/3= Café oscuro
S4	4/1= Gris oscuro	2/1= Negro
S5	3/2= Café-grisáceo muy oscuro.	2/2= Café muy oscuro

En los puntos de muestreo seleccionados en Bordo Xochiaca se determinaron colores como el café, café grisáceo, café grisáceo muy oscuro y gris oscuro en condiciones secas, y de café amarillento, café oscuro, café muy oscuro a negro en húmedo, lo cual indica un suelo rico en materia orgánica, tabla 7, en el sitio uno el % de materia orgánica es de 5.24% (café amarillento) y en el sitio 4, 11.64 % (negro) Tabla 6. El color no tiene

efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, pero indirectamente afecta la temperatura y la humedad. Algunos autores establecen que el color puede ser el indicador de las condiciones climáticas bajo las cuáles el suelo se desarrolló. (Ríos, 1985).

♦ % de M.O.:

TABLA. 7 Contenido de Materia Orgánica determinado en las muestras analizadas.

MUESTRA	% MATERIA ORGÁNICA
S1	5.24
S2	10.92
S3	9.65
S4	11.64
S5	7.05

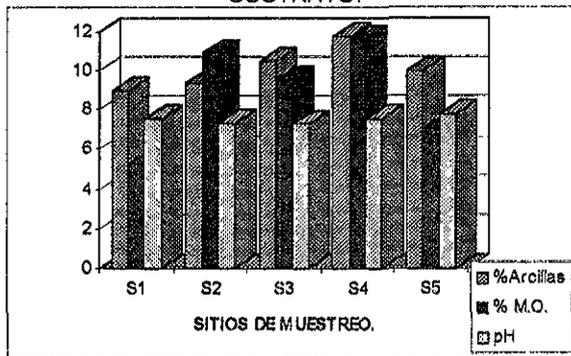
La materia orgánica es una parte integral de cualquier suelo y es importante para el mantenimiento de la estructura y capacidad de retención de los nutrientes que de otro modo podrían lavarse, y suministra sustrato para el metabolismo de los organismos del suelo. SARH, (1980), considera que el porcentaje de materia orgánica contenido en un suelo agrícola es del 5-15 %, por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos de 5.24 a 11.64 en la zona de estudio, el suelo se puede considerar como agrícola (Tabla 7 y Gráfica 3).

El contenido porcentual total de materia orgánica en los primeros centímetros del suelo es alto y va decreciendo a medida que aumenta la profundidad, lo que se traduce como una disminución regular del contenido de C orgánico (Fassbender, 1987). De acuerdo con lo establecido por dicho autor, la característica de contenido de materia orgánica, los suelos pueden agruparse en las siguientes clases:

% de Materia Orgánica	% de C Orgánico	Interpretación
<2	<1.2	Muy bajos
2-5	1.2-2.9	Bajos
5-8	2.9-4.6	Medios
8-15	4.6-8.7	Altos
>15	>8.7	Muy altos

De acuerdo con los resultados, el sustrato queda clasificado con contenidos medios y altos en cuanto a materia orgánica se refiere.

GRÁFICA 3. RELACIÓN ENTRE ARCILLA, MATERIA ORGÁNICA Y pH DEL SUSTRATO.



A pesar de que la cantidad de materia orgánica en el suelo corresponde a un suelo agrícola, al presentarse un bajo porcentaje de arcillas (Tabla 1) que se encuentra en relación con una baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) esta propiedad oscila de 7.80-12.20 meq/100 g suelo (Tabla 3 y gráfica 1) debido al escaso porcentaje de micelas coloidales donde se encuentran absorbidos los cationes intercambiables (SARH, 1980), y si consideramos que los micronutrientes están disponibles a un pH alrededor 5 aunado a la baja cantidad de humedad (tabla 2), nos da como resultado un sustrato pobre en nutrientes para las plantas.

♦ N, P, K, Na:

TABLA 8 Contenido de N total, P total, K y Na extractables.

MUESTRA	PARÁMETROS			
	% N total.	P total (ppm)	K extractable(ppm)	Na extractable(ppm)
S1	0	2.45	842.50*	248.84
S2	0.014	7.33	2431.48	592.75
S3	0.007	2.57	993.39	163.75
S4	0.018	2.16	1708.25*	338.87
S5	0.014	4.33	1131.08	282.96

*Valores no promediados, los demás son un promedio de 3 repeticiones.
ppm = mg kg^{-1}

La cantidad de Nitrógeno presente en el suelo está íntimamente relacionada con el % de materia orgánica y se considera que en promedio presenta 5% de nitrógeno y 58% de carbono (relación 11. 6: 1 de C: N), Tomado de Ríos, 1985.

Las cantidades de nitrógeno presentes en un suelo están controladas, especialmente por las condiciones climáticas y la vegetación, estas últimas se relacionan además, con el material parental.

En los puntos de muestreo, se determinó el % de Nitrógeno, encontrándose este en un rango de 0-0.018 %, lo que clasifica al suelo como extremadamente pobre (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 1970). Cabe señalar que el clima influye sobre el

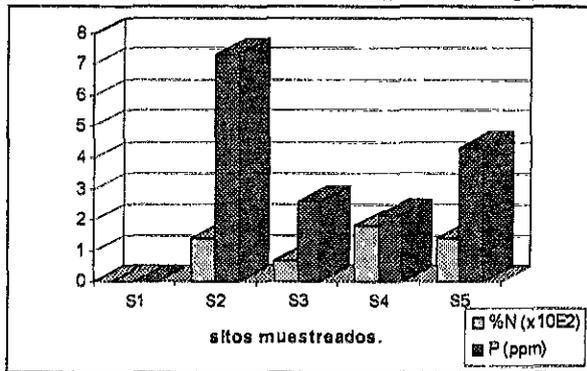
contenido de nitrógeno en el suelo a través del efecto de la temperatura, es decir, al aumentar la temperatura decrece el contenido de nitrógeno en el suelo por volatilización (Sallisbury, 1994). Además puede perderse por:

- 1) Absorción por las plantas superiores.
- 2) Erosión: Las pérdidas de nitrógeno por este medio, son de importancia, ya que la erosión ataca el horizonte superficial del suelo, que normalmente es el más rico en materia orgánica y consecuentemente en nitrógeno.
- 3) Lixiviación: Son esencialmente importantes en suelos ligeros, muy permeables de regiones lluviosas. El nitrógeno nítrico es el más susceptible que el amoniacal a perderse por lixiviación, dado que aquel se encuentra en forma aniónica incapaz de absorberse a los coloides del suelo.

Los nutrimentos como N, P, K y otros compuestos se encuentran en un estado dinámico en el suelo, se añaden o remueven de manera continua mediante diversas vías así como también pueden retenerse con más o menos firmeza en el suelo, por enlaces físicos y químicos. Así pues, la fertilidad puede afectarse también por la facilidad o dificultad con que los nutrimentos se absorben por la raíz, así como por su tendencia a permanecer o ser lavados del suelo por la lluvia o el movimiento de agua subterránea. Los iones disueltos en la fase suelo-agua están libremente disponibles para las raíces, los que están vinculados a partículas del suelo sólo están disponibles conforme entran en solución. Otros factores que afectan la cantidad y disponibilidad de nutrimentos son el pH, contenido de oxígeno y capacidad de intercambio iónico del suelo.

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 8 y gráfica 4 el contenido de fósforo se encuentra en concentraciones extremadamente pobres con valores de 2.45, 7.33, 2.57, 2.16 y 4.33 ppm (por cada sitio de muestreo), al comparar estos valores con los reportados por el Instituto de Investigaciones Agrícolas (1970).

GRÁFICO 4. CONTENIDO DE N Y P EN EL SUSTRATO ANALIZADO.



Los factores que afectan la fijación del fósforo en el suelo son los siguientes:

1. Tipo de arcilla: Las arcillas saturadas con calcio muestran una alta fijación de fósforo debido a que el calcio actúa como catión puente.
2. Tiempo de reacción.

