

00369

2
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

RESPUESTAS EN EL DESARROLLO DEL ROSAL
A LA ADICION DE MEJORADORES ORGANICOS
Y LAMINAS DE LAVADO EN UN SUELO DE
CHINAMPA.

TESIS CON
FALLA EN EL ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE :
MAESTRA EN CIENCIAS (EDAFOLOGIA)
P R E S E N T A :
LA BILOGA AMADA LAURA REYES ORTIGOZA

MEXICO, D. F.

1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	PAG
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	3
III. OBJETIVOS	7
IV. ANTECEDENTES	8
IV.1. Características del ecosistema en el área de Xochimilco y la importancia de su rehabilitación.	8
IV.2. Cultivo de plantas ornamentales en Xochimilco.	11
IV.3. Estudios de recuperación de suelos con problemas de salinidad en Xochimilco.	14
IV.4. Estudios de materia orgánica y composteo de residuos orgánicos.	14
V. REVISION BIBLIOGRAFICA	19
V.1. Descripción del área de Xochimilco	19
V.2. Salinidad	21
V.3. Materia orgánica	28
V.4. Cultivo de plantas ornamentales en México	39
V.5. El rosal	41
VI. METODOLOGIA	51
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	59
VIII. CONCLUSIONES	137
IX. CONSIDERACIONES FINALES	138
X. LITERATURA CITADA	139
XI. APENDICE	146

I. RESUMEN

El objetivo general fue analizar el efecto de los mejoradores orgánicos y láminas de lavado sobre el desarrollo del rosal en un suelo salino de chinampa.

Con la finalidad de contribuir a la utilización de éstos suelos mediante la optimización en la producción de rosal a través de los tratamientos investigados que dieron un reflejo de la rehabilitación edáfica.

El experimento se estableció en una chinampa de Caltongo, Xochimilco D.F. con problemas de salinidad (CE 5 mmhos cc^{-1} , sodio 25-30 meq lt^{-1}), pues los requerimientos para el desarrollo óptimo del rosal son: CE 1.5 mmhos cc^{-1} y sodio menor a 3 meq lt^{-1} .

Se trabajó con 252 plantas de rosal, probando 21 tratamientos a base de mejoradores orgánicos (Composta, Estiércol vacuno) y láminas de lavado, el diseño experimental fue bifactorial con arreglo de parcelas divididas.

El efecto de los tratamientos se evaluó con el desarrollo del rosal, se tomaron en cuenta las siguientes variables de respuesta: I - Longitud del tallo, II- Número de plantas que sobrevivieron, III- Días a la floración, IV- Porcentaje de floración, V- Diámetro de la flor, VI- Porcentaje de aceites esenciales extraídos de los pétalos de la flor, VII- Cambios en la estabilidad del carbono, conociendo el grado de humificación y IX- Cambios en el complejo de cambio y en la solución del suelo.

Se realizó prueba de F, con análisis de varianza y la diferencia mínima significativa se determinó por medio de la Prueba de Duncan.

Los resultados obtenidos permitieron establecer que el suelo es salino y que en el humus predominan las estructuras complejas. Con el análisis de las 4 floraciones estudiadas se comprobó un efecto favorable en

todas las variables de respuesta al aplicar láminas de lavado . Se encontró mejor desarrollo del rosal a dosis de 18 y 27% de estiércol; menos recomendado fueron los tratamientos de composta pues tuvieron un menor rendimiento al igual que el testigo.

En general lo que ocurrió cuando se aplicó lámina de lavado fue una lixiviación de iones en especial de Na^+ y Cl^- , los SO_4^{--2} y HCO_3^- disminuyeron en menor proporción. El Ca^{+2} , K^+ y Mg^{+2} solubles e intercambiables estuvieron más concentrados a dosis más altas de estiércol y a mayor número de láminas de lavado .

En los compuestos del aceite esencial de rosal, se observó que el linalol, citral, geraniol, metileugenol, eugenol y nerolidol estuvieron en mayor proporción en tratamientos con estiércol, mientras que el citronelol, nerol y mircenol fueron más concentrados en presencia de composta.

Se concluyó que el rosal dió una buena respuesta como resultado del efecto de las láminas de lavado, por lo tanto la recuperación del suelo requirió el uso de este mejorador hidrotécnico y también que el estiércol al 18 y 27% dió una diferencia favorable con respecto a los tratamientos de composta y el testigo.

INTRODUCCION

Las áreas chinamperas han sufrido un mal manejo provocado por la presión urbana, produciéndose diversos grados de contaminación del agua y del suelo.

Estas características desfavorables así como el abandono han logrado que el complejo sistema chinampero sufra un descenso notable en su productividad; sin embargo Xochimilco por su ubicación geográfica podría ser un área de gran producción agrícola capaz de satisfacer la demanda del mercado (Aguilera et al, 1987, 1988, 1989, 1990 y 1991). **

La rehabilitación de las chinampas contaminadas es compleja debido al drenaje existente por la cercanía del manto freático, por la continua contaminación con desechos animales, así como por la actividad antrópica.

El implementar medidas que logren la conservación y rehabilitación de la chinampería es necesario, ya que poseen un gran valor tanto desde el punto de vista agrícola y ecológico; como desde el turístico y antropológico.

Por ello es necesario proporcionar alternativas de producción económicamente viables como el cultivo de plantas ornamentales, pues la inversión se recupera y se obtiene una buena ganancia (Fira, 1985).

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación "Rehabilitación de suelos de chinampa en la zona lacustre de Xochimilco-Tláhuac y sus relaciones con plantas cultivadas", se desarrolla en el Laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Se pretende contribuir a la acumulación de información para iniciar programas de producción de plantas ornamentales con base a las características propias de la zona, pues aunque existen organizaciones para la

** Es referencia bibliográfica según Escamilla (1981)

comercialización de ornamentales en Xochimilco, estas son incipientes, por ello cerca del 50% de las plantas comercializadas son producidas fuera (Flores, 1990).

Se requiere determinar y estudiar factores naturales existentes en la zona de Xochimilco, de manera que se propongan soluciones para una mayor producción, uno de los problemas presentes en el área chinampera es el uso que se le da al suelo, pues muchas veces solo se ocupa como un terreno donde se colocan macetas con plantas, en ellas emplean suelos de otras localidades, compran hojarasca o mantillo, esto es grave pues los suelos se mantienen improductivos y el costo de producción en esas condiciones aumenta.

Por otro lado aunque hay una tendencia hacia un mejor desarrollo al utilizar mejoradores orgánicos durante la recuperación de suelos con problemas de salinidad no se ha establecido una respuesta precisa y clara.

Tradicionalmente se han usado como mejoradores los estiércoles vacuno, porcino y equino, por lo tanto su incorporación al suelo es conocida, sin embargo actualmente esta costumbre tiende a perderse y no se tienen rangos que permitan optimizar una máxima producción en cultivos de importancia económica.

El uso de estiércol contribuye a un mejor aprovechamiento de los recursos naturales existentes y a lograr un equilibrio ecológico, ya que se elimina una probable fuente de contaminación; además también promueve buenos rendimientos durante la producción de flores de ornato las cuales tienen amplia demanda.

El tratamiento que se le da al estiércol es importante para evitar que funcione como agente contaminante, aunque se producen líquidos residuales tóxicos durante el composteo, éste es una buena alternativa porque se reduce la transmisión de agentes patógenos.

El estiércol contiene altas concentraciones de compuestos orgánicos de fácil descomposición por ello se promueve la actividad biológica, disponibilidad de nutrientes y propiedades físicas y químicas óptimas en el suelo (FAO, 1979).

En el Área de Xochimilco el estiércol está disponible y podría funcionar en la producción de rocales, estos requieren de un alto porcentaje de materia orgánica (10-20%) para su óptimo desarrollo, además de que en el Área es tradición y costumbre su uso con otros cultivos; sustituir en maceta las elevadas concentraciones de hojarasca sería una opción pues el estiércol requiere de un menor número de riegos ya que retiene mayor humedad.

El uso de estiércol en plantas de ornato no es riesgoso, pues no es para consumo humano, lo cual podría ser una desventaja en la producción de hortalizas o forrajes en estos últimos se producen sustancias tóxicas (ácidos orgánicos) al ganado y en ocasiones para el hombre.

En el estiércol también se pueden encontrar mutágenos, carcinógenos o metales pesados y es probable la transmisión de enfermedades ya que existe una amplia variedad de bacterias, virus, hongos y parásitos (Castellanos & Reyes, 1982; Bitton et al, 1984).

Es necesario cuantificar las sustancias húmicas existentes en los suelos y al agregar mejoradores orgánicos para comprender la dinámica bioquímica generada por el alto contenido de materia orgánica, el cual influye considerablemente en el desarrollo de las plantas (Kononova, 1982).

Otro punto importante para la recuperación de suelos con problemas de salinidad, es el uso de láminas de lavado, método eficiente ya que elimina el exceso de sales por solubilidad de estas en el agua (Aceves, 1979).

La recuperación de los suelos logrará mantener a Xochimilco como un emporio florícola de gran importancia, pues cuenta con recursos naturales, técnicos y humanos suficientes para la producción de ornamentales tanto para consumo nacional como de exportación, ya que su clima es benigno para el cultivo de flores de calidad y su ubicación dentro de la Ciudad de México permitiría una transportación adecuada a los lugares de distribución.

Por todo lo anterior el principal objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo del rosal en diferentes tratamientos donde se aplicaron mejoradores biológicos a base de composta y estiércol y mejoradores hidrotécnicos como la lámina de lavado, la mejor respuesta del rosal se tomó como un reflejo de la rehabilitación de los suelos y de su óptima producción.

El haber trabajado con esta flor se debe a que es muy sensible a la salinidad, además de que sus requerimientos ambientales se adaptan a los existentes en Xochimilco, también a que es una de las plantas de ornato de mayor demanda y costo en el mercado nacional e internacional por lo que su producción es de las más rentables, a su vez es importante en la industria por la extracción de aceites esenciales, los cuales se usan como aromatizantes en diversos productos de tocador.

III. OBJETIVOS

1. General

Analizar el efecto de la adición de mejoradores orgánicos (estiércol vacuno y compost) y láminas de lavado sobre el desarrollo del rosal en un suelo de chinampa.

2. Particulares

1. Determinar las características edáficas del área de estudio.
2. Evaluar el efecto de los tratamientos en el rosal, mediante el análisis de longitud de tallo, diámetro de la flor, porcentaje de floración, días a la floración y porcentaje de sobrevivencia durante cuatro floraciones.
3. Determinar los cambios en la estabilidad del carbono por medio del grado de humificación del suelo de la chinampa, de los mejoradores orgánicos y de los tratamientos probados.
4. Evaluar el efecto de rehabilitación edáfica por medio de los cambios cuantificados en el complejo de intercambio y en la solución del suelo.
5. Evaluar el rendimiento y la calidad de los aceites esenciales extraídos de los pétalos de rosa de los mejores tratamientos.

IV. ANTECEDENTES

IV.1. Características del ecosistema en el área de Xochimilco y la importancia de su rehabilitación.

El modo de producción en el área de Xochimilco se basa en el agroecosistema chinampero, en él las tierras de cultivo son denominadas chinampas, las cuales se construyeron sobre pantanos, ciénegas y lagunas de profundidad, formando una serie de islotes artificiales por acumulación de espesos mantos de plantas acuáticas y lodo extraído del fondo de la misma ciénega; su fijación se hizo por medio de ramas de cauce *Salix bonplandiana* (Ahuejote), sus medidas superficiales variaban de 5 x 3 m en las cortas y las largas de 10 x 6 m (Roza, 1990).

La chinampería debe entenderse como uno de los pocos agroecosistemas autosuficientes que ha demostrado elevada producción. Se ha considerado de aprovechamiento íntegro por sus características tanto ecológicas como agrícolas, dado que se desarrolló en un medio lacustre inadecuado para la agricultura convencional.

En las chinampas se conjugaron abundancia de agua de excelente calidad, suficiente materia orgánica, valiosa vegetación acuática y terrestre y rico sedimento que constituyeron los elementos básicos del sistema; hoy las condiciones del agua del lago de Xochimilco son diametralmente opuestas en razón de que la calidad no es comparable a la que existía, el dique que cierra el lago desde 1959 ha provocado estancamiento de agua, anaerobiosis, azolve de canales y apantles y degradación edáfica e hídrica que han aumentado el número de plagas y enfermedades agrícolas así como el uso inadecuado de agroquímicos y el comercio de plantas sin control sanitario (López & Reyes, 1990; Flores, 1990)

Actualmente el número de chinampas cultivadas ha disminuido notablemente, ya que se encuentran en un proceso de abandono y degradación por falta de rentabilidad, agravado por los escasos apoyos institucionales para la producción agrícola (Flores, 1990).

El sistema de chinampas depende y funciona por el agua existente en el área, a medida que se altera o limita este elemento se afecta su eficiencia.

El problema del agua se inició en el porfiriato, cuando se entubaron los manantiales del agua de Xochimilco para distribuirla al D.F.; esto se agravó en la etapa postrevolucionaria, cuando se cavaron pozos de manera que la extracción excesiva de agua secó los manantiales, cuando el lago disminuyó su volumen la "solución" que dieron las autoridades fue enviarle aguas negras del D.F., así desde hace 30 años recibe agua insuficientemente tratada de la Planta del Cerro de la Estrella, creando el problema de encastramiento y contaminación con metales pesados y patógenos.

En la zona chinampera se provocaron hundimientos por la extracción excesiva de agua, existen zonas completamente hundidas hasta 1 m bajo la superficie del agua, zonas ligeramente sobre el agua y que se inundan en época de lluvias por lo que no se cultivan, zonas entre 40 y 70 cm sobre el agua que funcionan correctamente y finalmente una amplia zona elevada con hasta 2 m sobre el agua que se sigue cultivando mediante el riego de bombas con motor de combustión interna o eléctrica.

Muchas partes de la chinampería se encuentran completamente desforestadas, lo que propicia el desgajamiento de los bordes de las chinampas que tapan

los apantles (canales que rodean) o incluso los escalotes (canales mayores).

Un problema relativo lo constituye el lirio acuático al taponar los canales ya que disminuye los niveles de oxígeno del agua, esto perjudica a la fauna acuática, sin embargo su uso durante el cultivo de las chinampas es posible y terminaría con este problema; la delegación actualmente lo combate con las "huachinangueras", máquinas flotantes que lo levantan y depositan en las orillas de las chinampas (Flores, 1990a).