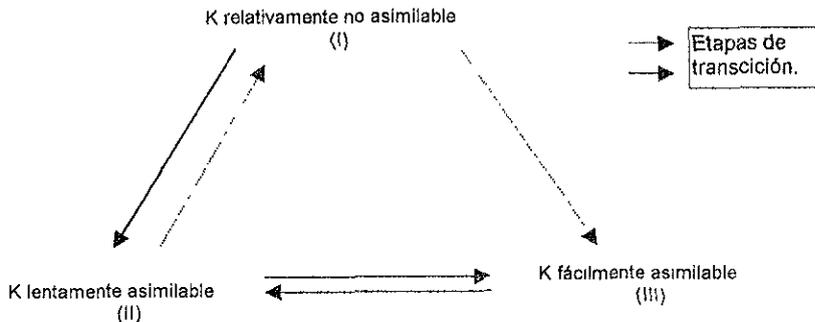
3. pH: El pH óptimo para la solubilidad del fósforo está entre 5.5 y 7.5 a pH menores ocurre fijación con los sesquióxidos hidratados de hierro y aluminio y a pH mayores se precipita como fosfato tricalcico.
4. Temperatura: Se ha observado una mayor fijación en climas cálidos.
5. Materia orgánica: Incrementa la solubilidad mediante la producción de CO₂ que tiende a solubilizar los minerales fosfatados a cualquier pH del suelo, durante la descomposición.

La aprovechabilidad del fósforo disminuye por el bajo contenido de humedad en el sustrato ya que siendo constante su producto de solubilidad, la cantidad de soluto por volumen de suelo aumentará al elevarse el volumen de solución, lo que no sucede en nuestros suelos por el bajo contenido de humedad que se presenta (Tabla 2.)

El potasio es un elemento relativamente abundante en la corteza terrestre: representa un 2.4% del peso total. En los suelos de cultivo se le puede encontrar en cantidades que van de unos cuantos cientos de kg hasta 50 tonha⁻¹. Las proporciones relativas de las diferentes formas de potasio en el suelo son:

FORMAS DE POTASIO	%
Minerales primarios	90-98
Minerales secundarios (fijados)	1-10
Intercambiable e hidrosoluble	1-2

Existe en el suelo un equilibrio entre las 3 formas anteriores de potasio, representadas como sigue:



La forma II puede pasar a la forma I y viceversa y la forma I puede pasar a la forma III. (Tomado de SARH, 1980).

En lo que se refiere a la concentración de potasio en el sustrato de Bordo Xochiaca, se considera como extremadamente rico (tabla 8), conforme a lo establecido por la SARH (1980), que va de 50 a 4,000 ppm, ya que nuestro sustrato presenta un rango de 842.50 a 2431.48 ppm.

Esto tal vez se deba a que una vez hidrosoluble el potasio este puede ser:

- A) Lixiviado: El potasio es más retenido y fijado que el sodio en la tierra debido a que los minerales sódicos son más fácilmente intemperizados que los potásicos, el sodio no es susceptible de fijarse debido a su alto grado de hidratación y el sodio es menos absorbido que el potasio. La intensidad de lixiviación dependerá de la Capacidad de intercambio catiónico del suelo, el porcentaje de saturación de potasio, la permeabilidad del subsuelo, el tipo de sistema radical de la vegetación (si la raíz es profunda, llevará potasio a la superficie) y la naturaleza de los otros cationes absorbidos.
- B) Erosionado: Las pérdidas por erosión son menos importantes que las de N o P, porque el potasio está más uniformemente distribuido en todo el perfil.
- C) Absorbido por la arcilla.
- D) Fijado por la arcilla (SARH, 1980).

Al igual que debemos considerar que no se sabe el o los orígenes del sustrato del sitio de trabajo.

TABLA 9. Metales pesados en sustrato de bordo xochiaca.

METAL DETERMINADO (ppm)	S1	S2	S3	S4	S5	NORMAL (ppm)
Fe	87.5	99.0	102.0	126	74	50-1000 (Allen, 1974)
Pb	3.56	4.22	2.46	1.22	5.9	2-300 (Alloway, 1990)
Cu	2.90	1.70	0.55	0.28	1.3	2-250 (Alloway, 1990)
Cd	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01-2 (Alloway, 1990)
Zn	5.44	6.9	4.13	2.00	7.5	1-900 (Alloway, 1990)

ppm= mgkg⁻¹

FIERRO

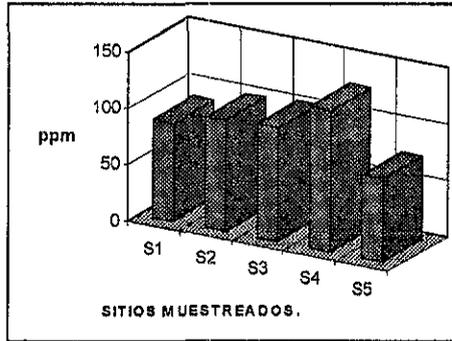
De acuerdo a la tabla 9 y gráfica 5 se considera que no existe una gran variabilidad en la concentración de hierro en los 5 sitios de muestreo, los valores obtenidos se encuentran en el rango más bajo del contenido normal para un suelo

Dentro de los factores que afectan la disponibilidad del hierro en el suelo son:

- a) Cantidad total del hierro presente en el suelo
- b) pH del suelo. La solubilidad del hierro decrece a medida que aumenta el pH del suelo, son comunes las deficiencias del hierro en suelos calcáreos o alcalinos de las regiones áridas, el pH mayor de 7.0.
- c) Aereación del suelo. Bajo condiciones de aereación deficiente, el hierro se encuentra principalmente en forma ferrosa.
- d) Presencia de metales pesados como Cobre, Zinc y Manganeso. Estos metales pesados pueden interferir en la absorción del hierro ya sea precipitando algunos componentes pécticos considerados como esenciales para la absorción de hierro, así como reemplazando al hierro dentro de la planta pero sin desempeñar sus funciones.
- e) Contenidos elevados de P en suelo. (SARH, 1980; Mortvedt, 1983).

Para el sustrato aquí estudiado, el pH está por arriba de 7 y el fósforo es extremadamente pobre, de manera que el pH y el fósforo no afectan la disponibilidad de este nutrimento en las muestras analizadas.

GRAFICA 5. CONCENTRACIÓN DE Fe EN LAS MUESTRAS ESTUDIADAS.



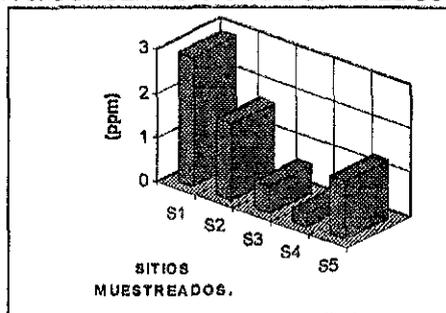
COBRE

Los contenidos de cobre en el suelo normalmente varían de 1-60 ppm. Un pequeño porcentaje del cobre en el suelo se encuentra como ión divalente y una pequeña porción es intercambiable. La mayor parte del cobre no es fácilmente extraíble en acetato de amonio, menos aún hidrosoluble. Los factores que afectan la aprovechabilidad del cobre son:

1. pH del suelo. En suelos minerales, particularmente los arenosos, la solubilidad del cobre se reduce a medida que se eleva el pH. Es frecuente encontrar deficiencias de cobre en suelos alcalinos.
2. Materia Orgánica. Un alto contenido de materia orgánica reduce la aprovechabilidad del cobre, aunque no se conoce el mecanismo de esta fijación.
3. Textura del suelo. Tiene importancia en la retención del cobre del suelo a través de su influencia sobre la permeabilidad y grado de lixiviación (SARH, 1980).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, varían de 0.55 a 2.90 ppm (tabla 9), y el pH está por encima del 7.0 y el porcentaje de materia orgánica es alto (más de 5.0), y la textura es migajón arenosa, lo que permite una fácil filtración del agua, todo esto nos lleva a contenidos muy bajos de cobre en el suelo que puede ser aprovechado por las plantas.

GRAFICA 6. CONCENTRACIÓN DE Cu EN EL SUSTRATO.



ZINC

El contenido de Zinc en el suelo de manera normal es aproximadamente 10 veces mayor que el contenido de cobre, variando entre 10 y 300 ppm en total, del cuál una parte es soluble, otra intercambiable y la mayoría retenida en forma no fácilmente extraíble, que se considera fijada.

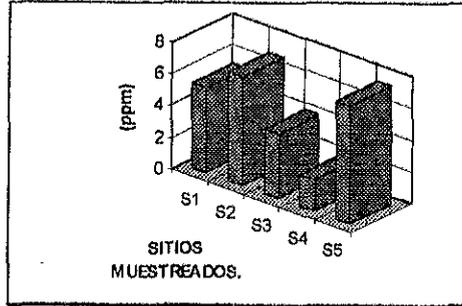
Los factores que regulan la disponibilidad de Zinc son:

1. pH del suelo. En el suelo el zinc se encuentra como $Zn(OH)_2$ y su disociación se reduce a pH alcalino. Así como los suelos son compactos.
2. Materia Orgánica. La materia orgánica del suelo tiende a reducir la cantidad de zinc aprovechable.
3. Los microorganismos. Pueden causar deficiencias de Zinc por utilizar fuertes dosis de este elemento, que lo fijan en forma orgánica en su protoplasma. Se considera que una de las funciones del Zinc es la neutralización de toxinas liberadas por microorganismos a temperaturas altas.
4. Fósforo. El contenido de Zinc aprovechable en un suelo es inverso al contenido de fósforo aprovechable, debido tal vez a la formación de fosfatos insolubles de Zinc. (SARH, 1980; Mortvedt, 1983).

Las concentraciones de Zn para los 5 sitios de muestreo están en los valores más bajos del rango normal de acuerdo a Alloway (1990).

El hierro, zinc, cobre y manganeso son menos solubles en los suelos alcalinos que en suelos ácidos, puesto que se precipitan como lo hacen los hidróxidos que tienen valores de pH elevados (Sallisbury, 1994).

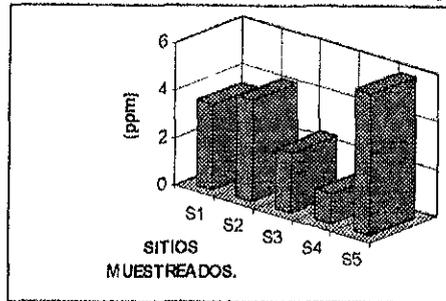
GRAFICA 7. CONCENTRACIÓN DE Zn EN EL SUSTRATO.



PLOMO.

El Pb llega al suelo a través de diversas fuentes y posteriormente entra a un nuevo ciclo de procesos que siguen a la incorporación dentro de la capa superficial. Esto altera su disponibilidad para las plantas, así, el Pb precipitado derivado de la combustión de la gasolina y asociada con haluros es relativamente soluble, sin embargo, con el tiempo es convertido en una matriz menos soluble, debido a que se asocia con SO_4^{2-} , CO_3^{2-} y PO_4^{3-} en forma aniónica y con la materia orgánica del suelo. Los quelatos de la materia orgánica de Pb son de baja solubilidad. También debido a la naturaleza divalente y a la fuerte adsorción del Pb, las capas superficiales de la mayoría de los suelos son considerablemente más altos en Pb que en horizontes más profundos. La tendencia de las plantas a removerlo de las capas más profundas y depositarlos sobre la superficie del suelo acentúan la polarización (Mortvedt, 1983). De acuerdo con los resultados obtenidos en el sitio 5 hay más cantidad de plomo en comparación con los demás sitios, aunque todos caen dentro del rango de un suelo normal, según Alloway (1990).

GRAFICA 8. CONCENTRACIÓN DE Pb EN EL SUSTRATO.

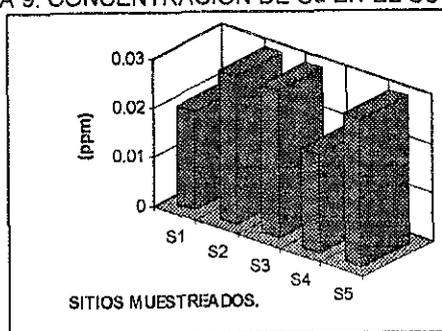


CADMIO

El cadmio llega al suelo durante la precipitación o por deposición directa. La disponibilidad de Cd a partir de fosfatos en el suelo es desconocida. Se presenta en la mayoría de los suelos como resultado de la presencia de llantas de automóviles y en los aceites de motores. Este metal es fácilmente absorbido por las raíces de las plantas. Se ha encontrado que el Cd se mueve rápidamente de las raíces a las hojas. Un incremento en el pH del suelo por alcalinización suprime en cierta forma la captación de Cd (Mortvedt, 1983).

Los valores obtenidos en los 5 sitios de muestreo no presentan una variación fuerte, pues van de 0.02 a 0.03 ppm encontrándose estos valores dentro del rango normal de acuerdo con Alloway (1990).

GRAFICA 9. CONCENTRACIÓN DE Cd EN EL SUSTRATO.



De acuerdo con los resultados obtenidos, la concentración de los micronutrientes (Fe, Cu y Zn) y el Pb y Cd (como metales pesados) en suelo, se encuentran dentro de los valores más bajos del rango de la normalidad, según lo establecido por Alloway (1990), y Allen, *et al.* (1974), por lo que pueden considerarse como suelos no contaminados para el caso de los metales pesados y deficientes en micronutrientes (Tabla 9).

VII. 2.- PROPAGACIÓN DE *Amaranthus hybridus* L. y *Malva parviflora* L.

De las investigaciones realizadas en Bordo Xochiaca con respecto a la variedad florística presente en la zona de estudio, se encontró que de las 22 Familias reportadas por Rivas (1991); Taboada (1992), en la actualidad solo se presentan 7 familias y 17 especies de herbáceas (Tabla 11).

De acuerdo con las visitas de reconocimiento a la zona, la elección de las especies se basó en que fueron reportadas por Rivas (1991), y Taboada (1992), cuando el sitio era un tiradero a cielo abierto como especie abundante en el caso de *Amaranthus hybridus* L. y para *Malva parviflora* L. por ser una especie que presenta una alta cobertura por su crecimiento horizontal, posteriormente el sitio al manejarse como un enterramiento controlado, la vegetación fué cubierta por una capa de tierra de aproximadamente 40 cm de tierra proveniente de diferentes sitios.

La importancia de emplear estas especies es que se encontraban en ese sitio y son herbáceas con ciclo de vida corto, por lo que sus raíces son más bien superficiales, característica necesaria para que no entren en contacto directo con los lixiviados producidos en este sitio.

TABLA 10 Especies encontradas en el enterramiento controlado bordo xochiaca.

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
<i>Chloris virgata</i>	Gramineae
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramineae
<i>Phalaris canariensis</i>	Gramineae
<i>Sporobolus pyramidatus</i>	Gramineae
<i>Malva parviflora</i>	Malvaceae
<i>Solanum rostratum</i>	Solanaceae
<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae
<i>Conyza sp</i>	Astereae
<i>Senecio tolucanus</i>	Astereae
<i>Senecio sp</i>	Astereae
<i>Suaeda sp</i>	Chenopodiaceae
<i>Chenopodium sp</i>	Chenopodiaceae
<i>Chenopodium murale</i>	Chenopodiaceae
<i>Chenopodium mexicanum</i>	Chenopodiaceae
<i>Sisymbrium sp</i>	Cruciferae
<i>Brassica sp</i>	Cruciferae

Para poder realizar la recuperación de la cubierta vegetal en el enterramiento controlado Bordo Xochiaca, se consideraron las características de % de germinación, viabilidad y sobrevivencia a nivel invernadero de las dos especies *Malva parviflora* y *Amaranthus hybridus*.