Por otro lado, la urbanización en Xochimilco representa su desaparición como zona agrícola y turística.

Varias comunidades y grupos particulares han tomado como reto limpiar y reforestar los canales y chinampas, además se ha establecido el plan de rescate ecológico del área, en el que intervienen tanto la comunidad como el gobierno. Su principal objetivo es preservar mantos acuíferos, prevenir hundimientos, disminuir riesgos de inundaciones, introducir aguas con tratamiento terciario e impedir la urbanización (Peza, 1990; Gil, 1990).

Actualmente la producción agrícola es de autoconsumo, los principales cultivos son maíz, calabaza, hortalizas y flores, por ello se requieren realizar acciones para avanzar en la recuperación de Xochimilco, como detener los asentamientos humanos irregulares, mejorar la calidad del agua y evitar que sigan llegando a la chinampas aguas negras insuficientemente tratadas; es conveniente que el agua se agregue por el sur ya que es una zona más alta, de modo que circule y se evite su estancamiento, estructurar el sistema de esclusas de manera que se logren diferentes niveles de agua que permitan el cultivo de toda la chinampas, hacer lagunas de captación para enriquecer mantos freáticos y reforestar o favorecer la

regeneración natural (Flores, 1990a; Peza, 1990; Balanzario, 1990a).

IV.2. Cultivo de plantas ornamentales en Xochimilco

En México las áreas de cultivo para ornamentales son restringidas, por lo tanto es necesario fomentar estudios que establezcan las áreas más propicias para esta actividad; se requiere planear un sistema que analice el conjunto de factores naturales de una zona determinada, el área de Xochimilco es de tradición agrícola en el cultivo de ornamentales y es posible incrementar su producción sobre todo por el interés de los productores por las nuevas tecnologías.

Recientemente se inició la realización de un proyecto para la capacitación en la producción, investigación y enseñanza de la floricultura en Xochimilco, se plantea cuantificar y realizar estrategias para aumentar la producción de flor cortada (clavel, rosa, crisantemo, pompón, gerbera, margarita, nube, nardo) plantas y flores en maceta (nochebuena, minirosa, miniclavel) así como de esquejes.

El cultivo de flores le dió fama a Xochimilco por la gran variedad que se podía encontrar, entre ellas podemos citar la flor de chicharo, los pinceles imperiales, el alhelí, la dalia, la magnolia, la flor de nochebuena, el campoalcochitl, el tle mole, la flor de tigre, la chía, la amapola, los claveles, crisantemos, mercaditas, pensamientos y alcatrazes (Cordero, 1990)

La producción de flores y plantas de ornato en Xochimilco se concentra en algunos barrios, como Caltongo, San Esteban, Xaltocan, San Cristóbal, San Diego, San Lorenzo, Asunción y San Marcos, además de poblados como San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco, su cultivo

se practica a cielo abierto y bajo cubierta, las plantas se encuentran en chapín, en lata, en bolsa de plástico y en maceta.

Una investigación reciente -que aún esta en proceso- ha detectado que la producción de ornamentales en Xochimilco cubre más de 100 especies cultivadas, por lo que la oferta total sumando especies producidas en otros estados y calculando las que faltan por detectar supera las 200 especies. Se ha reportado que en Xochimilco se producen anualmente 200 millones de plantas en chapín y 15 millones de plantas en bolca, con un valor en el mercado de 8 mil millones de pesos, existen varias organizaciones para la comercialización de ornamentales, dentro de ellas podemos citar a la Asociación Madreselva A.C., quienes disponen de un mercado que se ubica en Santa María Nativitas; otro grupo importante es el del Palacio de la Flor A.C. realizan la venta directa del productor al consumidor en el estacionamiento del mercado de Xochimilco, se estima que el 55% de la producción florícola se comercializa en estos 2 mercados, el 45% restante se vende en el predio del productor (Flores, 1990b).

La delegación Xochimilco del Departamento del Distrito Federal (DDF) en el plan Rescate ecológico esta planteando la construcción de un mercado florícola en la Ciénega Grande con un espacio de 20 hectáreas en los terrenos expropiados de los ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco.

La demanda de ornamentales en Xochimilco la constituye principalmente la ciudad de México y su área metropolitana. Los compradores pueden ser vendedores de plantas en mercados, especialistas en la construcción y mantenimiento de jardines, empresas que curten de plantas ornamentales de interior o que proveen a la federación y

a gobiernos estatales plantas para camellones, parques o jardines y particulares .

En 1990, señaló la existencia de una sociedad cooperativa de producción rural denominada Las Azuleas, constituida por 17 floricultores que han llegado a cultivar 60 mil flores de nochebuena y han tenido problemas de comercialización ya que el acceso a la Central de Abastos y al mercado Madre Selva de Nativitas pasa por numerosos intermediarios .

En Xochimilco se producen más de 500,000 plantas de nochebuena; estas ocupan el segundo lugar de producción ornamental en el área, ya que el primero corresponde a las rosas en bolsa (Valdez & Flores, 1990).

Actualmente el grupo Amigo de Xochimilco A.C. realiza un censo de productores de plantas ornamentales donde pretenden obtener datos de especies trabajadas, técnicas de cultivo, canales de comercialización, costos de producción, ganancias y tecnología de producción (Balanzario, 1990).

Debido a la contaminación, depredación e industrialización ha disminuido notablemente la producción de plantas ornamentales en Xochimilco, además de que los floricultores a través de los años no se han modernizado, por ejemplo tienen deficiencias en trasplante, en la época de siembra y en la elección de la variedad adecuada al clima (Páramo, 1990).

Los cultivos ornamentales que actualmente se producen en Xochimilco son albelli, statico, mercadela, chicharo, clavel, campoalcochiti, nube, rosa, nochebuena, petunia, begonias, violetas y plantas de follaje (Flores, 1990b).

IV.3. Estudios de recuperación de suelos con problemas de salinidad en Xochimilco

Se han realizado varios estudios en los suelos de Xochimilco señalando como características favorables presencia de arcilla del tipo montmorillonita y caolinita, alto contenido de materia orgánica, alto porcentaje de porosidad, densidad aparente baja, gran cantidad de sitios de cambio responsables del poder amortiguador, sin embargo existen problemas de salinidad y sodicidad. En varios trabajos se han recuperado suelos a nivel invernadero y campo con mejoradores orgánicos, químicos y láminas de lavado (Aguilera et al, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991; Aguilera & Fuentes, 1951; Aguilera, 1989; Escobedo, 1987; Fernández, 1988; Alfaro & Orozco, 1980).

IV.4. Estudios de materia orgánica y composteo de residuos orgánicos

La materia orgánica de los suelos se origina por la descomposición de residuos orgánicos por microorganismos, constituyendo un sistema dinámico que depende de los factores formadores del suelo.

En Xochimilco las características edáficas son el resultado de factores antrópicos, por ello contienen elevadas proporciones de materia orgánica de 2 a 28%, densidades aparentes muy bajas de 0.45 a 0.75 g cc⁻¹, un porcentaje de porosidad alto incluso mayor de 70%, una CIEC de 40-70 meq (100 g)⁻¹ y un porcentaje de saturación de bases mayor de 80%.

De estas características destaca su elevado contenido de materia orgánica, el cual le confiere al suelo propiedades físicas y químicas que favorecen el retardo o

amortiguamiento de la degradación del suelo y atenúa la pérdida de sus propiedades, que normalmente ocurre cuando se presentan condiciones de enclitramiento, por ello su estudio es importante, sin embargo actualmente la mayoría de trabajos se refieren a su cuantificación, algunos han evaluado el grado de humificación de chinampas con el objeto de analizar el efecto de la degradación en la estabilidad de las sustancias húmicas, tal es el caso de García et al (1990), quienes seleccionaron muestras de suelo con alta, media y mala producción en el campo, determinaron los espectros visibles y el umbral de coagulación encontrando una mayor condensación en muestras de la chinampa con buena producción, también señalaron que la cercanía del manto freático promovió una mayor disminución de la aromaticidad o complejidad de las muestras más profundas, por lo tanto en dichas capas se encontró una menor humificación.

Mercado (No publicado) estudió el grado de humificación de una chinampa en San Luis Tlaxiátemalco y encontró una gran complejidad en la estructura de los ácidos húmicos extraídos del suelo, cuando aplicó mejoradores orgánicos disminuyó ligeramente la aromaticidad de las sustancias húmicas y aumentaron las cadenas alifáticas.

El uso de mejoradores orgánicos en Xochimilco es frecuente, sin embargo existen pocos trabajos reportados acerca de su respuesta en diferentes cultivos y de su efecto sobre la salinidad del suelo. Celada T.E. (Comunicación personal) probó el efecto de diferentes estiércoles cultivando coliflor a nivel invernadero en suelos de Xochimilco, encontró la mejor respuesta al usar estiércol bovino, mientras que con la composta y la gallinaza los resultados fueron poco favorables, finalmente la porqueriza dió una producción intermedia.

Mercado et al (1991), estudió el efecto del estiércol bovino, la composta, láminas de lavado y ácido sulfúrico sobre la recuperación de un suelo salino de chinampa de San Luis Tlaxiátemalco, cultivó rábano y lechuga a nivel invernadero y encontró una mejor respuesta en los tratamientos donde aplicó la máxima dosis de composta y estiércol (120 ton ha⁻¹), junto con la máxima dosis de ácido sulfúrico y la lámina de lavado

García & Aguilera (1980) analizaron el efecto de los ácidos húmicos sobre el desarrollo del maíz, los extrajeron de un andosol del Nevado de Toluca y de Composta, probaron tratamientos con 6, 12, 24, 48 y 96 mg de AH/Kg de suelo, encontraron un aumento en peso seco, en crecimiento vegetativo y en porcentajes de N, P, K, Mg, Fe y Zn en las plantas a dosis de 24 y 48 mg de AH del suelo del Nevado de Toluca.

García L.L. (1969), composteo por medio de fermentaciones aeróbicas desperdicios de basura de mercados inoculados con estiércol bovino, equino y de burro, hojarasca, pasto y bagazo de manzana con la finalidad de obtener abono orgánico. En los tratamientos a procesar se ocupó de un 50 a 100% de basura y el resto se completó con los inóculos. El material transformado se analizó cada 7 días por medio de pruebas físico-químicas como color, pH, % de materia orgánica, N, P, K, NH₄, NO₃, Ca, Mg. Dentro de los resultados más notables se encontró el de materia orgánica la cual varió de 40-60% y el de nitrógeno de 2.1 a 2.5%, en base a éste último se seleccionaron tratamientos en relaciones de 5, 25, 120, 250 y 1200 ton ha⁻¹ con material fermentado durante 60 días, donde se cultivó trigo y lechuga, como testigo se ocupó suelo con altos % de materia orgánica de la carretera México-Puebla. La longitud del trigo a los 60 días después de su plantación fue menor en el testigo y mayor en el

tratamiento de 25 ton ha⁻¹ y 1200 ton ha⁻¹. En la lechuga se dió la máxima longitud y peso seco a dosis de 25, 120, y 1200 ton ha⁻¹ y la mínima en el testigo y el tratamiento de 5 ton ha⁻¹.

Trabajos en otros países como el de Inbar et al (1990), cuantificaron la composición de sustancias húmicas producidas durante el composteo de estiércol vacuno y caracterizaron los ácidos húmicos por técnicas de espectroscopia infrarroja determinando la madurez del composteo. Las fracciones que extrajeron fueron ácidos húmicos y fúlvicos, ambas se incrementaron durante el proceso de descomposición, el índice de humificación disminuyó de 0.4 a 0.29 después del composteo, la relación AH/AF aumentó de 1 a 1.8 y la de AF/AH de 2.1 a 5.

Estos resultados fueron semejantes a los encontrados en turbas, el índice E₄/E₆ para AH fue de 7.3, en general las sustancias húmicas incrementaron significativamente durante el composteo al igual que la lignina, mientras que el contenido de carbohidratos y proteínas disminuyó. Roig et al (1988) estimaron el grado de humificación de diferentes estiércoles por medio del estudio de las relaciones C/N y por una serie de índices en los que tomaron en cuenta la CICT y el carbono total extraído, obtuvieron valores bajos de CICT para el estiércol vacuno y los más altos para el de conejo; el de gallina y oveja tuvieron valores intermedios.

Concluyeron que durante la humificación hubo un decremento de la relación C/N y un incremento del índice CICT/C total y establecieron como un buen índice de humificación un valor de 1.7.

Chen et al (1988), compostearon y utilizaron desperdicios de semilla de uva y estiércol vacuno como un medio de cultivo de plantas ornamentales (*Ficus benjamina*), usaron

como testigo plantas cultivadas en una mezcla de vermiculita y turba.

Evaluaron el desarrollo de la planta con peso seco, diámetro del tallo, altura y color de hoja durante 40 semanas, se obtuvieron buenos resultados, siendo el mejor tratamiento el de semillas de uva y estiércol; la capacidad de intercambio catiónico, la concentración de fósforo y potasio fueron altos en todos los tratamientos composteados.

Concluyeron que el composteo de los desperdicios promovió el desarrollo de sustancias húmicas que estimularon el crecimiento, por lo tanto recomiendan la sustitución de la turba por estos materiales .

Shaviv et al (1986), determinaron la capacidad de fijación e intercambio de cationes durante la recuperación de suelos con estiércol, encontraron que aumentó la capacidad de intercambio catiónico y concluyeron que hubo una reducción de cationes solubles principalmente carbonatos, fosfatos y sulfatos; la cantidad de sodio y magnesio lavado aumento con la adición de estiércol, la relación de adsorción de sodio disminuyó con el lavado y cuando se aplicó estiércol.

V. REVISION BIBLIOGRAFICA

V.1. Descripción del Área de Xochimilco

1. Localización

Xochimilco es una de las 16 delegaciones del D.F. situada geográficamente en la parte SE a 23 Km de la Ciudad de México entre el paralelo 19° 16' y el meridiano 99° 06' de longitud oeste a una altura promedio de 2240 msnm.

2. Geología

Mosser (1961), considera que las formaciones de la cuenca de México pertenecen a los periodos terciario medio, terciario superior y cuaternario, por lo tanto las unidades litológicas que se presentan en Xochimilco son rocas volcánicas terciarias de andesita y basalto, que constituyen a la Sierra de Xochitepec situada al SW.