La forma de propagación fue primeramente por semilla; para el caso de *Malva parviflora* la colecta se realizó al momento de la visita de reconocimiento a la zona y para las semillas de

Amaranthus hybridus se obtuvieron de una colecta realizada en 1991 cuando la zona de estudio Bordo Xochiaca funcionaba como tiradero a cielo abierto, esto con el fin de asegurar el establecimiento de estas especies, ya que se presentan en la zona.

Amaranthus hybridus

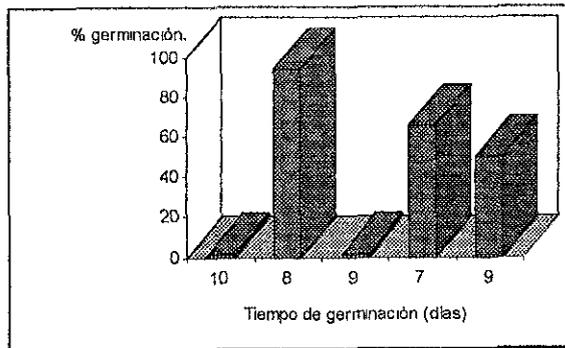
Se realizó la germinación de las semillas sin aplicación de tratamiento obteniéndose que el tiempo de germinación fue de 7 a 10 días con un porcentaje de germinación del 55% para los lotes 3, 4 y 5, los lotes 1 y 3 solo el 1% en un promedio de 9.5 días (Tabla 12 y gráfica 10).

TABLA 11 % De germinación de *Amaranthus hybridus* sin tratamiento.

LOTES	% DE GERMINACIÓN	TIEMPO DE GERMINACIÓN	% DE VIABILIDAD
LOTE 1	1%	10 DÍAS	3.06
LOTE 2	95%	8 DÍAS	95.23
LOTE 3	1%	9 DÍAS	4.04
LOTE 4*	66%	7 DÍAS	76.47
LOTE 5*	50%	9 DÍAS	47.05

*Lotes con 50 semillas, los demás con 100 semillas.

GRÁFICA 10. % DE GERMINACIÓN DE *Amaranthus hybridus* SIN TRATAMIENTO.

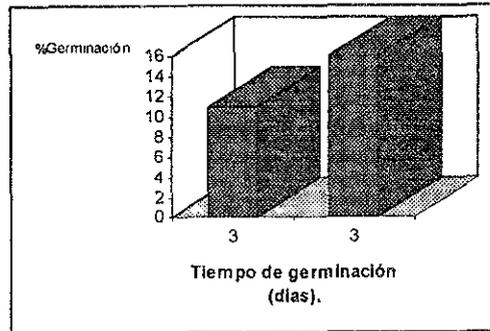


El primer tratamiento realizado recomendado por Vázquez (1985), consistió en lavados con hipoclorito de sodio al 10 % y temperatura a la estufa a 36° C, conforme a la técnica realizada se obtuvieron los siguientes resultados:(Tabla 13 y gráfica 11). Este tratamiento se realizó con el fin de saber si así se acelera el proceso de germinación

TABLA :12 % De germinación de semillas tratadas con hipoclorito de sodio.

NUMERO DE LOTE (100 semillas)	% DE GERMINACIÓN	TIEMPO DE GERMINACIÓN	% DE VIABILIDAD
LOTE 1	11%	3 DÍAS	49.74 %
LOTE 2	16%	3 DÍAS	26.19 %

GRÁFICA 11. % DE GERMINACIÓN DE *Amaranthus hybridus* TRATADAS CON HIPOCLORITO DE SODIO.



Los porcentajes de viabilidad en esta especie se consideran altos para los lotes de semillas 2, 4 y 5 (Tabla 12), ya que están por arriba del 50%, las semillas al ser tratadas con hipoclorito bajan su porcentaje de viabilidad, tal vez por ser un tratamiento agresivo para esta especie (Tabla 13), obteniéndose un máximo del 49.74 %.

Del transplante realizado a las plántulas germinadas de *Amaranthus hybridus* para su propagación a nivel de invernadero en sustrato del sitio, sólo sobrevivieron 7 organismos (de 124 semillas sembradas), los cuáles al mes presentaron alturas de 1.0, 2.8, 4.0, 5.0, 6.5 y 8 cm. En un lapso de 90 días presentaron alturas entre 40 y 50 cm, así como la raíz principal alcanzó una longitud entre 20 y 22 cm

Las diferencias en cuanto a germinación y viabilidad en los lotes de semillas, se deben principalmente a que éstas fueron colectadas en 1991, justo antes de que la vegetación fuera cubierta con tierra transportada de diferentes sitios de individuos, con frutos con diferente grado de maduración, almacenadas sin ningún tratamiento y en condiciones no adecuadas

Malva parviflora

Para el caso de *Malva parviflora* se manejó el criterio del total de semillas por fruto para cada lote colocándose lotes con 15, 12, 13, 10 y 14 semillas por cada uno, dado que el tiempo de germinación fue durante dos semanas se vio la necesidad de adicionar 10 ml de agua cada tercer día. Ninguna semilla germinó durante este tiempo, por lo que se decidió aplicar dos diferentes tipos de tratamiento

Se siguieron los tratamientos recomendados por Vázquez (1985), el primero consistió en lavados con hipoclorito de sodio al 10 % y temperatura a la estufa a 36° C, se colocaron lotes con 10, y 8 semillas por cada uno, el tiempo de germinación fue durante dos semanas con adición de 10 ml de agua cada tercer día. No se obtuvo germinación absoluta durante este tiempo.

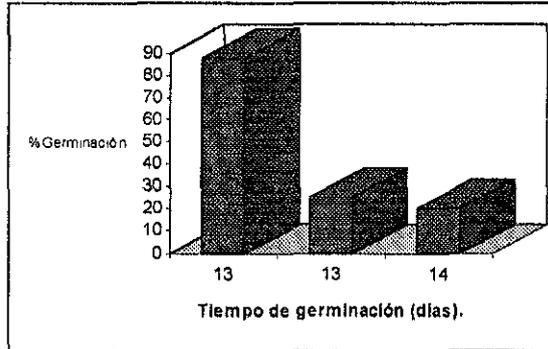
En el segundo tratamiento se emplearon tres lotes con 10, 12 y 17 semillas (total de semillas por fruto), a las que se les aplicó escarificación mecánica y remojo con agua por 24 horas. El % de germinación de semillas de *Malva parviflora* fue del 88% en el lote 1 en un lapso de

tiempo de 13 días, no así para el caso de los lotes 2 y 3, en los cuales el porcentaje de germinación fue del 25 y 20% respectivamente (Tabla 14 y gráfica 12).

TABLA 13 % De germinación con escarificación mecánica y remojo con agua.

NÚMERO DE LOTE	% DE GERMINACIÓN	TIEMPO DE GERMINACIÓN	% DE VIABILIDAD
LOTE 1 (17 SEMILLAS/FRUTO)	88.23 %	13 DÍAS	50 %
LOTE 2 (12 SEMILLAS/FRUTO)	25 %	13 DÍAS	66.66 %
LOTE 3 (10 SEMILLAS/FRUTO)	20 %	14 DÍAS	62.5 %

GRÁFICA 12. % DE GERMINACIÓN DE *Malva parviflora* CON ESCARIFICACIÓN MECÁNICA Y REMOJO CON AGUA.



El porcentaje de viabilidad de semillas de *Malva parviflora* es del 59.72% en promedio (Tabla 14), más bajo que para *Amaranthus hybridus*.

De las semillas germinadas de *Malva parviflora* transplantadas al sustrato de Bordo Xochiaca sobrevivieron 3 organismos (de 20 semillas sembradas), de los cuáles alcanzaron entre 0.5 y 4.5 cm de altura en un lapso de 25 días, posteriormente comenzaron a presentar coloraciones amarillentas en hojas, luego en tallo, finalizando esto con la muerte de los organismos.

Los porcentajes de germinación resultaron ser más bajos en comparación con los de viabilidad, lo que indica que las semillas a pesar de tener las condiciones favorables para germinar, antes deben pasar por un periodo de latencia y/o reposo para que el embrión continúe con su crecimiento.