3. Hidrografía

El Lago de Xochimilco se encuentra al SE de México, tiene una extensión aproximada de 3200 m de N a S y 9600 m de E a W, su profundidad es muy variable y va de 1 a 10 m, las corrientes presentes de agua bajan del Ajusco y del Cuatzin, estas son intermitentes, dentro de ellas podemos citar las provenientes del Río San Aventura y la del Río San Lucas (Escobedo, 1987).

Actualmente quedan unos 160 Km de canales navegables, siendo 6 los más importantes, el de Cuernavaca, el Nacional, el de Japón, el de Tezhuilot, el de Apatlaco y el de Tultengo (Reza, 1990).

4. Clima

Por su ubicación al sur del Distrito Federal y al pie de la Sierra del Chichinautzin las variaciones ambientales de la delegación Xochimilco en cuanto a precipitación, humedad y vientos son poco acentuadas, de manera que la variación anual de temperatura no es muy notable, la principal fuente de humedad son los vientos alisios que cruzan la Sierra Madre Oriental y se presentan en el Valle de México con una dirección de NE a SE, en lo que se refiere a precipitación puede decirse que la orografía tiene una marcada influencia en la distribución y cantidad de lluvias.

Según García (1988) la región presenta un clima $Cb(w_2)(w)(i)w''$ templado lluvioso con verano fresco largo (periodo de 4 meses con temperatura mayor de 10°C), la temperatura media del mes más frío varía entre -3 y 18°C y la del mes más caliente entre 6.5 y 22°C , finalmente la temperatura media anual varía entre 12 y 18°C . Presenta 2 periodos máximos de lluvias separados por 2 estaciones secas, una larga en la mitad fría del año y una corta a la mitad de la temporada lluviosa, la precipitación del mes más seco es menor de 40 mm y su relación PT^{-1} es mayor de 55 , por ello se le considera el clima más húmedo de los subhúmedos, su precipitación anual fue de 1096.8 mm en 1980.

5. Vegetación

Para Xochimilco se reportan 79 especies arvenses, 33 son de uso medicinal, 116 de ornato, 26 comestibles, 4 para fabricar artesanías y embalajes, de todas 6 son perjudiciales para el ganado, la flora acuática ha sufrido una merma en la población y diversidad, Vargas

(1986) reportó 115 especies de las cuales 30 se encuentran en peligro de extinción.

V.2. Salinidad

La salinidad en suelos se considera un problema de gran importancia económica, por el desarrollo de características desfavorables que originan una baja en la producción agrícola, puede surgir por diversas causas dentro de las que podemos citar las aguas del subsuelo saladas en unión con un drenaje inadecuado, una mala permeabilidad del suelo, condiciones climáticas o bien por causas propiciadas por el hombre, como por ejemplo la aplicación de cantidades excesivas de agua de riego de mala calidad, no dotar a las tierras de instalaciones adecuadas de drenaje, mal manejo de suelo y la combinación de varios de estos factores, (Luthin, 1974; Aceves, 1979).

1. Efectos de la salinidad sobre las propiedades del suelo

La propiedad química del suelo que más se modifica por la presencia de sales es la capacidad de intercambio catiónico total (CICT), esta se basa en las cargas asociadas a las fracciones arcillosa y orgánica. Las cargas negativas del suelo se originan por ionización de grupos funcionales presentes en los coloides orgánicos y minerales, las moléculas de materia orgánica presentan cargas de carácter anfótero, pudiendo ser negativas o positivas dependiendo de su punto isoeléctrico, que varía con el pH, en este caso si el pH aumenta se producen cargas electronegativas adicionales que permiten la adsorción de aniones y disminuyen las cargas

electronegativas dependientes del pH (Ortega, 1981; Aceves, 1979).

Las propiedades físicas del suelo se modifican con la cantidad y tipo de sales, dentro de ellas podemos citar, la estructura, la capacidad de retención de humedad, permeabilidad, infiltración, acreación, conductividad hidráulica, porosidad, tamaño y distribución de poros, viscosidad y temperatura. Para explicar algunas de estas alteraciones es necesario mencionar que el ión sodio presente en abundancia en los suelos con problemas de salinidad, produce una expansión pronunciada de arcillas, por lo tanto las fuerzas de atracción entre los cristales disminuyen, se destruye la estructura en el suelo y esto la hace impermeable.

Si un suelo se sodifica, los coloides orgánicos y minerales se dispersan y migran dentro del perfil, si los coloides orgánicos son abundantes se concentran en la superficie del suelo originando una coloración negra aceitosa, por lo tanto se da una mayor adsorción de calor modificándose la temperatura, mientras que los coloides minerales migran dentro del perfil y producen un taponamiento de poros, que junto con la expansión modifica la infiltración y permeabilidad.

En lo referente al efecto sobre las propiedades microbiológicas, se puede decir que las cantidades y tipos de poblaciones microbianas disminuyen con el grado de salinidad, esto se explica porque existen relaciones específicas de distribución de poblaciones microbianas, con base en la concentración y tipo de sales. La acumulación de sales solubles genera una elevada presión osmótica presente en el suelo, que actúa sobre el protoplasma de los microorganismos retardando su actividad, por lo tanto en un suelo bajo condiciones salinas la amonificación, nitrificación, fijación de

nitrógeno y los ciclos biogeoquímicos se alteran. Los cloruros, sulfatos y carbonatos constituyen las principales sales que afectan el metabolismo de los microorganismos (Acoves, 1979; Echegaray, 1970).

2. Efectos de la concentración de sales en las plantas cultivadas

Cuando las plantas se desarrollan bajo condiciones de salinidad uno de los síntomas característicos es la inhibición del crecimiento, el cual se manifiesta por una reducción en el follaje y por lo tanto en la producción de materia seca. La salinidad puede causar en algunos cultivos quemaduras en los márgenes de las hojas -se ha reportado que el ión cloruro frecuentemente ocasiona graves lesiones en hojas de frutales aunque no se ha podido establecer el contenido mínimo capaz de causar estos síntomas, ya que al parecer la manifestación de los daños depende de la edad de la planta del clima o de la fertilidad del suelo-, enrollamiento de las hojas, deficiencias nutricionales -las concentraciones elevadas de ciertos iones interfieren en el aprovechamiento de algunos nutrientes ocasionando antagonismo, el aumento de pH puede reducir la disponibilidad de $Fe^{+2,+3}$, Mn^{+2} , Ca^{+2} y Mg^{+2} ya que disminuye su solubilidad; en muchos casos la absorción excesiva de ciertos iones ocasiona cambios en la absorción de nutrientes, probablemente por interferir con la permeabilidad de membranas, de este modo la planta puede desarrollar deficiencias, aún cuando el nutriente en cuestión se encuentre disponible en el suelo, dentro de los casos que se han observado se incluye el de Na^+ que es capaz de disminuir la velocidad de absorción de K^+ , el de SO_4^{-2} que disminuye la absorción de HPO_4^{-} y Ca^{+2} y el del ión Cl^- que disminuye

la absorción de SO_4^{--} , HPO_4^- y NO_3^- en varias plantas (Bernstein & Hayward, 1958; Levitt, 1982 citado por Ortiz (1987)).

La salinidad también afecta la germinación, en esta etapa los iones más tóxicos son los cloruros, luego los sulfatos y finalmente carbonatos y bicarbonatos. Durante el desarrollo vegetativo, los tallos generalmente presentan una menor longitud y desarrollo de entrenudos, asimismo son más delgados a causa del menor desarrollo de los tejidos conductores. Las hojas tienden a incrementar la succulencia del mesófilo, además de que disminuye el área foliar y el número de estomas junto con el incremento en grosor de la cutícula. El desarrollo radicular también se afecta por la salinidad, las raíces son más cortas, delgadas y poco ramificadas, debido al menor desarrollo de parénquima cortical. La producción de flores y frutos también se ve disminuida por la salinidad; por lo tanto cuando las plantas crecen en suelos salinos presentan una disminución progresiva en su rendimiento dependiendo de la naturaleza del cultivo y de la parte a aprovechar (raíz, tallo, hoja, semilla, fruto). La tolerancia de los cultivos a las sales varía en un rango muy amplio, es difícil determinarla absolutamente, pues interviene la fisiología de la planta y existen interacciones complejas con el suelo, agua, medio ambiente y manejo del cultivo. Desde el punto de vista estrictamente biológico la tolerancia a la salinidad es definida como la capacidad de una planta para desarrollarse y completar su ciclo bajo condiciones de salinidad, pero desde el punto agronómico la tolerancia es la capacidad de un cultivo para desarrollarse y producir en suelos salinos cosechas redituables económicamente; conforme se incrementa la salinidad del suelo el rendimiento de los cultivos se va

reduciendo, sin embargo esto es más pronunciado en los cultivos menos tolerantes. En general las sales que constituyen el problema de la salinidad son aquellas que tienen la capacidad de permanecer en la solución por mucho tiempo como los cloruros y los sulfatos (Grande, 1980; Reyes, 1985; Aceves, 1979; Richards, 1985; Ortiz, 1987).

Bajo condiciones de salinidad los cultivos responden en forma diferente a la fertilización, dependiendo de la planta, del nivel de sales en el suelo, de la cantidad, tipo y forma de fertilizante. Existen 4 casos principales cuando se fertiliza un suelo con problemas de salinidad a) cuando la aplicación del fertilizante aumenta la tolerancia del cultivo a las sales, b) cuando disminuye la tolerancia, c) cuando en un rango de concentración de sales aumenta la tolerancia y en otro más elevado disminuye o d) cuando la tolerancia del cultivo no se modifica. La salinidad puede ser un factor que inhiba el desarrollo de cultivos aun cuando se fertiliza, en este caso no tiene sentido fertilizar lo que procede es eliminar las sales.

3. Clasificación de suelos salinos y su recuperación

Existen varias clasificaciones, una de las más sencillas la estableció el Laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, los suelos salinos y alcalinos se reconocen principalmente por su concentración de sales solubles y por su contenido de sodio intercambiable (Withers & Vipond, 1984).

A. Suelos salinos

Contienen altas concentraciones de sales solubles, lo que produce una disminución en el potencial osmótico del agua del suelo, éste es inferior al del interior de la raíz, por lo cual la entrada de agua se reduce o se inhibe por completo y produce lo que se conoce como cecidiosis fisiológica; los aniones principales son cloruros, sulfatos y a veces nitratos, pueden encontrarse pequeñas cantidades de bicarbonato, pero casi nunca existen carbonatos, los iones adsorbidos son principalmente calcio y magnesio, la conductividad eléctrica del extracto de la pasta de saturación es menor de 4 mmhos cc^{-1} , el PSI es menor de 15, su pH es menor de 8.5, casi siempre se encuentran floculados por exceso de sales solubles y por falta de concentraciones importantes de sodio adsorbido, en consecuencia tienen buena permeabilidad; en general los efectos de un suelo salino sobre la planta se deben a la acción directa que las sales o los iones producto de su disociación ocasionan en su desarrollo (Richards, 1985; Luthin, 1974; Ortiz (1987).

B. Suelos sódicos

Son poco permeables de reacción altamente alcalina, no contienen cantidades excesivas de sales solubles y el sodio intercambiable desarrolla propiedades físicas y químicas desfavorables para la labranza, por lo tanto sus efectos son indirectos, éste afecta el crecimiento normal de las plantas; los iones solubles que se encuentran principalmente son cloruros, sulfatos, bicarbonatos y pequeñas concentraciones de carbonatos, el PSI es mayor de 15, la conductividad eléctrica es menor de 4 mmhos

cc⁻¹, el pH varía de 8.5 a 10 (Richards, 1985).

C. Suelos sódico salinos

Contienen sales solubles y sodio adsorbido en cantidades excesivas, lo que reduce el crecimiento de la mayoría de las plantas, la conductividad eléctrica del extracto de la pasta de saturación es mayor de 4 mmhos cc⁻¹, el PSI es mayor de 15 y el pH puede ser superior a 8.5, sus propiedades son semejantes a las de los suelos alcalinos (Richards, 1985).

4. Métodos de control de Salinidad

La recuperación de los suelos salinos y sódicos es relativamente simple en teoría, en el caso de los suelos salinos, se requiere efectuar lavados intencos que disuelvan las sales y las eliminen del suelo por medio de un sistema de drenaje o que por lo menos se desplacen a capas más profundas fuera del alcance de las raíces de los cultivos (métodos hidrotécnicos); los suelos sódicos representan un caso distinto, donde el principal problema es la existencia de altos contenidos de sodio intercambiable, el cual no puede ser lavado debido a que se encuentra adsorbido en las fracciones sólidas del suelo, por lo que para poder eliminarlo se requiere de la aplicación al suelo de compuestos químicos conocidos como mejoradores, los cuales aportan calcio soluble al suelo (mejoradores químicos) que puede desplazar al sodio intercambiable pasándolo a un estado soluble y susceptible de ser lavado. El uso de estos métodos se puede combinar con los físicos que se basan en un tratamiento mecánico, como el subsolco, el arado profundo, la aplicación de arena o la inversión del

perfil ya que estos procesos rompen las capas endurecidas que impiden el paso del agua en el suelo o con los biológicos donde se pueden utilizar mejoradores orgánicos y plantas tolerantes a las sales (Ortiz, 1987; Aceves, 1979).

V.3. Materia Orgánica

1. La materia orgánica del suelo y su dinámica

La fracción orgánica del suelo se forma por la acumulación de organismos muertos y productos metabólicos, la naturaleza y cantidad de sus componentes difiere con el clima, vegetación, fauna y microorganismos presentes en un ecosistema (Buckam & Brady, 1977; Tate, 1987).

La materia orgánica existente en un suelo está constituida primordialmente por coloides orgánicos los que se unen a coloides inorgánicos (arcillas), se han agrupado en sustancias húmicas y no húmicas, dentro de las últimas se encuentran carbohidratos, proteínas, lípidos, azúcares y ácidos orgánicos de naturaleza conocida, la estructura de las sustancias húmicas es compleja (Consultar V.3.2) y aún no se establece de manera precisa (Schnitzer & Khan, 1978).

Una sustancia orgánica que entra al suelo puede tener 3 destinos, a) ser mineralizada (degradada) totalmente produciéndose CO_2 y nutrientes, b) ser asimilada por la biomasa microbiana, o c) después de una degradación humificarse a través de diversas polimerizaciones y formar sustancias húmicas complejas, dichos procesos constituyen la dinámica de la materia orgánica, la actividad de gran número de organismos de diferentes niveles tróficos depende de la energía derivada de la

descomposición de la materia orgánica (Figura 1), (Tate, 1987).