NITRÓGENO, FIERRO, COBRE Y CINC EN PLANTAS.

El suelo suministra soporte físico y anclaje para muchas plantas, así como nutrimentos, siendo el sistema suelo- raíz un complejo viviente y dinámico del cual las plantas obtienen nutrimentos y/o contaminantes de tres maneras distintas:

- A) De la solución del suelo
- B) De iones intercambiables en la superficie de la arcilla y de las partículas del humus.
- C) De minerales que se descomponen con facilidad.

Otra vía de obtención de nutrimentos es a través de las hojas.

Después del Carbono, hidrógeno y oxígeno, es el nitrógeno el elemento más abundante en tejidos vivos y aunque también ocupa la mayor concentración la atmósfera, paradójicamente, la mayoría de los organismos son incapaces de tomarlo directamente de ésta vasta reserva.

El nitrógeno es fácilmente localizable dentro de la planta. En caso de deficiencia, las proteínas de las partes viejas se hidrolizan a aminoácidos y se trasladan a las partes jóvenes de la planta.

De acuerdo con los resultados obtenidos la mayor cantidad de Nitrógeno se ubicó en la hoja (1.680%), seguido del tallo (0.049 %) y el porcentaje más bajo se presentó en la raíz (0.007 %), para el caso de *Malva parviflora*, y en *Amaranthus hybridus* la mayor concentración de nitrógeno se encontró a nivel de hoja (0.763 %) seguido de la raíz (0.466 %). En ambas especies el mayor porcentaje se encontró en la hoja (Tabla 15).

TABLA 14: Concentración de N total en *Malva parviflora* y *Amaranthus hybridus*.

<i>Malva parviflora</i>		<i>Amaranthus hybridus</i>	
	% Nitrógeno Total		% Nitrógeno Total
Tallo	0.049	Tallo	No se determinó
Raíz	0.007	Raíz	0.466
Hoja	1.680	Hoja	0.763

Si consideramos que la concentración normal en plantas va del 1 al 5%, podemos considerar que nuestras dos especies están deficientes en este nutrimento, a excepción de la hoja de *Malva parviflora* (1,680 %).

TABLA 15. Contenido de metales pesados totales en las plantas.

METAL DETERMINADO (ppm)	<i>Malva parviflora</i>			<i>Amaranthus hybridus</i>			RANGOS NORMALES (ppm)
	RAÍZ	TALLO	HOJA	RAÍZ	TALLO	HOJA	
Fe	35.5	7.5	18	73.5	15.5	38.0	40-500 (Allen, 1974)
Pb	0.16	0.08	0.16	0.32	0.08	0.08	0.2-20 (Alloway, 1990)
Cu	0.20	0.08	0.20	0.28	0.08	0.14	5-20 (Alloway, 1990)
Cd	0.006	0.004	0.003	0.002	0.006	0.009	0 1-2.4 (Alloway, 1990)
Zn	23.54	16.46	28.33	12.90	8.75	11.66	25-150 (Alloway, 1990)

Existe una relación abierta y directa de la planta con la atmósfera del suelo que le rodea, de aquí que este tipo de contaminación podrá llegar a la planta por vía atmosférica directa, siendo en este caso la parte aérea (hoja fundamentalmente) el órgano receptor primario o por medio de la presencia o disposición en el suelo. Para los metales pesados este último caso suele ser el habitual y la raíz es el órgano receptor primario. Por lo general el sistema de raíces abarca una cuarta parte de la planta, no obstante, las raíces se ramifican tanto y tan finamente que con frecuencia ocupan una masa de suelo mayor que el volumen de la atmósfera que abarca el tallo. El resultado es el extenso y estrecho contacto entre la superficie del suelo y la planta, lo cual es muy importante, en vista de que depende del suelo para su fijación y para obtener

los nutrimentos y el agua tanto la planta como el suelo, ejercen una gran influencia mutua debido al mencionado contacto, pero también a causa de la gran complejidad y naturaleza dinámica del suelo (Daubemire, 1982).

FIERRO.

La concentración de Fe puede variar considerablemente, en general cuando los valores son de 50 ppm o menos, en la materia seca es muy factible que se presente deficiencia; el rango de suficiencia es de 50 a 250 ppm de Fe (Mortvedt, 1983).. La toxicidad de Fe no ha sido reportada para plantas creciendo bajo condiciones naturales.

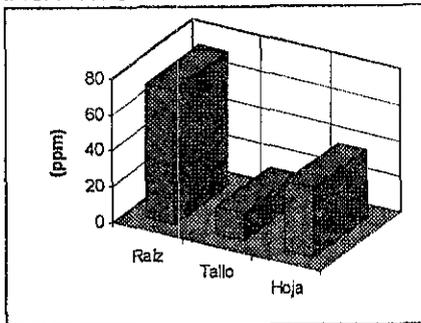
La concentración de Hierro en plantas jóvenes puede ser extremadamente alta, alcanzando niveles en exceso de 300 a 400 ppm, notándose que el hierro tiende a acumularse en cierto grado en los márgenes de las hojas, algunos estudios establecen que la concentración de este metal en los tallos de plantas era de un cuarto con respecto a la encontrada en hojas (Mortvedt, 1983).

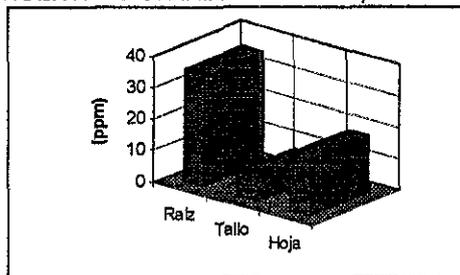
En las dos especies estudiadas, se encontró que la mayor concentración de hierro está en la raíz, seguida por la hoja y la menor cantidad en el tallo (Tabla 16 y gráficas 13 y 14), considerandose como deficiente, excepto para la raíz de *A. hybridus*.

El Hierro es uno de los elementos menos móvil dentro de la planta. Consecuentemente la mayor parte del hierro del suelo se encuentra formando óxidos hidratados solubles sólo a pH entre 2.5 y 3.0, por lo que a pesar de estar en concentraciones normales (Tabla 9) en sustrato, la planta no lo puede obtener ya que el pH va de 7.26-7.77 (Tabla 5).

Conforme lo establece Mortvedt (1983), las semillas pierden el 30% de su hierro en las cubiertas y estructuras externas resultantes de la germinación durante los 2 primeros días. De ahí que al considerarse como deficiente dentro de la planta, el porcentaje de sobrevivencia de las plantas sea muy bajo.

GRÁFICA 13. CONCENTRACIÓN DE Fe EN *Amaranthus hybridus*.

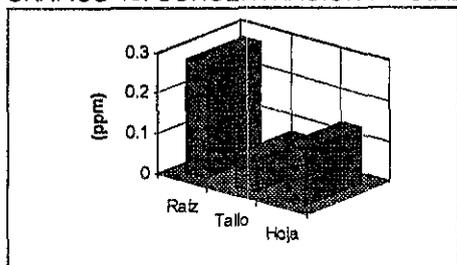
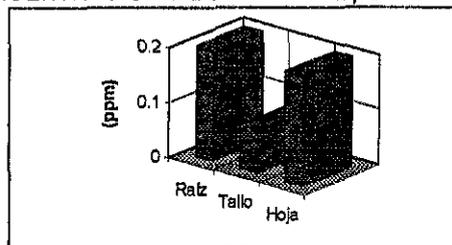


GRÁFICA 14. CONCENTRACIÓN DE Fe EN *Malva parviflora*.

COBRE.

El cobre es absorbido en su forma Cu^{++} , es requerido en muy bajas dosis y si hay cantidades altas de cobre aprovechable causa fuerte toxicidad a las plantas. No hay estudios específicos sobre la movilidad o inmovilidad del cobre en la planta, aunque a juzgar por los síntomas de deficiencia, se infiere que es inmóvil (SARH, 1980).