La composición y actividad química de los residuos orgánicos acumulados en el suelo influyen significativamente en las características de la materia orgánica y en su dinámica, una mayor concentración del follaje proveniente de la vegetación da un alto contenido de carbohidratos y proteínas, mientras que la presencia de tejidos leñosos proporciona compuestos fenólicos y ligninas.

Frecuentemente la fertilidad del suelo se relaciona con la cantidad de materia orgánica, ya que de su mineralización depende la disponibilidad de nutrientes, estos entran al suelo por medio de la actividad microbiana, la fracción no húmica proporciona la mayor parte ya que sus compuestos son más fáciles de biodegradar, mientras que la fracción húmica contribuye con un porcentaje menor, pues a pesar de poseer compuestos nutritivos importantes su biodegradación es difícil (Tate, 1987).

Dentro del proceso de mineralización ocurren transformaciones químicas que se basan en la oxidación de diferentes nutrientes, esto se resume en lo que se conoce como ciclos biogeoquímicos, a través de la actividad microbiana se llegan a formar fosfatos, sulfatos, nitratos, CO_2 y agua (Duchaufour, 1984).

Los 2 ciclos biogeoquímicos más importantes son el de carbono y el de nitrógeno, ambos están íntimamente relacionados con la fracción orgánica del suelo y en particular con la parte húmica. Durante el ciclo del carbono (Figura 2), el CO_2 es convertido a carbono orgánico, por acción de organismos fotoautótrofos; la materia orgánica del suelo contiene cerca del 50% de carbono, ya que los tejidos de vegetales y animales así

como las células microbianas están compuestas de altas concentraciones, el carbono es el elemento estructural más importante en una célula y es uno de los más resistentes a la degradación biológica, de 1.5×10^{12} ton de carbono solo se degradan 2.5×10^7 ton al año.

A lo largo del ciclo del nitrógeno (Figura 3), ocurren procesos de mineralización e inmovilización, su equilibrio se basa en la cantidad liberada de residuos orgánicos y sustancias húmicas, el amonio puede formar nitratos o incorporarse al humus, la forma en que se enlaza el nitrógeno con las sustancias húmicas determina su degradación o estabilidad, se han encontrado 2 tipos principales: el de transferencia de carga donde se da una estabilización con aminoácidos y anillos aromáticos o el de los enlaces covalentes con la participación de compuestos aminonitrogenados (Frimmel & Christma, 1988; Schnitzer & Khan, 1978).

Otro ciclo importante es el del azufre (Figura 4), los sulfuros provenientes de minerales primarios son transformados a sulfatos y estos a través de biosíntesis a diversos compuestos orgánicos, por otro lado cuando mueren los seres vivos incorporan azufre al suelo en forma de sulfato que puede pasar a ser parte del humus, aquí intervienen grupos $-SH$ de cisteína, glutatión y metilmercaptano que reaccionan con quinonas, durante la lenta descomposición del humus intervienen varios microorganismos y enzimas (sulfatasas principalmente). En medios aerobios las estructuras orgánicas de azufre son degradadas a sulfatos mientras que en anaerobios se forman compuestos como los sulfuros que retardan la transformación del nitrógeno en el suelo, el disulfuro de carbono inhibe la nitrificación y el metilmercaptano la retarda, tomando esto como referencia se establece que los ciclos biogeoquímicos no son independientes entre sí,

aunque generalmente el estudio de cada uno de ellos se hace por separado (Schnitzer & Khan, 1978).

Dentro de los ciclos y en consecuencia para la dinámica de la materia orgánica la actividad microbiana es muy importante, cualquier factor que altere el desarrollo de esta comunidad afecta la mineralización, tal es el caso del clima (temperatura, humedad, aereación, períodos de sequía), del pH, del material parental o de la salinidad. La comprensión de la dinámica de la materia orgánica es difícil, pues intervienen simultáneamente varios procesos, como consecuencia de esto en un suelo se pueden encontrar al mismo tiempo residuos orgánicos frescos, material celular y productos de síntesis microbiana, así como material adsorbido en coloides del suelo (arcillas y humus).

Es necesario establecer lo que ocurre durante el proceso de humificación, pues de este depende gran parte de la dinámica de la materia orgánica, cualquier sustancia puede participar por medio de complejas transformaciones en la producción de sustancias húmicas, sin embargo probablemente compuestos orgánicos con mayor número de grupos reactivos son más susceptibles de humificarse, pues estos promueven la presencia de enlaces de hidrógeno, iónicos y covalentes, así como fuerzas electrostáticas, lo que da una gran estabilidad a las sustancias húmicas (Kononova, 1982).

Frimmel & Christma (1988), señalaron que las hipótesis existentes para la formación de sustancias húmicas se pueden dividir en dos tipos de modelos (Figura 5), a) los de degradación de biopolímeros, donde se acume que la degradación parcial de los biopolímeros vegetales y algunas moléculas pequeñas enlazadas forman la estructura principal de las sustancias húmicas, consideran que los AH son precursores de los AF y b) los de condensación

abiótica que involucran una condensación o repolimerización de pequeñas moléculas orgánicas, las sustancias precursoras se forman biológicamente, suponen que los AF son precursores de los AH.

Las reacciones de un modelo no excluyen las del otro, la degradación del biopolímero (Figura 6) es un paso en el modelo de condensación abiótica, ambos sugieren que la formación de sustancias húmicas implica polimerizaciones que aumentan la complejidad y peso molecular del material y que su degradación se efectúa por oxidaciones (Figura 7), quizás las circunstancias medio ambientales puedan determinar la dominancia de alguno de los procesos (Figura 8).

El esquema de Wakeman (1932) de la lignoproteína es probablemente el más aceptado dentro de los modelos degradativos, se dice que la lignina sufre una degradación parcial y su esqueleto sirve de base para la formación de sustancias húmicas.

Dentro de los modelos de condensación abiótica encontramos el modelo de polifenoles el cual propone que a través de estas moléculas se forma el humus, su base se asienta en que las quinonas se polimerizan fácilmente en medios básicos o en presencia de sustancias nitrogenadas.

Ambos modelos suponen la formación de bases de Schiff entre quinonas y aminoácidos o aminas donde el amonio juega parte importante de este mecanismo, los aminoácidos o proteínas se agregan a quinonas y luego se desaminan, los compuestos fenólicos pueden formarse por degradación de lignina o por síntesis microbiana.

Dentro de los modelos de condensación abiótica también se encuentra el de la reacción de melanización, donde se consideran reacciones de condensación entre aminoazúcares simples y aminoácidos, el mecanismo inicia con la

formación de una base de Schiff entre el carbonilo de un azúcar y el nitrógeno de un aminoácido o del amonio, de aquí resulta la sustitución de nitrógeno en una glucosamina, posteriormente se realizan series de hidratación rearrreglo y condensación que forman un polímero complejo, este modelo se basa en que la condensación de azúcares reducidos con aminoácidos básicos se favorece cinéticamente.

Aunque la estructura del material humificado es más resistente por su aromaticidad, puede mineralizarse o degradarse, el mecanismo es poco preciso debido a la incertidumbre asociada con su forma molecular, esta última es importante ya que de la posición de sus enlaces depende la velocidad de mineralización, el nitrógeno terminal de aminoácidos enlazados a polímeros fenólicos da mayor estabilidad que los aminoácidos con grupos terminales carboxilo.

Algunos factores pueden acentuar la estabilidad de las sustancias húmicas tal es el caso de los suelos que contienen un complejo saturado con calcio, pues este ejerce una acción floculante o el de los suelos con alofano ya que la alúmina interactúa con las sustancias húmicas (Figura 8), (Duchaufour, 1984; Tate, 1987)

2. Características del humus

Para comprender mejor los procesos de humificación es importante conocer la estructura del humus, se considera un coloide orgánico de alto peso molecular y capacidad de intercambio catiónico (150-300 meq/100 g), (Figura 9), esta constituido de ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas, que se clasifican por su color, tamaño molecular y solubilidad (Cuadro A), en un suelo la mayor

parte del humus se encuentra unida a la parte mineral (Fassbender, 1982; Schnitzer & Khan, 1978).

Las sustancias hùmicas (AH, AF y huminas) son polímeros coloidales compuestos de unidades poliestructurales en los que se encuentran enlaces elementales (-O-, N-), enlaces radicales (-NH-, =CH₂), grupos radicales cetona, hidroxilo, metoxilo, alcohólicos, aminos, ácidos de carácter fenólico y carboxílico así como azúcares. De 20 a 50% de nitrógeno esta en forma de aminoácidos, y de 1 a 10% como aminoazúcares, se han identificado pequeñas concentraciones de purinas y pirimidias, ácidos nucleicos, pero un porcentaje considerable es de naturaleza desconocida (cuadro B). El carbono del humus alcanza un promedio de 58% de su totalidad en el suelo, solo se ha establecido la presencia de un 10 a 20% de los polímeros que se encuentran en las sustancias hùmicas.

El porcentaje de nitrógeno en los AH varia de 3.5 a 5, el de carbono va de 62 a 58, el de oxígeno de 30 a 56, la CICT va de 400 a 500 meq(100 g)⁻¹, el porcentaje de cenizas va de 3 a 4 y en los AF el nitrógeno varia de 2 a 4%, el de oxígeno y carbono de 44.4 a menos de 55%, la CICT puede alcanzar los 700 meq(100g)⁻¹, el porcentaje de ceniza va de 7 a 10 . El peso molecular de los AH se ha determinado por ultracentrifugación, varían de 30,000 a 50,000 unidades dalton (UD), su tamaño va de 100 a 300 Å y su diámetro de 80 a 100 Å; los AF tienen un peso molecular de 2,000 a 10,000 UD y poseen mayor número de radicales libres que los AH (Kononova, 1982; Schnitzer & Khan, 1978).

Las moléculas de los AH poseen forma lineal con base al esquema de Dragunov (Figura 10), otra representación esquemática la dió Schnitzer (1978), (Figura 11 y 12), observaciones al microscopio electrónico han concluido

que son de estructura amorfa y que tienden a unirse en cadenas formando agregados.

Las huminas tienen un tamaño mayor a las 10,000 UD y una estructura muy próxima a los AH, con un núcleo policondensado y pocos grupos funcionales, su unión con la parte mineral del suelo es fuerte, por lo tanto son más difíciles de degradar, existen muchas formas de humina, la microbiana donde diversos compuestos alifáticos como aminoazúcares, proteínas y sacáridos proceden de los microorganismos, la heredada que posee características muy próximas a la materia orgánica fresca oxidada parcialmente y ligada con arcillas por enlaces poco estables y la de insolubilización formada en presencia de óxidos de hierro.

En suelos aerobios donde la degradación es mayor, los AH y los AF están en porcentajes más altos que las huminas, si existe una alta tasa degradativa los AF predominan sobre los AH. En medios anaeróbicos como en las turberas la degradación es menor y predominan las huminas sobre los AH y AF (Duchaufour, 1984; Schnitzer & Khan, 1978).

Frimmel & Christma, 1988) reportaron algunos efectos de los AH sobre las plantas como el incremento en producción, actividad biológica, longitud del tallo, formación de raíces y actividad de enzimas, participación en organogénesis, en metabolismo de carbohidratos y proteínas que promueven una mayor resistencia a la planta durante periodos de sequía, en acumulación de azúcares reducidos ya que intervienen en la permeabilidad de membrana facilitando la entrada de N, P y K, en la catálisis de la respiración ya que aceptan iones hidrógeno y en la absorción de sustancias tóxicas existentes en el medio; un efecto indirecto de las sustancias húmicas se refiere a que actúan como abastecedores y reguladores de nutrientes.

Todos estos efectos constituyen parte importante en la fertilidad del suelo, sin embargo se requiere conocer y aprender sobre los mecanismos metabólicos que pueden intervenir, como por ejemplo cual es su papel en la división celular, la elongación celular o con los reguladores de crecimiento (Schnitzer & Khan, 1978).

La actividad de las sustancias húmicas se debe principalmente a la presencia de polifenoles y quinonas en su molécula.

Como coloide al humus se le involucra en 3 funciones principales: el intercambio iónico, la capacidad buffer y la quelación con metales.

En lo que se refiere a la quelación esta depende de los múltiples grupos hidrófilos (ácidos carboxílicos, alcohólicos, fenólicos, aminos, iminos) existentes en las cadenas laterales, pues tienden a formar complejos con cationes polivalentes metálicos, a través de fuerzas electrostática (Metal unido a COO^-) compartiendo pares de electrones (Figura 13).

Un quelato es un complejo formado entre un ión metálico y un compuesto orgánico, el mecanismo presenta un desplazamiento de un grupo OH de los AH a pH ácido o una disociación del enlace covalente del agua, liberando un protón bajo pH alcalinos; los ácidos acético, cítrico, láctico o fórmico sintetizados por microorganismos pueden formar quelatos (Mortvedt et al, 1983; Schnitzer & Khan, 1978).

3. Importancia de la materia orgánica y el grado de humificación en la rehabilitación de suelos salinos de Xochimilco.

Para señalar la importancia de la materia orgánica en la rehabilitación de un suelo con problemas de salinidad, es necesario mencionar que le confiere propiedades favorables, dentro de las que podemos citar, mayor retención de humedad, mejor estructura ya que se forman agregados lo que da un estado granular que favorece una buena porosidad, aereación, permeabilidad e infiltración, por lo tanto mejora el drenaje; además la materia orgánica posee un gran número de sitios de intercambio debido a la presencia de grupos como los carbohidratos, ácidos orgánicos y sobre todo de las sustancias húmicas, que intervienen en la amortiguación ácido-base de los suelos (Ortiz, 1987a; Tamhane & Motiramani, 1986).

Lo mencionado permite deducir que una buena estructura da una mayor eficiencia en el lavado de un suelo con problemas de salinidad, también que la presencia de gran número de sitios de intercambio en la materia orgánica atenua los efectos de contaminación salina, permitiendo un buen desarrollo de cosechas, a su vez los coloides orgánicos favorecen la actividad biológica y la quelación con metales, lo que influye ampliamente en la fertilidad de un suelo.

El beneficio de la aplicación de mejoradores orgánicos en un suelo esta asociado con el grado de humificación, un equilibrio entre síntesis y descomposición se logra cuando el suelo retiene o almacena una parte importante de la materia orgánica la cual sirve de reserva y es difícil de degradar (humificada), mientras que otra parte es más disponible a los microorganismos, por lo tanto entra a los ciclos biogeoquímicos para mineralizarse y

hacer disponibles los nutrientes, la presencia de ambas partes de la materia orgánica y su óptima dinámica facilitan la recuperación de un suelo con problemas de salinidad, puesto que se promueven las características favorables mencionadas anteriormente tanto de carácter físico como químico .

Los suelos de Xochimilco poseen altos contenidos de materia orgánica por el continuo uso del estiércol y por su origen entrópico a través de la acumulación de lodos del fondo del lago, sin embargo no se han investigado las características de las fracciones de carbono que integran al humus, factor necesario para definir la estabilidad de las sustancias húmicas, la actividad microbiológica y la disponibilidad de nutrientes .

La importancia de conocer la dinámica de la materia orgánica en los suelos radica en la posibilidad de interpretar su papel en la productividad agrícola, el agregar estiércol en un suelo de Xochimilco es común, sin embargo no se tienen bien conocidos los cambios bioquímicos existentes, para ello se requiere cuantificar y probar tratamientos donde se cuantifiquen y estudien las sustancias húmicas presentes y al agregar mejoradores orgánicos, puede existir un alto contenido de materia orgánica pero ser poco disponible, los microorganismos pueden utilizar sustancias húmicas de difícil descomposición por medio de la adición de compuestos orgánicos de mayor disponibilidad, esto es muy importante sobre todo si existe en un suelo una gran reserva de material orgánico como en el caso de las chinampas y turbas.

La humificación de las chinampas de Xochimilco debe estudiarse ya que la agregación continua de estiércoles, la variabilidad en el grado de salinidad y la época de lluvias y sequía modifican constantemente la dinámica

bioquímica, durante los periodos húmedos la materia orgánica más disponible tiende a una mayor mineralización ya que los microorganismos aceleran su actividad, mientras que en periodos secos se promueve una mayor polimerización, por lo tanto existe una mayor humificación, esto no excluye que ambos procesos pueden ocurrir simultáneamente, sin embargo uno predomina sobre otro dependiendo de la época.

El caracterizar el tipo de humus nos permitirá obtener un manejo adecuado de las adiciones periódicas de estiércol y de su efecto en la dinámica de la materia orgánica.

Se requieren hacer estudios multidisciplinarios donde se incluyan trabajos de microbiología, bioquímica, física, química y fertilidad de suelos, para comprender la naturaleza, complejidad y dinámica de la materia orgánica, esto conducirá al máximo aprovechamiento de las condiciones que confiere el material orgánico a los suelos de Xochimilco.

V.4. Cultivo de plantas ornamentales en México

La producción de plantas ornamentales en México es restringida y esta en vías de un lento desarrollo, debido a que se requiere fomentar la capacitación de personal, ya que existe poca gente especializada, se necesitan medios de difusión donde se transmita la experiencia e información que tienen los técnicos y productores; en este sentido nunca se han planteado programas universitarios de producción con las condiciones humanas y técnicas existentes en México (Fira, 1985).

Las plantas ornamentales se cultivan en México desde la época prehispánica, la variedad de climas, de suelos y la cercanía de Estados Unidos país con gran demanda de

flores pueden promover el óptimo desarrollo de la horticultura ornamental, (Flores, 1990b).

El crecimiento anual de importación de flores del mercado estadounidense ha sido de 10.6% de 1985 a la fecha, esto implica que la producción interna de ornamentales en E.U. ha bajado. Los principales países importadores de flores y follajes cortados son E.U., Canadá, Alemania, Inglaterra, Francia y Bélgica; los principales exportadores de ornamentales son Colombia, Holanda, Francia, Bélgica, España, Israel, México y Costa Rica; a E.U. le exportan principalmente Colombia y Holanda cubriendo un 78 y 14 %, México solo envía un 2.5% (Fira, 1987 y 1985; USDA, 1986).

Fira (1985) menciona que México cuenta con una superficie cultivada para plantas ornamentales de 3447 hectáreas bajo condiciones de intemperie y de 52.5 hectáreas bajo condiciones de invernadero; sin embargo las plantas ornamentales que se obtienen en nuestro país bajo condiciones de intemperie son destinadas al mercado nacional por su baja calidad, la producción de ornamentales se distribuye principalmente en las estribaciones del Eje Neovolcánico, destacando por sus características favorables los estados de México (2,000 hectáreas cultivadas), Puebla (300 hectáreas cultivadas), D.F. y Morelos (250 hectáreas cultivadas), Michoacán (200 hectáreas cultivadas), Veracruz (120 hectáreas cultivadas), Guerrero (60 hectáreas cultivadas), Hidalgo (20 hectáreas cultivadas).

Tomando en cuenta los datos del Anuario Estadístico de Producción Agrícola Nacional de 1985, la superficie sembrada para rosal es de 686 hectáreas de las cuales únicamente se cosechan 369 hectáreas, de donde se obtiene una producción de 898,535 gruesas; México exporta al mercado de E.U solo un 4.7% del rosal requerido por este

pais, ya que Colombia cubre un 72.6% y Holanda un 8.6% (USDA, 1986). Las principales especies ornamentales que México exporta son rosal, clavel, estatico, gladiola y margarita (Cuadro C).

4.5. El rosal

1. Taxonomía

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Familia: Rosaceae

Género: *Rosa* (Cronquist, 1981).

2. Descripción botánica

El rosal pertenece a la familia de las rosáceas, las flores están formadas por un cáliz, una corola y numerosos estambres, su color puede ser rojo, blanco, rosa o amarillo, el fruto es de color rojo o amarillo semejante a un tejocote, sus hojas son caducifolias y en ocasiones semipereñas dependiendo del clima, son compuestas y presentan de 3 a 5 folíolos, su margen es aserrado, tienen una inflorescencia curimbiforme, paniculada o solitaria, el número mínimo de cromosomas es de 7 pudiendo ser múltiplos dependiendo de la variedad 14, 21, 28; su propagación se hace por semilla, estaca o injerto, sin embargo las semillas de rosal son de germinación difícil, pues tienen un pericarpio muy resistente e inhibidores, se requiere de una postmaduración que se logra por medio de periodos de frío

artificial (escarificación) (Fira, 1985; Larson, 1988; López, 1980).

Aproximadamente 200 especies botánicas de rosa son nativas del hemisferio norte, pues se han encontrado varias poblaciones híbridas en estado silvestre, la cantidad real de especies no se conoce. Se ha desarrollado ampliamente el fitomejoramiento de rosas en Asia y se consideran los pioneros en esta rama ya que lograron la producción de la rosa de china en 1792 al cruzar *R. gigantea* y *R. chinensis*. De todas las plantas florales los rosales son los más difíciles de mejorar, pues las pruebas de nuevas variedades suelen tardar varios años, de las múltiples especies existentes solo una pocas como *R. gallica*, *R. gigantea*, *R. chinensis*, *R. damascena*, *R. multiflora* y *R. foetida* han sido tomadas para obtener las variedades actuales, como portainjertos se han utilizado *R. bannetti*, *R. indica* y *R. canina* (López, 1980; Larson, 1988).

Por sus hábitos de crecimiento y características fenológicas los rosales pueden ser de tallo bajo, arbustivo trepador, floribundo, de pie alto, pendulón o miniatura bonsai (Fira, 1985).

3. Requerimientos

Las características apropiadas para un buen crecimiento del rosal varían, se requiere combinar varios factores dentro de los principales se pueden citar la humedad, la luz, la temperatura y los nutrientes .

La muerte de muchos rosales recién plantados se debe a la falta de riego, lo que provoca un marchitamiento, periodos frecuentes de sequía originan quemaduras en los márgenes de las hojas y su caída prematura, algunas variedades como la de Visa desarrollan hojas curvadas

enrolladas, otras solo muestran ligeros amarillamientos, sequías que no llegan hasta el punto de marchitez vuelven a la planta leñosa y de lento crecimiento. El exceso de humedad también es perjudicial y sus síntomas con semejanzas a los de falta de agua, se produce marchitez pues las raíces de las plantas son dañadas por falta de oxígeno y a su vez se impide la absorción de nutrientes. Para que el peso de la planta aumente cerca de 10 gr los rosales necesitan absorber del suelo entre medio y un litro de agua, se recomienda un riego de 18 a 20 $lt(m^2)^{-1}$, la humedad relativa no debe ser menor de 60% (López, 1980; Fira, 1985).

La producción de flores de rosales es paralela a la cantidad de luz Carpenter et al (1972) hicieron crecer rosales de la variedad *Red American Beauty*, *Forever Yours*, *Mary de Vor* y *Jack Frost* durante el periodo noviembre-abril con 9, 12 y 16 horas de luz diarias, a medida que se incremento la cantidad de luz a los rosales la longitud del tallo aumentó y las producciones fueron mayores, debido a que se estimularon mayor número de yemas por tallo.

Bajo condiciones naturales, durante el verano se presenta una alta intensidad de luz, por lo que el porcentaje de floración es mayor, mientras que las bajas intensidades de luz de invierno disminuyen la producción considerablemente (Fira, 1985).

La temperatura acelera la velocidad de crecimiento, Moe (1972) comprobó que los rosales de la variedad *Baccara* podados a mediados de enero florecieron 6 días antes cuando se mantuvieron a 18°C comparandose con los expuestos a 15°C y cuando la temperatura se incrementó hasta 21°C el periodo para florecer se acortó 13 días.

Generalmente los rosales se cultivan a temperaturas nocturnas de 16°C, ya que la cantidad y calidad de flores

producidas son mejores bajo estas condiciones, a temperaturas más bajas el crecimiento es lento y la producción se reduce, la máxima temperatura diaria recomendada es de 29°C, por encima de ella la calidad también se ve afectada, siendo la temperatura óptima diaria de 21 a 24°C.

Para obtener una mayor longitud floral se debe encontrar una temperatura óptima, Byrne et al (1978) hicieron crecer rosales de la variedad *Carajá* injertados sobre *R. Barnettii* a diferentes temperaturas, observaron que al mantener una temperatura de 32°C durante el día disminuyó la longitud del tallo (25.7 cm), mientras que si se mantenía a la temperatura óptima de 21°C se obtuvieron longitudes promedio de 42.3 cm.

Shanks & Laurie (1949), observaron que el crecimiento de la variedad *Better Times* disminuyó conforme la temperatura del suelo se incrementó de 13 a 22°C, tanto el peso fresco como el peso de las raíces fueron mayores a temperaturas más bajas, a 22°C las raíces tuvieron aproximadamente la mitad del diámetro que los que crecieron a 13°C; sin embargo el crecimiento de la parte aérea fue mayor conforme aumentó la temperatura del suelo de 13.3 a 17.8°C, a temperaturas mayores decreció.

Kohl et al (1949), observaron una disminución en la producción al calentar el suelo a 29.5°C, la producción fue mayor en suelos no calentados, cuyas temperaturas oscilaron entre 15.5 y 18.3°C, el mayor crecimiento de la parte aérea tuvo lugar con temperaturas en el suelo entre 17.8 y 19.5°C.

Mutson et al (1971), comprobaron que diferentes variedades de rosa híbrida dieron de 3 a 6 flores más en planta por año al incrementar los niveles de CO₂ de 300 a 1000 ppm, 300 ppm es la concentración normal de CO₂ en el aire, los rosales que crecieron a concentraciones altas

de CO₂ tuvieron un menor desarrollo radicular y presentaron mayor número de hojas. En cuanto al rango óptimo de oxígeno Seeley (1949), mencionó que esta comprendido entre 10 y 21%, pues observó que con solo un 5% la producción de rosal disminuyó, con el 1% la planta dejó de crecer y finalmente murió, con porcentajes mayores de 21 el crecimiento radicular fue bueno, pero la parte aérea creció menos.

En lo que se refiere a nutrientes López (1980) encontró deficiencias de nitrógeno en los rosales cuando sus hojas inferiores se tornaron amarillas, sus tallos débiles y sus flores de color muy claro. Armitage & Tsujita (1979), señalaron que el nitrógeno a una concentración elevada promovió el acortamiento en tallos de rosales .

La deficiencia de fósforo ha sido difícil de observar, las hojas viejas caen sin estar amarillas y las flores se desarrollan lentamente; la deficiencia de potasio en la planta se manifiesta primero en las hojas viejas, estas caen y tienen márgenes cloróticos y secos, Twigg (1953) reportó que un exceso de potasio en rosas aumentó la tendencia hacia el azulamiento de variedades rojas; cuando se presenta deficiencia de magnesio las hojas viejas de rosal se vuelven cloróticas de los bordes al centro y se forma una zona semejante a la punta de una lanza; una clorosis internervial en hojas jóvenes de rosal manifestó una deficiencia de manganeso; la falta de boro se ha asociado a un pH alcalino con grandes concentraciones de materia orgánica y arcilla, su deficiencia en rosal provocó un paro en el crecimiento y una deformación de hojas y flores, el tallo se observó con entrenudos cortos, las flores fueron pequeñas y de pocos pétalos, bajo deficiencias graves las hojas se acorcharon en los márgenes y se acortó la vida de la

flor; deficiencias de cobre y zinc, dieron lugar a hojas jóvenes puntiagudas, la de zinc provocó la agrupación de varias hojas jóvenes y posteriormente su defoliación (López, 1980).

En cuanto a la fertilización se recomiendan diferentes tipos, por ejemplo si el suelo es normal Soriano citado por López (1980), recomienda el uso de nitrato de amonio y potasio así como fosfato de amonio y sulfato de magnesio en 2 aplicaciones que den un total de 32 gr/m²/año de nitrógeno, 5 gr/m²/año de fósforo y 40 gr/m²/año de potasio, sin embargo Meilland citado por López (1980), recomienda de 100-200 gr/m²/año de nitrógeno, de 30 a 50 gr/m²/año de fósforo y de 100 a 150 gr/m²/año de potasio, el Laboratorio Agrinca menciona diversos rangos con base a las características del suelo (López, 1980).

El suelo utilizado para el cultivo del rosal debe poseer ciertas propiedades físico-químicas, dentro de las reportadas esta la densidad aparente que debe variar de 0.5 a 1.2 gr cc⁻¹, el óptimo contenido de materia orgánica debe variar de 10 a 20%, es indispensable una buena estructura y aereación y el contenido de arcilla no debe ser mayor de 40%.