La mayor concentración de cobre en *Amaranthus hybridus* está en raíz seguida de la hoja y la menor en tallo, en el caso de *Malva parviflora* se encuentra la misma concentración en raíz y hoja y la menor en tallo (Tabla 16 y gráficas 15 y 16). Para ambas especies se considera deficiente ya que los niveles críticos de deficiencias de cobre en partes vegetativas son generalmente en los rangos de 3-5 $\mu\text{g/g}$ (ppm). Dependiendo de la especie, órgano de la planta, estadio de desarrollo y proporción de Nitrógeno, estos rangos pueden incrementarse.

GRÁFICO 15. CONCENTRACIÓN DE Cu EN *Amaranthus hybridus*.GRÁFICO 16. CONCENTRACIÓN DE Cu EN *Malva parviflora*.

El cobre se encuentra de forma soluble a pH entre 2.5 y 3.0, por lo que la planta no lo puede obtener ya que el pH va de 7.26-7.77 (Tabla 5) en el sustrato, y solamente en el sitio de muestreo 1 (Tabla 9), está en concentración normal.

ZINC.

El zinc es un elemento menor y su función en la planta es principalmente de activación de enzimas, también está relacionado a la síntesis de clorofila. La distribución del zinc dentro de la planta esta influenciada por el nivel de nitratos, fosfatos y hierro.

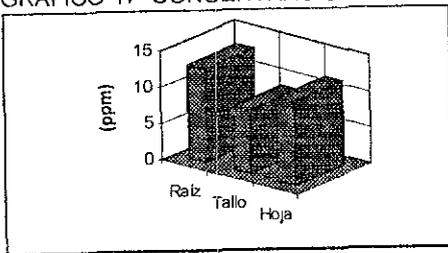
En plantas el zinc no es oxidado ni reducido, sus funciones como nutrimento mineral están basadas principalmente en sus propiedades como catión divalente con una fuerte tendencia para formar complejos tetrahédricos. Puede considerarse deficiente cuando se presentan en concentraciones de 15-20 $\mu\text{g/g}$ (ppm) y como tóxico cuando se presentan en concentraciones de 400-500 $\mu\text{g/g}$ (ppm), (Marschner, 1986).

La concentración de zinc en *A. hybridus* en raíz es mayor que en hoja y tallo, pero para *M. parviflora* la mayor concentración se presenta en hoja, seguida de raíz y tallo (Tabla 16, gráficas 17 y 18).

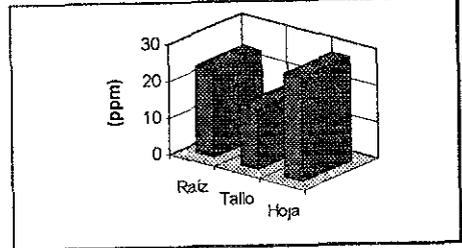
El zinc es soluble sólo a pH entre 2.5 y 3.0, por lo que a pesar de estar en concentraciones normales en sustrato (Tabla 9), la planta no lo puede obtener ya que el pH va de 7.26-7.77 (Tabla 5).

En suficiencia de hierro el zinc se distribuye uniformemente dentro de la planta, (SARH, 1980), lo que no sucede en las dos especies estudiadas (Tabla 16).

GRÁFICO 17. CONCENTRACIONES DE Zn EN *Amaranthus hybridus*

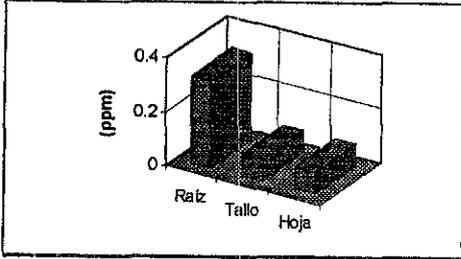
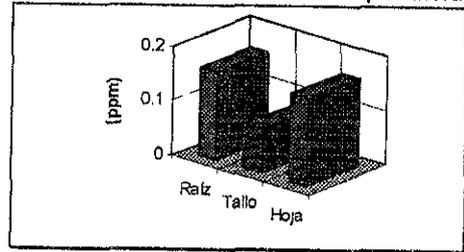


GRÁFICA 18. CONCENTRACIONES DE Zn EN *Malva parviflora*.



PLOMO.

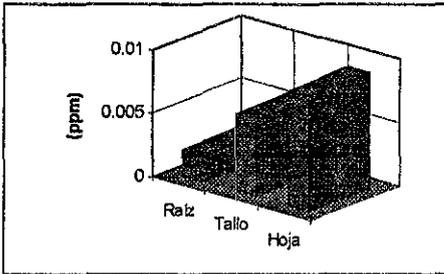
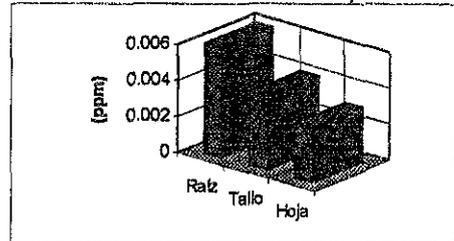
Dos vías están disponibles para la entrada de Pb en las plantas: captación por las raíces y las hojas. Una vez dentro del sistema, el Pb puede ser retenido por la membrana celular, mitocondrias y cloroplastos. El Pb interfiere en cierto grado con el metabolismo normal de Fe. La competencia por Pb entre los sitios de adsorción en el medio de la raíz y los de su superficie, contribuyen en forma importante a la captación del mismo (Mortvedt, 1983).

GRÁFICO 19. CONCENTRACIÓN DE Pb EN *Amaranthus hybridus*GRÁFICA 20. CONCENTRACIÓN DE Pb EN *Malva parviflora*.

En *Amaranthus hybridus* se encontró la misma concentración de plomo en tallo y hoja (0.08 ppm), y en raíz la mayor concentración (0.32 ppm), para *Malva parviflora* la misma concentración en raíz y hoja (0.16 ppm) y menor en tallo, siendo esta semejante a la de tallo y hoja de *Amaranthus hybridus*. (Tabla 16 y gráficas 19 y 20).

CADMIO

El cadmio como otros metales llega al suelo durante la precipitación pluvial o por deposición directa. La disponibilidad de Cd a partir de fosfatos en el suelo es desconocida. El metal es fácilmente absorbido por las raíces de las plantas y se ha encontrado que se mueve rápidamente en forma fácil de las raíces a las hojas. Un incremento en el pH del suelo por alcalinización suprime en cierta forma la captación de Cd (Mortvedt, 1983)

GRÁFICO 21. CONCENTRACIÓN DE Cd EN *Amaranthus hybridus*.GRÁFICA 22. CONCENTRACIÓN DE Cd EN *Malva parviflora*.

En *Amaranthus hybridus* la mayor concentración es en hoja seguida por tallo y la menor en raíz, y para *Malva parviflora* primero en raíz, seguidos de tallo y al final hoja (Tabla 16 y gráficas 21 y 22)

Conforme a los resultados obtenidos, se encontró que el Fe, Cu y Zn son deficientes dentro de la planta, debido a que las concentraciones están por debajo del valor mínimo del rango de la normalidad (Tabla 16), exceptuando la raíz de *Amaranthus hybridus* para el caso de Fe y de la hoja de *Malva parviflora* con respecto a la concentración de Zn. En el caso de las concentraciones de Pb y Cd se encontró que están por debajo del valor mínimo del rango del valor normal, excepto en el caso de raíz de *Amaranthus hybridus*, por lo que las concentraciones de estos metales son tolerables para la planta (Tabla 16).

Las diferencias en la concentración de los micronutrientes en las dos especies se deben a que no se tienen los mismos requerimientos nutricionales, ya que estos varían dependiendo de la edad, del individuo, en cuanto a especie y estado fenológico principalmente (Marschner, 1986).