La concentración de los elementos más importantes en un suelo para un buen desarrollo del rosal ha sido propuesta por algunas instituciones, la Universidad del Estado de Pennsylvania propuso que el nitrógeno se debe encontrar entre 100 y 150 mg Kg⁻¹ de suelo, el fósforo de 1.25 a 2.5 mg Kg⁻¹ de suelo, el potasio de 250 a 315 mg Kg⁻¹ de suelo, el calcio de 1950 a 2100 mg Kg⁻¹ de suelo, el magnesio de 170 a 200 mg Kg⁻¹ de suelo, el pH debe variar de 5.5 a 7.5, las sales totales deben de ser menores de 150 ppm.

La Groenten Fruitzelt Onder Glas de Holanda definió los siguientes valores como óptimos para el desarrollo del rosa, nitrógeno de 3.1 a 4.5 meq lt⁻¹, fósforo de 5.1 a 7.5 meq lt⁻¹, potasio de 1.5 a 2.1 meq lt⁻¹, magnesio de 2.1 a 3 meq lt⁻¹, cloruros de 1.6 a 3.0 meq lt⁻¹ y conductividad eléctrica de 1.1 a 2 mmhos cc⁻¹ (López, 1980).

Se ha encontrado una reducción de 5 a 25% en los rendimientos de *R. zanzetti* a conductividades eléctricas de 2.1 a 3.6 mmhos/cc. *Rosa damascena* soporta un pH de 8-9 y grandes cantidades de sales del suelo utilizando abonos verdes y estiércol de aves de corral, en suelos alcalinos se obtuvo una reducción de la mortalidad de estos rosales. Existen trabajos donde se cultivaron rosas en suelos salinos alcalinos con el objeto de extraer aceites esenciales, se obtuvo una calidad regular de la flor, pero la calidad de aceites esenciales fue buena y comparable con los de Turquía y Bulgaria que son de los mejores aceites en el mundo (Singh, 1970a; Singh, 1970; Hughes & Hannan, 1978).

Por medio de análisis foliares utilizando plantas desarrolladas bajo condiciones óptimas y las primeras hojas de 5 foliolos sobre tallos con flor se han determinado algunos de los nutrientes en rosales, para la Universidad de Cornell el rango normal de elementos fue el siguiente, nitrógeno de 3 a 5%, fósforo de 0.2 a 0.3%, potasio de 1.8 a 3%, calcio de 1 a 1.5%, magnesio de 0.25 a 0.35%, manganeso de 30 a 250 ppm, fierro de 50 a 150 ppm, cobre de 5 a 15 ppm, boro de 30 a 60 ppm, zinc de 15 a 50 ppm.

4. Aceites esenciales en rosales

El aceite de rosas es un producto de gran demanda a nivel mundial, dentro de los países productores destacan Bulgaria, Turquía, Italia, Alemania, Francia, India y China (Troase & Evans, 1987; Widrlochner, 1981).

El análisis del aceite de rosas por medio de cromatografía de gases ha determinado la presencia de varios compuestos, la cantidad y la presencia de alguno de ellos no siempre es la misma, la diferencia se debe a la variedad, el tipo de aparato utilizado en la destilación, al suelo en que se cultivó la planta o a la época de colecta (Oathiner, 1980).

Los compuestos que siempre se han encontrado son alcohol feniletílico, citronelol, nerol, geraniol, linalol, aldehídos, ésteres y parafinas, la estructura de ellos se aprecia en el cuadro D, los compuestos más volátiles son los que poseen menor número de átomos de carbono, de grupos funcionales y de dobles enlaces, en un cromatograma los primeros compuestos en salir son los ligeros o menos complejos, el tiempo de retención de linalol, citral, citronelol, nerol y geraniol es menor que el de eugenol, mircenol y nerolidol (Figura 14). Todos ellos dan cierta aromaticidad al aceite de rosas, el citronelol es un compuesto frecuentemente utilizado para evaluarlo, si su porcentaje es alto indica buena calidad (Masada, 1976; Troase & Evans, 1987).

De más de 5,000 variedades conocidas de rosa, unas pocas dan una marcada fragancia y solo 3 se explotan comercialmente en perfumería estas son *Rosa damascena*, *Rosa alba*, *Rosa centifolia*.

El aceite de rosas frecuentemente es alterado por su elevado costo (5,000 dólares el kilogramo), por ello la Asociación de Aceites Esenciales ha propuesto

características físico-químicas específicas, dentro de ciertos rangos para determinar la calidad de aceite, dentro de las cuales podemos señalar la gravedad específica a 30°C de 0.0848 a 0.861, el índice de refracción a 25°C de 1.453 a 1.464, la rotación óptica a 20°C de -2.2° a 4.8°, el valor ácido de 0.92 a 3.75, el valor ester de 7.20 a 17.20, el alcohol total de 65.80 a 78.20 y el punto de congelación de 16.5 a 22.5°C.

La extracción de aceite de rosas es de bajo rendimiento, de 4,000 Kg de pétalos frescos se obtiene 1 Kg de aceite (0.025%), bajo condiciones muy favorables se pueden obtener rendimientos de 0.038%.

Uno de los métodos más utilizados para obtener el aceite de rosas es el de la destilación por arrastre de vapor, a nivel industrial se utilizan depósitos de 120 a 150 lt o de 1,000 a 2,000 lt, la cantidad del material que se puede procesar en un depósito pequeño varía de 15 a 20 Kg y de 150 a 300 Kg para el más grande (Guenther, 1952; Gathiner, 1980; Widrochner, 1981; Darton, 1980).

Para promover la producción de aceites esenciales los nutrientes se deben agregar en cantidades óptimas, según Fluck (1963) los más investigados son N, P y K, en algunas ocasiones el calcio.

En varios trabajos se ha encontrado un incremento en el contenido de aceites esenciales cuando se fertiliza con nitrógeno, varios autores demostraron que en forma de amonio da mejores resultados, que como nitrato. En el caso del fósforo los reportes son contradictorios así como en potasio y calcio, en lo que se refiere a elementos traza varias investigaciones han reportado efectos no significativos de B, Zn, Cu.

En *Carui carvi* se encontró un incremento en el contenido de su aceite al utilizar como fuente de nitrógeno al estiércol, mientras que en *Hejorana hortensis* hubo bajos

rendimientos de aceite esencial al abonar pobremente con estiércol. En suelos de arena cuarzosa abonados abundantemente con estiércol se obtuvieron altas concentraciones de aceite de *Inula helenium*.

La producción de aceites esenciales también se modifica con las características altitudinales, en Francia se encontró que las rosas cultivadas en altitudes elevadas (1150 m) dan de 30 a 35% más aceite que las de regiones bajas (100-150m), (Guenther, 1952).

VI. METODOLOGIA

VI.1. Análisis edáfico de la chinampa

El trabajo se hizo en una chinampa de Caltongo Xochimilco, D.F. México (Mapa 1). El muestreo para determinar las características edáficas de la chinampa (200 m²) se realizó por medio de la toma de una calicata en el centro del terreno con una profundidad de 1 m y 5 pozos para fertilidad, uno en cada esquina del terreno a 40 cm de profundidad.

Los análisis físico químicos para establecer las características diagnósticas de la chinampa que se trabajó fueron las siguientes :

- 1) Color en seco y en húmedo por comparación con las cartas de color Munsoll (Munsell, 1975)
- 2) Densidad aparente por el método de probeta y densidad real por picnómetro (Baver, 1956).
- 3) Porosidad total, por la relación del cociente de densidad aparente y real.
- 4) Textura por el método de Bouyoucos (1961).
- 5) Conductividad eléctrica con un puente de conductividad Philips PW 9505.
- 6) pH con un potenciómetro Corning modelo 7, usando una relación suelo-agua de 1:5 y 1:10 con agua destilada hervida, la misma relación se hizo con solución salina de KCl 1N pH 7.
- 7) Materia orgánica por el método Walkley & Black (Walkley, 1947).
- 8) Capacidad de intercambio catiónico total utilizando como saturante el cloruro de calcio 1N, lavando con etanol al 96% y sustituyendo con cloruro de sodio 1N (Jackson, 1982).

- 9) Calcio y magnesio intercambiables extrayendo con acetato de amonio y valorando por el método del versenato (EDTA), (Jackson, 1982).
- 10) Potasio y sodio intercambiables por flamometria con un flamómetro de flama Corning 400.
- 11) Se hicieron pastas de saturación donde se determinaron, cloruros por el método de Mohr, carbonatos, bicarbonatos y sulfatos por el método volumétrico, calcio y magnesio solubles tomando alicuotas y titulando con versenato (EDTA) 0.02 N, potasio y sodio solubles con alicuotas diluidas con agua destilada y leyendo en flamómetro Corning 400 (Richards et al 1985; Jackson, 1982)
- 12) La relación de adsorción de sodio (RAS) y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI), se calcularon por el método 20b del manual de suelos salinos y sódicos (Richards, 1985).
- 13) La calidad del agua de riego se determinó con base al instructivo de calidad de agua para riego agrícola de Palacios & Aceves (1970).
- 14) Fósforo asimilable por el método de Olsen y nitrógeno por el método de Kjeldahl (Jackson, 1982).
- 15) Determinación del grado de humificación por la técnica de Kononova y Kononova Bel'chikova (Kononova, 1961)

VI.2. Preparación de tratamientos y plantación de rosales

Se adquirieron 252 plantas de rosal injertadas (Variedad "Hechizada" portainjerto "Sarambullo") de características semejantes y pertenecientes a un solo lote en el Área de Cabrera cerca de Atlixco, Puebla.

La composta se obtuvo en la Planta Procesadora de Desechos Urbanos del DDF y el estiércol fermentado de

bovino en la zona de Sacapa, Yochimilco por medio de la colaboración del Sr. Felipe Camacho dueño de la chinampa en que se trabajó.

El suelo para preparar las macetas se tomó al azar de la chinampa hasta una profundidad de 40 cm, se colectó un total aproximado de una tonelada; cada una de las macetas constó de 4 Kg (Peso seco) de mezcla de suelo y mejoradores orgánicos, se pesó en balanza granataria y se homogeneizó el contenido por medio de la incorporación manual (Rojas & García, 1990)

Una vez preparadas todas las macetas se saturaron con agua del área a capacidad de campo y se inició la aplicación de láminas de lavado a los tratamientos que lo requerían; estas se determinaron por ensayos tomando en cuenta la sensibilidad del rosal, se eligió la aplicación de 5 lt de agua del Canal de Caltongo a cada maceta, pues con ella se alcanzó una conductividad eléctrica de 1.2 a 1.3 mmhos cc^{-1} . Después se esperó a que se secase la mezcla de cada una de las macetas y nuevamente se saturó el suelo a capacidad de campo, para iniciarse la plantación de los rosales, la aplicación de la segunda lámina de lavado para los tratamientos que la requerían se efectuó después de un mes de la plantación.

Las macetas con los rosales se mantuvieron bajo condiciones ambientales del área a cielo abierto, usando un diseño bifactorial con arreglo de parcelas divididas y distribución al azar (Figura 15), se probaron 21 tratamientos con 3 plantas por repetición y 4 repeticiones por tratamiento, lo que dió un total de 12 rosales por tratamiento.

Tratamientos probados

a_{0b0} Testigo con suelo de chinampa.
a_{0b1} Testigo con suelo de chinampa + 1 lâmina de lavado.
a_{0b2} Testigo con suelo de chinampa + 2 lâminas de lavado.

a _{1b0}	9% de composta	a _{4b0}	9% de estiêrcol
a _{2b0}	18% de composta	a _{5b0}	18% de estiêrcol
a _{3b0}	27% de composta	a _{6b0}	27% de estiêrcol

a _{1b1}	9% de composta	+ 1 lâmina de lavado
a _{2b1}	18% de composta	+ 1 lâmina de lavado
a _{3b1}	27% de composta	+ 1 lâmina de lavado
a _{4b1}	9% de estiêrcol	+ 1 lâmina de lavado
a _{5b1}	18% de estiêrcol	+ 1 lâmina de lavado
a _{6b1}	27% de estiêrcol	+ 1 lâmina de lavado

a _{1b2}	9% de composta	+ 2 lâminas de lavado
a _{2b2}	18% de composta	+ 2 lâminas de lavado
a _{3b2}	27% de composta	+ 2 lâminas de lavado
a _{4b2}	9% de estiêrcol	+ 2 lâminas de lavado
a _{5b2}	18% de estiêrcol	+ 2 lâminas de lavado
a _{6b2}	27% de estiêrcol	+ 2 lâminas de lavado

Nota : En todos los tratamientos el porcentaje restante fue de suelo de la chinampa

VI.3. Toma de datos fenológicos y de crecimiento

Después de la plantación (29-IV-89), se procedió a realizar actividades de cuidado como deshierbe y riego, este último fue a saturación 2 veces por semana.

Se observaron 4 floraciones, la primera en julio-agosto 1989, la segunda en octubre-noviembre 1990, la tercera en marzo-abril 1990 y la cuarta en julio-agosto 1990.

Para evaluar el efecto de los tratamientos en el desarrollo del rosal se tomaron en cuenta las siguientes variables de respuesta: Longitud del tallo, número de plantas que sobrevivieron, días a la floración, porcentaje de floración, diámetro de la flor.

La longitud del tallo se midió a partir del inicio del injerto hasta el extremo más alto del tallo floral; la toma de datos se hizo cada 15 días a partir de la plantación, tomando la longitud inicial; al terminar cada floración se podó cada una de las plantas dejando de 3 a 5 yemas en cada tallo principal.

El diámetro de la flor se midió con vernier cuando la flor estaba abierta completamente, sin que presentara ningún marchitamiento, se hizo tomando los pétalos de extremos opuestos (Fotografía No. 1).

Los días a la floración después de la plantación se registraron con base a la fecha en que se plantaron los rosales y hasta que la flor alcanzó su máxima apertura; el porcentaje de floración se calculó en cada bloque de repetición y después se promedió y el número de plantas que sobrevivieron, se hizo contando las plantas vivas, aunque no produjeran flor o estuvieran cloróticas.

VI.4. Determinación del grado de humificación

El grado de humificación se determinó en los tratamientos que dieron mejor respuesta en el desarrollo del rosal, en el suelo de la chinampa y en los mejoradores orgánicos (estiércol y composta), por medio de la técnica de Kononova y Kononova Bel'chikova, con base en esta técnica se determinaron las propiedades ópticas y el umbral de coagulación, se calcularon los espectros visibles E_4/E_6 y E_4/E_{80} , también se determinó el porcentaje de carbono y nitrógeno final y con ello se calculó la relación C/N.

VI.5. Análisis físico-químico de los mejores tratamientos

De los tratamientos probados que dieron mejor respuesta en el campo, se determinaron CICT, cantidad de sodio, potasio, calcio y magnesio intercambiables por medio de las técnicas mencionadas en la parte de análisis edáfico de la chinampa, también se hicieron pastas de saturación para determinar calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros solubles; esto se hizo con la finalidad de cuantificar el efecto producido sobre el complejo de cambio y la solución del suelo al aplicar mejoradores orgánicos y láminas de lavado.

VI.6. Extracción de aceites esenciales

Esta variable de respuesta se tomó en cuenta ya que se sabe poco de la relación que existe entre el suelo y la producción de aceites esenciales.

Para esta determinación se seleccionaron algunos tratamientos, las flores se colectaron por la mañana, inmediatamente se pesaron los pétalos y se conservaron en

frascos de vidrio con agua destilada y en refrigeración para su posterior procesamiento.

El método que se utilizó para obtener los aceites esenciales de los pétalos de rosa consistió en 4 pasos principales: Destilación por arrastre de vapor, extracción con éter, destilación simple y cromatografía de gases para la identificación de compuestos.

La destilación por arrastre de vapor se hizo en un matraz de bola de 2 bocas, donde se colocaron los pétalos de rosa, su peso varió de 20 a 100 g según la disponibilidad de flores colectadas por tratamiento, se agregaron los 100 ml de agua destilada en los cuales se habían conservado los pétalos, se montó un sistema de destilación donde se introdujo vapor y se destiló durante 3 hr a goteo lento, colectando de 500 a 800 ml, se enjuaga el sistema (condensador, juntas y matraz colector) con éter y se guardó la muestra en refrigeración para su posterior extracción.

Durante la extracción se utilizó un embudo de separación con una capacidad de 2 lt, donde se colocó el material destilado, se agregaron aproximadamente 300 ml de éter, se tapó el embudo y se agitó vigorosamente, posteriormente se separó la fase acuosa de la fase etérea; esto se hizo 3 veces de tal manera que la fase etérea colectada para cada muestra fue de 800 a 900 ml aproximadamente, en algunas ocasiones se formó una emulsión la que se rompió agregando NaCl.

Al terminar la extracción, se montó un aparato de destilación simple al cual se colocó una columna de separación para evitar la pérdida de compuestos volátiles en el aceite, se destiló la fase etérea para recuperar el éter utilizado, de tal manera que la muestra con aceites esenciales quedó disuelta en una pequeña fracción de éter; la muestras se pasaron a frascos de vidrio con una

capacidad de 1 ml por medio de una pipeta pasteur, los frascos se pesaron antes y despues de agregada la muestra para con base al peso de los pétalos calcular el rendimiento, se obtuvieron de 5 a 10 mg de aceite de rosa.

La cromatografía de gases se hizo en una columna de reparto de carbowa: 20 M de 50 m de longitud por 0.53 mm de diámetro interno, la temperatura del inyector se mantuvo a 200°C y la columna de 70 a 195°C aumentando a una velocidad de 6°C por minuto, el gas acarreador fue hidrógeno el cual fluyó a 5 ml min⁻¹, el detector de ionización fue de flama con una temperatura de 200°C. La computadora integrada al cromatógrafo dió el área bajo cada uno de los picos formados, esto determinó la concentración de los compuestos de los aceites esenciales, para identificar los compuestos del cromatograma se compararon con tiempos de retención de sustancias estándares; todos los porcentajes reales se ajustaron al 100% para sacar el porcentaje relativo.

VI.7. Análisis estadístico

Se hizo análisis de varianza en las 4 floraciones de: Longitud de tallo, número de plantas que sobrevivieron, días a la floración, porcentaje de floración y diámetro de la flor, la diferencia mínima significativa se determinó por medio de la prueba de Duncan con base al diseño de trabajo (Reyes, 1982).

No se realizó análisis estadístico en la concentración de iones finales de los tratamientos y en los compuestos del aceite esencial ya que el número de tratamientos en estas determinaciones fue de 12 y solo se tuvo una repetición, pues se eligieron los rosales que dieron mejor respuesta.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Características edáficas

Los colores observados en la calicata y pozos de fertilidad variaron de gris a gris oscuro en seco y en húmedo de gris muy oscuro a negro, dichas coloraciones evidencian concentración de humus y presencia de compuestos ferromagnesianos (Cuadro 1 y 3), (Buckman & Brady, 1977).

La textura de la calicata y pozos de fertilidad fue migajón arcillosa, se presentaron concentraciones de arcilla muy semejantes a las de limo y arena, la densidad aparente fue muy homogénea, no se presentó relación con el aumento de profundidad y en los pozos de fertilidad hubo una menor diferencia entre los resultados de los pozos 3 y 5 así como entre los pozos 2 y 4 lo que se atribuyó a la cercanía durante el muestreo .

La densidad aparente fue baja lo que se atribuyó al elevado contenido de materia orgánica; el rango de densidad real varió de 1.82 a 2.01 g cc⁻¹, por lo tanto cayó dentro de valores de suelos orgánicos, tampoco hubo relación entre el aumento de profundidad y el de densidad real.

En la calicata las capas de 20-30 cm y de 90-100 cm presentaron las densidades reales más bajas, concordantes con los mayores contenidos de materia orgánica; los porcentajes de porosidad fueron elevados esto favoreció la difusión del aire y del agua, en los pozos de fertilidad el menor porcentaje se encontró en el pozo 5 de 20-40 cm, a lo largo de los pozos 2, 3 y 5 se dio menos porosidad total a más profundidad lo que se atribuyó a la mayor compactación (Cuadro 1 y 3), (Buckman & Brady, 1977, Fassbender, 1982).

El pH con agua destilada relación 1:10 tuvo valores más altos de los 10 a los 70 cm en la calicata, mientras que en los pozos de fertilidad hubo un ligero aumento a los 20 cm en el pozo 1, 2 y 4; el pH con KCl relación 1:10 fue menor que el determinado con agua y los valores más altos se encontraron en las capas de 30 a 50 cm de la calicata, en los pozos de fertilidad se encontró la neutralidad en el pozo 2 de 20-40 cm, hubo una menor diferencia entre los resultados encontrados en el pozo 4 y en el 2; el pH de la pasta de saturación en la calicata fue muy semejante al observado con agua relación 1:10, los primeros 20 cm tuvieron el pH más elevado, en los pozos de fertilidad fueron muy homogéneos sus valores y ligeramente menores que los encontrados en la calicata; hubo una diferencia de 0.6 a 1.2 entre la determinación de pH de agua y KCl en la relación 1:10 en la calicata; el pH con agua relación 1:10 fue mayor comparado con el de relación 1:5, ya que hubo una mayor concentración en la solución acuosa al disolverse más sales de la muestra de suelo (Cuadro 1 y 3).

El calcio intercambiable presentó los valores más altos en los primeros 40 cm de la calicata, en los pozos de fertilidad alcanzó valores semejantes; el calcio soluble aumentó conforme incrementó la profundidad de los 10 a los 70 cm en la calicata; los resultados encontrados en los pozos fueron muy semejantes entre sí por su cercanía en el campo, la menor concentración se dio en el PF₄ (Cuadros 1, 2, 3, 4).

El magnesio intercambiable fue más bajo en los primeros 80 cm de la calicata excepto en la capa de 60-70 cm, en todo el pozo 3 y en el 1 y 2 de 0-20 cm hubo un menor valor.

Se presentó una relación muy semejante entre resultados del PF₂ y el PF₄ y de los pozos 3 y 5; el magnesio

soluble se concentró en los últimos 20 cm de la calicata, en los pozos la cantidad fue muy homogénea en todos se notó un ligero aumento a profundidades de 20-40 cm (Cuadro 1-4).

Los valores más bajos de sodio intercambiable se encontraron en los primeros 30 cm de la calicata y los valores más altos de los 40 a los 70 cm; el soluble fue menor de los 30-40 cm y de 80-90 cm y los valores más altos de 40 a 60 cm; en los pozos el sodio intercambiable presentó mayor concentración a profundidades de 20-40 cm a excepción del pozo 5, la máxima cantidad se dió en el PF₃ de 20-40 cm, para el soluble hubo más concentración a profundidades de 20-40 cm excepto en el PF₁ y en el PF₅.

La cantidad de potasio intercambiable se mantuvo casi constante a lo largo de toda la calicata a excepción de la primera capa donde hubo un valor más elevado, en los pozos de fertilidad se acumuló más en las capas superficiales.

Sin embargo la concentración de este ión fue muy baja; los valores de potasio soluble fueron mínimos y homogéneos a lo largo de la calicata, la menor cantidad se encontró en los pozos 1 y 5 de 20 a 40 cm y la mayor en el pozo 2 de 0-20 cm (Cuadro 1-4).

En cuanto a la concentración de cloruros se observó que sus valores fueron altos, los menores se apreciaron de los 0-40 cm en la calicata, el contenido de los pozos 3 y 5 fue constante de los 0-40 cm, mientras que para los pozos 1 y 4 este anión fue menor a profundidades de 20-40 cm (Cuadros 2 y 4).

El contenido de sulfatos presentó una marcada homogeneidad en la calicata, mientras que en los pozos los valores fueron mayores de 20-40 cm excepto en el PF₅.

El valor de los bicarbonatos fue más alto en los últimos 60 cm de la calicata, en los pozos 3 y 4 de 20 a 40 cm y a lo largo del pozo 5 (Cuadros 2 y 4).

La concentración de la materia orgánica en la calicata fue alta, los valores máximos se encontraron en la capa de 20-30 cm y en los últimos 20 cm de la calicata, en los pozos 2, 4 y 5 disminuyó a profundidades de 20-40 cm, mientras que en los pozos 1 y 3 sucedió lo contrario, hubo una semejanza entre los resultados de los pozos 2 y 4 (Cuadros 1 y 3).

La capacidad de intercambio catiónico total (CICT) fue relativamente homogénea en toda la calicata, en las capas de 0-10 y de 30-40 cm se encontraron valores más altos, en los pozos las concentraciones fueron menores a mayor profundidad excepto en los pozos 4 y 2 donde hubo un comportamiento inverso, se presentó nuevamente una mayor semejanza entre los resultados de los pozos 3 y 5 (Cuadro 1 y 3).

La conductividad eléctrica fue más alta de los 40-70 cm en la calicata, lo que coincidió con el aumento de concentración de sodio y cloruros, los 20 cm superficiales tuvieron un menor valor de CE, ya que la cantidad de bicarbonatos fue más baja en estas capas, en los pozos aumentó su valor con la profundidad excepto en el No. 5 y en el 1 donde fue constante en toda su profundidad, esto se relacionó con el incremento de sodio soluble en las capas más profundas (Cuadros 2 y 4).

El alto porcentaje de saturación de bases (PSB) a lo largo de la calicata sugirió una buena fertilidad, un suelo con más de 50% de saturación de bases se considera un suelo fértil, en los pozos de fertilidad se encontraron valores mayores de los 20-40 cm en todos excepto en el 2; el que se haya determinado un porcentaje

mayor de 100% se atribuyó a la presencia de iones solubles (Buckman & Brady, 1977), (Cuadros 2 y 4).

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) fue menor de 15, el valor más bajo se presentó de los 0-10 cm y los más altos de los 40-70 cm, en todos los pozos, excepto en el 5 a profundidades de 20-40 cm se encontró mayor porcentaje.

La relación de adsorción de sodio (RAS), fue menor en la capa de 80-100 cm y mayor en la capa de 50-60 cm, en los pozos de fertilidad su aumento concordó con el incremento de profundidad excepto en el 1 y 5.

La relación de adsorción de potasio (RAP) fue muy baja, hubo un ligero aumento en las capas superficiales y en la final, en los pozos de fertilidad la RAP disminuyó conforme aumentó la profundidad, excepto en el PF1 y 3 (Cuadros 2 y 4).

Con base a los resultados analizados el suelo fue salino, ya que presentó una conductividad mayor de 4, un PSI menor de 15 y un pH menor de 8.5 (Richards, 1985).

Al comparar los resultados de la calicata y los pozos de fertilidad se observó una homogeneidad entre ellos, esto permitió deducir que el área fue muy semejante en características edáficas. Como se pudo apreciar a lo largo de esta discusión las relaciones entre profundidades, compactación, porosidad, drenaje, plasticidad, densidad real y aparente, materia orgánica, CICT, no se cumplen estrictamente salvo en algunas ocasiones y se considera justificado porque estos suelos son antrópicos y por tanto hubo diversas alteraciones por múltiples actividades de laboreo durante el cultivo como labranza, incorporación de estiércoles y agua lodo.

Se observó que las concentraciones de iones intercambiables fueron bajas en sodio mientras que los solubles se presentaron en mayor cantidad, principalmente

en cuanto a cloruros, sodio y bicarbonatos, por ello se decidió probar el uso de láminas de lavado en la recuperación de este suelo.

Las muestras analizadas para nitrógeno y fósforo se seleccionaron en base de su contenido de materia orgánica, se encontró una disminución del porcentaje de nitrógeno y de carbono a medida que aumentó la profundidad de la calicata a excepción de la capa de 80-90 cm en donde aumentó, esto se explicó porque en las capas superficiales y en la capa más profunda fueron mayores los porcentajes de materia orgánica y en consecuencia los porcentajes de carbono, (Cuadro 5).

La elevada concentración de nitrógeno encontrada fue atribuida al intenso manejo de este suelo, por lo tanto al origen de la materia orgánica esto propició una relación C/N baja, un menor índice C/N implica un ciclo de mineralización más rápido y mayor disponibilidad de nutrientes, sin embargo si no se maneja adecuadamente el contenido de materia orgánica se puede acabar con la riqueza de nutrientes.

La relación de resultados de los pozos de fertilidad fue la esperada pues coincidieron con las capas superficiales de la calicata (C/N 6:1 y 7:1), (Cuadro 5). Los resultados de fósforo presentaron un ligero aumento en la concentración a profundidades mayores en los pozos para fertilidad y en algunas capas de la calicata; esto se atribuyó a la inmovilización de fósforo por la materia orgánica, así como a la mayor humedad encontrada en las capas más profundas, en general el contenido de fósforo fue muy alto, por lo tanto se consideró un suelo extremadamente rico ya que fue mayor de 28 ppm excepto en las capas de 60-70 cm (Cuadro 5).