Las plantas responden de diferente manera a las condiciones ambientales y considerando como estresantes la escasez de agua y las concentraciones elevadas de sal, que influyen de manera adversa en el crecimiento o desarrollo de la planta (Sallisbury, 1994), el establecimiento de vegetación en sitios de disposición final, se deberá a características tales como: tipo y cantidad de residuos sólidos, profundidad de la cobertura de la tierra empleada, condiciones meteorológicas tales como: temperatura, humedad relativa, época de lluvias, precipitación pluvial; composición, textura, retención de humedad y características nutricionales del suelo, adaptabilidad de las plantas a las condiciones del sitio y técnicas de

plantación y mantenimiento en condiciones poco favorables del sitio de disposición final. (Esmail, 1975; Vitale, 1973 y Whitcavage, 1974).

La vegetación dentro del sitio de disposición final se ve afectada por la producción de una mezcla de gases producto de la descomposición aeróbica de la materia orgánica ahí depositada en donde se producen CO_2 , NH_3 , H_2O (Buchman, 1969; López, 1990) y Ácidos grasos, Azúcares, Aminoácidos, H_2 , CO_2 , NH_3 , H_2O , Ac. Orgánicos como el Ácido acético. (Toerien, 1969; Farquhar, 1968 y Kotze, 1969), CH_4 (metano), propano, etano, fosfina, H_2S , N, oxilontoso en descomposición anaeróbica de la misma (Alexander, 1971; Bishop, 1966; Costa, 1971; McCarty, 1963 y Hoeks, 1970); los lixiviados y la alta temperatura (Costa, 1971 y Whitcavage, 1974).

Los gases, CO_2 y CH_4 en mayor concentración en los sitios de disposición final, afectan la zona de la raíz (Flawn, 1972) provocando un decremento en la respiración debido al daño permanente de las células de la raíz causada por el bajo pH intercelular debido al CO_2 disuelto del medio circundante.

El efecto fitotóxico sobre las raíces es a nivel de la zona aeróbica por la migración del biogas que puede desplazar al oxígeno o bien las bacterias metanogénicas pueden utilizar todo el oxígeno disponible en la zona de raíces (Christensen, 1989), provocando un estrés que se pueda causar la muerte de las plantas incrementando la erosión de la capa de cobertura final (Bagchi, 1990). Por lo que es recomendable emplear especies que tienen raíces poco profundas para la recuperación de la cubierta vegetal como lo son *Malva parviflora* y *Amaranthus hybridus*.

Los problemas potenciales en los sitios de disposición de residuos sólidos (lixiviados y biogas) causan efectos dañinos en el crecimiento de la vegetación, influyendo además en la diversidad y distribución de los animales del suelo, ya sea directa o indirectamente; al presentarse la ausencia de cubierta vegetal se limita la ocurrencia de algunos animales comunes del suelo tales como diplópodos, hemipteros, isópodos e isópteros, debido principalmente a la escasez de las plantas para protección y a la materia orgánica para comida (Wong, et al., 1992).

Al presentarse en el sitio de trabajo un suelo extremadamente salino y con presencia de biogas, se puede considerar que las dos especies propuestas están adaptadas al lugar, dado que al realizar las visitas al enterramiento controlado Bordo Xochiaca se observó la presencia de *Malva parviflora* y *Amaranthus hybridus*, por lo que al no presentarse las mismas condiciones en el invernadero los resultados no fueron los esperados ya que los porcentajes de germinación (20, 25, 88 %) en *Malva parviflora* son muy bajos para dos lotes de semillas, y el porcentaje de sobrevivencia es muy bajo para los tres lotes (3 individuos sobrevivientes), creemos que esto se debe principalmente al porcentaje de viabilidad obtenido, el cuál va del 50 al 60 %, en el caso de *Amaranthus hybridus* la variación en el porcentaje de germinación se debe principalmente a que las semillas no fueron almacenadas de manera adecuada y es probable que al formar los diferentes lotes se hayan tomado semillas con diferente grado de maduración, aún así el porcentaje de germinación es alto, (arriba del 55%) no así el de sobrevivencia que es bajo (7 individuos). La prueba de viabilidad no es adecuada para medir ciertos tipos de lesiones o daños que se presentan en las semillas, solamente distingue al embrión vivo de los no vivos (Hartmann, et al., 1990).

Si se considera que los micronutrientes presentes en las semillas están divididos en 3 clases:

- Aquellos que pueden estar presentes para el crecimiento de la planta madura
- Aquellos que pueden, debido a las grandes reservas en algunas semillas retrasar la aparición de deficiencias, y
- Aquellos que generalmente no son adecuados, excepto en las etapas tempranas de la plántula, a pesar de las cantidades relativamente elevadas que pueden encontrarse en semillas grandes. El Mo. se encuentra en la primera clase, el Cu y Zn en la segunda clase y el Fe en la tercera clase. (Mortvedt, 1983). Esto se relaciona con los resultados obtenidos en el sentido de que aún cuando el porcentaje de germinación es alto, para algunos lotes de semillas (Tabla 12 y 14), el de sobrevivencia es bajo (para ambas especies), debido a que en el sustrato pueden encontrarse estos micronutrientes no en forma disponible.

No existen diferencias significativas en el suelo de los cinco sitios de muestreo, pero en el sitio de muestreo 2, la falta de plantas aun cuando las características físicas y químicas del sustrato son semejantes a los sitios donde se encuentran tanto especies arbóreas como herbáceas (*M. parviflora* y *A. hybridus*) se debe tal vez a la presencia de una alta concentración de biogas por el tipo de residuos que se encuentran por debajo del sustrato. Al comparar los porcentajes de viabilidad, se observa que *Amaranthus hybridus* puede propagarse más fácilmente que *Malva parviflora* (Tablas 12, 13 y 14), el problema se presenta en el transplante, cuando la sobrevivencia de estos individuos baja de forma drástica, debido principalmente a los problemas de salinidad (Tabla 6), deficiencia de nitrógeno, fósforo, hierro, cobre y zinc (Tablas 15 y 16). A la fecha, en el sitio están presentes estas especies con una baja cobertura.

VIII. CONCLUSIONES.

- ⇒ Se encontraron 16 especies vegetales pertenecientes a 7 familias en el área de estudio.
- ⇒ El suelo del sitio es extremadamente salino y extremadamente pobre en nitrógeno y fósforo.
- ⇒ Hierro, cobre y zinc están en concentraciones deficientes en el sustrato y plantas.
- ⇒ Los metales pesados, plomo y cadmio, en sustrato y plantas se encontraron dentro de los valores más bajos de los rangos de la normalidad.
- ⇒ El porcentaje de germinación más alto se presentó en *Amaranthus hybridus*, 60% sin tratamiento y en *Malva parvifloran* del 20% con tratamiento.
- ⇒ Se considera que la ausencia de plantas en el sitio 2 se debe a una alta producción de biogas debajo del suelo como resultado de la acumulación heterogénea de los residuos sólidos ahí depositados, impidiendo la germinación de la mayoría de las semillas que ahí se encuentran.
- ⇒ *Amaranthus hybridus* se considera una especie con altas posibilidades para recuperar la cubierta vegetal en el enterramiento controlado, debido a que es fácilmente propagable y adaptable a las condiciones de estrés por temperatura, sequía y contaminación.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

IX. BIBLIOGRAFÍA.

- 1) Alexander, M.M. (1971). *Microbial Ecology*. John Wiley and Sons, inc. New York, New York.
- 2) Allen, S.E. et al. (1974). *Ecological materials*. Edit. John Wiley & Sons.
- 3) Alloway, B. J (1990). *Heavy metals in soils*. John Wiley and sons, inc.
- 4) Bagchi, A. 1990. *Design, construcción and monitoring of sanitary landfill*. John Wiley & Sons. U.S.A.
- 5) Bidwell, R.G. S. (1990). *Fisiología Vegetal*. AGT Editor, S.A. México.
- 6) Bishop, W. D.(1966). *Water pollution hazards from refuse-produce Carbon Dioxide*. J. of WAT. Pollut. Control Fed. 35:328/329.
- 7) Black, C. A. (1975). *Relaciones suelo planta*. Tomo I. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- 8) Buchman, H.O. (1969). *The nature and properties of soils*. The Mc Millan Co. London, England.
- 9) Clayton, P. M. y Tiller, K. G.(1979). *A Chemical method for the determination of the heavy metal content of soils in environmental studies* commonwealth scientific and industrial research organization, Australia.
- 10) Costa, D.(1971). *The effects of sanitary Landfill Gases (on surface vegetation solid waste seminar*. Dep. of environmental Science, College of Agriculture and environmental Science, Rutgers, the state University, New Brunswick, New Jersey, December.
- 11) Crook, C. S. (1992). *The feasibility of tree on landfill containment sites*. *Arboric*, J. 1992. Vol. 16. No. 3.
- 12) Cureton, P. M., Groenevelt, O. H., y McBride, R. A. (1992). *Landfill leachate recirculation: effects on vegetation vigor and clay surface cover infiltration*. *Journal Environmental Quality*. 1991. Vol. 20. No. 1.
- 13) Christensen, T. 1989. *Sanitary landfills: proces, Technology and environmental impact*. Academic. Great Britanic.
- 14) Daubenmire, R. F. (1982). *Ecología Vegetal. Tratado de autoecología de plantas*. Edit. Limusa. México.
- 15) DDF. (1995). *Manejo de los residuos sólidos. El caso del Distrito Federal*. *Gaceta Mexicana de Administración pública estatal y municipal*. México.
- 16) Esmaili, H. (1975). *Control of gas flow from Sanitary Landfills*. J. of the Env. Engin. Div. EE 4:555-566.

- 17) Farquhar, G.J. (1968). Gas production during refuse decomposition. *Public works*. 8:32-36.
- 18) Fassbender, H. W. (1987). *Química de Suelos*. Servicio Editorial IICA. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica.
- 19) Fitz. Patrick, E. A. (1987). *Suelos: Su formación, clasificación y distribución*. Edit. Continental. México.
- 20) Flawn, P.T. (1972). *Proceeding of the crop science society of Japan*. 22: 49-50.
- 21) Flores, D. A, Gálvez, V. V., Hernández, O. L., López, J. G. A., Obregón, A. S., Orellana, R.G., Otero, L. G., Valdés, M. P. (1996). *Salinidad Un nuevo concepto*. Universidad de Colima, México.
- 22) Flower, F. B., Gilman, F. E. Y Cook, C. J 1978. *A study of vegetation problems associated with landfill*. EPA. USA.
- 23) Foth, H. D. (1975) *Fundamentos de la ciencia del suelo*. Edit. Centro regional de ayuda técnica, México.
- 24) Freedman, B. (1989). *Environmental Ecology the impacts of pollution and other stresses on ecosystem structure and function*. San Diego Academic.
- 25) Galván, V. A. (1995). *Caracterización de los desechos sólidos del Extiradero de Santa Cruz Meyehualco y su impacto en el suelo Tesis para obtener el título de Biólogo*. FES ZARAGOZA. UNAM. México.
- 26) Gaucher, G. (1971). *Tratado de edafología agrícola, el suelo y sus características agronómicas*. Edit. Omega. Barcelona.
- 27) Hartmann, H.T., Kester, D E. Y Davies Jr., F. T. (1990). *Plant principles and practices*. 5a. de. Prentice-hall. New Jersey. USA.
- 28) Hoeks, J. (1970). *Changes in composition of soils air near leaks in natural gas mains*. *Soils Science*. 113:46-54.
- 29) Howard, M. R. (1982). *Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción*. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.
- 30) INEGI. (1991). *Resultados del XI Censo general de población y vivienda 1990, Estado de México. Tabuladores básicos*. México.
- 31) Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (1970).
- 32) Jackson, I. (1976). *Análisis químicos del suelo*. Edit. Omega.S.A. Barcelona.
- 33) Jaramillo, J. J. (1991). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Organización panamericana para la salud. OMS Washington, D. C. U. S. A

- 34)Kramer, P. J. (1974). Relaciones hídricas de suelo y plantas. Edit. Edutex, S.A. México.
- 35)Kotze, J. P. (1969). The characterization and control of anaerobic digestion. Water res.Great Britain. 3:459-494.
- 36)Levitt, J., (1989). Responses of plants to environmental stresses. Edit. Academic, New York.
- 37)López, R. 1990. El Impacto de los Desechos sólidos sobre el medio.Ciencias. Octubre (20) 37-41.
- 38) Marschner, H. (1986). Mineral nutrition of Higher plants. Academic Press. London. Orlando, Florida.
- 39)Martínez, D. M. (1989). Evaluación del impacto ocasionado por el plomo en *Lingustrum japonicum* T. (Trueno), planta introducida en el extriradero de basura de Sta. Cruz Meyehualco, México, D. F. Tesis para obyener el título de Biólogo. ENEP Zaragoza. UNAM. México, D. F.
- 40)McCarty, P. L. (1963) The methane fermentation. In: Principles and application ind aquatic microbiologic. Rudolfs Researches Conference, the State Unirsity, New Brunswick, New Jersey.John Wile and Sons. Inc.New Yorç New York.
- 41)Mortvedt, J. J., Giordano, P. M., Lindsay, W. L. (1983). Micronutrientes en la Agricultura. AGT Editor, S.A. México.
- 42)Rains, D. W. (1976). Mineral metabolism plant biochemistry. Ed. Bonner, Varner. U. S. A.
- 43)Ríos, G, R.(1985). Material didáctico Laboratorio Integral de Biología IV. Prácticas de biología del módulo de suelo séptimo semestre. FES Zaragoza. México.
- 44)Rivas, O. J. (1991). Estudio de la vegetación y su interacción con el sustrato en la zona de acumulación de desechos sólidos de Bordo Xochiaca, en el Municipio de Netzahualcoyotl, Estado de México. Tesis para obtener el título de Biólogo. ENEP Zaragoza. UNAM. México, D. F.
- 45)Robinson, G. J , Handel, S. N. (1993). Forest retorstion on closed landfill: rapid addition of new species by bird dispersal. Conserv. Biol. vol. 7. no. 2.
- 46)Robinson, W. 1980. The solid waste handbook. John Wiles & Sons U. S. A .
- 47)Russell, E. J. (1989). Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. Edit. Aguilar. Madrid, España.
- 48)Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Edit. Limusa. México.
- 49)SARH. (1980). Comportamiento Físico y Químico del Suelo y Agua. Curso a nivel Técnico Superior. Tomo 1 y 2 México.

- 50) Sallisbury, F.B. (1994). *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamericana, S.A de C.V. Nebraska.
- 51) Secretaría de Desarrollo Social, Urbano y Ecología (SEDUE). (1989). *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. Gaceta Ecológica. Vol. I. No. I. México.
- 52) Taboada, S. A. (1992). *Estudio florístico y edafológico del enterramiento controlado Bordo Xochiaca*. Tesis para obtener el título de Biólogo. ENEP Zaragoza. UNAM. México, D.F.
- 53) Tamhane, R. V. (1983). *Suelos: su química y fertilidad en suelos tropicales*. Edit. Diana. México.
- 54) Thompson, L M. (1982). *El suelo y su fertilidad*. Edit. Reverté. Madrid, España.
- 55) Toerien, P. F. (1969). *Anaerobic digestion. The microbiology of anaerobic digestion*. Water pez. Great Britain. 3:385-410.
- 56) Unda, F. (1969). *Ingeniería sanitaria aplicada al saneamiento y salud pública*. U. T. E. H. A. Chile.
- 57) Vazquez, B. (1985). *Manual de prácticas de laboratorio integral iv. Módulo: propagación vegetal*. Séptimo semestre. Biología. UNAM.
- 58) Vitale, F. (1973). *Maintenance of vegetation at Holtsville park sanitary landfill, Holtsville, Long Island*. Norval C. White and Assoc. Broklin, New York. Summer.
- 59) Whitcavage, J. S. (1974). *Soil pollution its causes, consequences and cures*. Gas age.
- 60) Wong, M. H., Cheung, K. C. Y Lan, C. Y. (1992). *Factors related to the diversity and distribution of soil fauna on Gin Drinkers Bay Landfill, Hong Kong*. Waste-management researche. 1992. Vol. 10. Núm. 5.