La mezcla de suelo homogeneizada (Cuadro 6 y 6A) y analizada después de hacer un muestreo en la capa de 0-40

cm, tuvo características semejantes a las encontradas en la calicata (Cuadros y Gráficas 1,2) y en los pozos de fertilidad (Cuadros 3 y 4) en cuanto a densidad aparente, densidad real, textura, pH, porcentaje de porosidad, materia orgánica CICT, sodio, potasio, calcio y magnesio intercambiables, CE y cloruros. Sin embargo, en cuanto a concentración de sulfatos y de sodio estas fueron mayores en la mezcla si se comparan con los resultados de la calicata, debido probablemente a la época de muestreo, la calicata y pozos de fertilidad se colectaron en octubre (período cercano al de lluvias) y la mezcla de suelo fue en marzo (período seco), (Cuadros 6, 6A, 1, 2, 3, 4). Después de varios ensayos con base al valor de CE alcanzado en la pasta de saturación se eligió la lámina de lavado (Cuadro 7) de 5 lt como óptima para recuperar el suelo analizado; de los resultados de la mezcla una vez aplicada la lámina de lavado se encontró que los cloruros, el sodio, los sulfatos y los bicarbonatos fueron los aniones que más se eliminaron lo cual coincidió con el cuadro 28 de los tratamientos, el sodio disminuyó en altos porcentajes y el magnesio también bajo pero en menor proporción. La RAS fue menor con respecto a la mezcla de suelo inicial sin lámina de lavado (Cuadro 6A) y fue muy semejante a los tratamientos con lámina de lavado (Cuadro 28). El potasio soluble se mantuvo prácticamente igual que la mezcla de suelo sin lavar, sin embargo el calcio y magnesio disminuyeron (Cuadro 6A), ambos iones aumentaron en los tratamientos probados pues el mejorador orgánico contribuyó a su mejor equilibrio.

CUADRO NO 1 ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LA CALICATA DE LA CHINAMPA

PROF. (cm)	SECO	COLOR	HUMEDO	ARE %	LIM %	ARC %	TEXTURA	D.A. g/cc	PORD STDM- TOTAL	H ₂ O % 1:5 1:10 1:5	pH	H ₂ O %	maq/100 g							
													Ca ⁺²	Mg ⁺² Na ⁺ K ⁺						
0-10	2.5 YR 3/0 GRIS OSCURO	2.5 YR 3/0 GRIS MUY OSCURO	34.4 MIGAJON ARCILLOSO	35.6	30.0			0.46	1.95	76.50	7.6	8.1	7.2	6.9	9.62	47.80	40.00	6.00	1.63	0.32
10-20	2.5 YR 4/0 GRIS OSCURO	2.5 YR 2.5/0 NEGRO	39.6 MIGAJON ARCILLOSO	27.8	30.0			0.52	1.91	72.84	7.8	8.2	7.4	7.1	10.28	44.60	36.00	7.00	2.17	0.13
20-30	7.5 YR 5/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGRO	32.6 MIGAJON ARCILLOSO	31.8	35.6			0.49	1.82	73.11	7.8	8.3	7.4	7.1	18.62	43.90	36.00	7.00	2.39	0.13
30-40	7.5 YR 5/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGRO	44.0 MIGAJON ARCILLOSO	24.0	32.0			0.50	1.96	74.57	7.7	8.3	7.6	7.3	7.96	45.00	39.00	8.00	2.39	0.13
40-50	7.5 YR 5/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGRO	34.6 MIGAJON ARCILLOSO	33.6	31.8			0.44	1.99	77.95	7.8	8.3	7.5	7.3	7.96	42.00	30.00	8.00	3.91	0.13
50-60	7.5 YR 5/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGRO	34.6 MIGAJON ARCILLOSO	33.6	31.8			0.47	1.99	76.45	7.6	7.3	7.3	7.1	7.96	41.00	27.00	7.00	5.21	0.13
60-70	7.5 YR 5/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGRO	28.6 MIGAJON ARCILLOSO	31.8	39.6			0.46	2.01	77.18	7.8	8.3	7.2	7.0	8.29	41.00	25.00	12.00	4.23	0.13
70-80	7.5 YR 5/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGRO	32.6 MIGAJON ARCILLOSO	27.8	39.6			0.48	1.94	75.37	7.5	8.2	7.2	7.2	8.62	41.00	31.00	7.00	3.47	0.13
80-90	7.5 YR 5/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGRO	35.6 MIGAJON ARCILLOSO	34.4	30.0			0.42	1.91	78.06	7.2	7.8	7.1	7.2	16.59	41.60	30.00	10.00	3.47	0.13
90-100	7.5 YR 5/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGRO	32.6 MIGAJON ARCILLOSO	35.6	31.8			0.47	1.91	75.16	7.5	7.8	7.2	7.1	17.58	42.60	31.00	10.50	3.04	0.13

NOTA: Los valores dados son una media de 2 valores los rangos de desviación estandar (s) se dan a continuación.

S del % de arena= 2.32-4.08
 S del % de limo= 1.60-4.00
 S del % de ar = 3.22-6.38
 S de la D.A.= 0.01-0.05
 S de la D.R = 0.19-0.34
 S de la Por.-Total=2.35-2.89
 S del pH del H₂O= 0.10-0.40

S de pH con KCl= 0.20-0.10
 S del % de H₂O=0.16-0.60
 S de ClCl= 1.20-4.50
 S de Ca⁺²= 1.60-2.00
 S de Mg⁺²= 1.00-1.80
 S de Na⁺= 0.10-0.50
 S de K⁺= 0.01-0.03

CUADRO Nº 2 EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION DE LA CALICITA DE LA CHIEMAPA

PROF. (cm)	meq/lit					CE mmhas/cc 25°C	pH	PSB	PSE	RAS	RAP	
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻							SO ₄ ⁻²
0-10	24.80	26.00	16.89	0.16	53.00	8.68	10.00	3.09	100.31	3.41	3.35	0.03
10-20	23.60	27.20	16.52	0.14	50.00	8.57	10.00	3.10	101.56	4.86	3.27	0.03
20-30	24.40	21.00	18.69	0.14	50.00	8.70	10.00	3.77	103.69	5.44	3.92	0.03
30-40	25.40	21.40	14.67	0.15	50.00	7.71	10.00	4.34	112.82	7.95	3.03	0.03
40-50	26.40	36.80	20.65	0.11	55.00	8.40	21.00	5.02	100.09	9.30	3.67	0.02
50-60	26.60	32.40	25.00	0.14	55.00	8.68	20.00	5.33	95.95	12.70	4.60	0.02
60-70	28.36	34.80	19.56	0.14	55.50	8.97	20.00	5.22	100.87	10.31	3.48	0.02
70-80	29.16	34.80	17.93	0.14	55.00	8.27	20.00	4.96	101.46	8.46	3.16	0.02
80-90	30.40	39.20	13.04	0.10	55.00	8.12	21.00	3.74	104.80	8.34	2.21	0.02
90-100	21.60	45.20	15.22	0.18	55.00	8.84	20.00	4.31	104.85	7.13	2.63	0.03

NOTA : Los valores dados son una media de 2 determinaciones los rangos de desviación estándar (s) se dan a continuación.

S de Ca⁺² = 1.20-2.30

S de Mg⁺² = 0.80-1.40

S de K = 0.10

S de Cl = 0.0

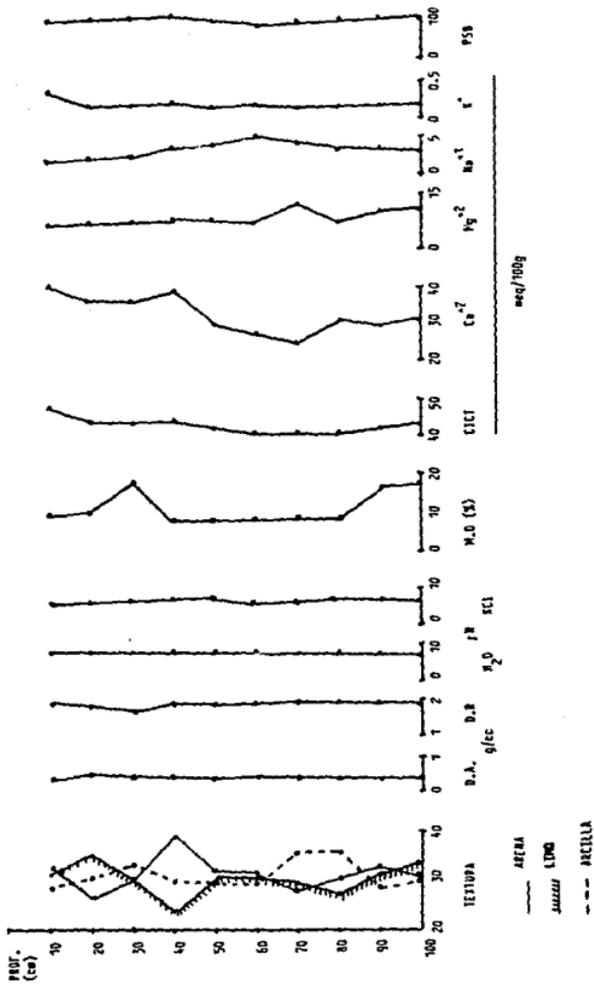
S de SO₄⁻² = 1.30-3.50

S de HCO₃⁻ = 0.0-1.0

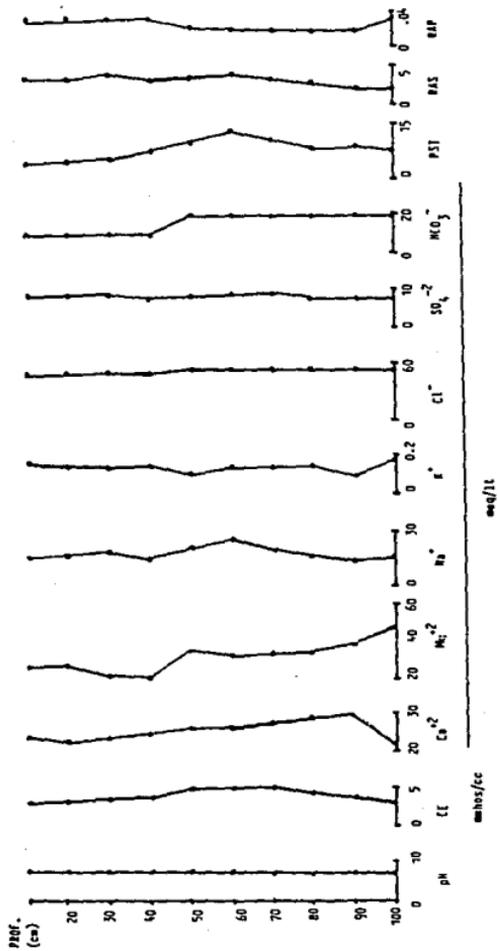
S de C.E. = 0.10-0.50

S de pH = 0.10-0.30

GRAFICA NO. 1 ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LA CALICATA DE LA COLUMBA



GRAFICA NO 2 RESULTADOS DE LA PASTA DE SATURACION DE LA CALICATA



CUADRO Nº 3 ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LOS POZOS PARA FERTILIDAD DE LA CINTAMPA

PROF (cm)	SECO	COLOR	HUMEDO	ARE LIM ARC	TEXTURA	D.A. g/cc	D.P. PORO	SIDAD TOTAL	H ₂ O 1:5	KCl 1:10	pH 1:5	M.O. % 1:10	CICl	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺
PF ₁ 0-20	7.5 YR 4/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGR0	35.6 MIGAJON ARCILLOSO	30.0 34.4	0.49	1.88	73.51	7.8	7.7	7.3	7.3	8.30	45.40	30.00	10.00	3.69	0.32
20-40	7.5 YR 4/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGR0	35.6 MIGAJON ARCILLOSO	30.0 34.40	0.49	1.85	73.62	6.2	8.2	7.7	7.5	8.63	45.00	30.10	8.00	5.54	0.19
PF ₂ 0-20	7.5 YR 4/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGR0	39.6 MIGAJON ARCILLOSO	27.8 32.6	0.47	2.02	76.63	7.8	7.8	7.2	7.2	10.29	42.20	28.00	10.00	2.93	0.25
20-40	7.5 YR 4/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGR0	39.6 MIGAJON ARCILLOSO	27.8 32.6	0.53	2.03	73.70	7.8	8.1	7.3	7.0	8.30	47.60	30.00	11.00	4.78	0.11
PF ₃ 0-20	7.5 YR 4/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGR0	35.6 MIGAJON ARCILLOSO	31.8 32.6	0.50	1.86	73.10	7.5	7.8	7.2	7.3	11.28	46.80	30.00	10.00	4.34	0.70
20-40	7.5 YR 4/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGR0	33.6 MIGAJON ARCILLOSO	31.8 34.6	0.52	1.88	72.20	7.4	7.5	7.2	8.0	11.61	45.00	28.00	10.00	6.08	0.62
PF ₄ 0-20	7.5 YR 4/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGR0	43.6 MIGAJON ARCILLOSO	28.8 27.6	0.48	1.90	74.62	7.8	7.8	7.4	7.3	10.61	44.80	28.00	10.00	2.65	0.65
20-40	7.5 YR 4/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGR0	33.6 MIGAJON ARCILLOSO	31.8 34.6	0.44	2.10	79.04	8.2	8.1	7.2	7.2	7.30	45.20	28.00	12.00	4.02	0.60
PF ₅ 0-20	7.5 YR 4/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGR0	39.6 MIGAJON ARCILLOSO	31.8 28.6	0.53	1.94	72.92	7.5	7.8	7.2	7.4	11.94	45.50	28.00	11.00	5.97	0.45
20-40	7.5 YR 4/0 GRIS	2.5 YR 2.5/0 NEGR0	39.6 MIGAJON ARCILLOSO	27.8 32.6	0.53	1.83	71.24	7.8	7.8	7.3	7.4	9.30	44.20	30.00	11.00	2.82	0.33

NOTA: Los valores dados son una media de 2 determinaciones, los rangos de desviación estandar (s) se dan a continuación:

S de la d.p. = 0.05-0.18 S del % de H₂O = 0.23-0.15
 S del % de arena = 3.15-4.25 S de la CICl = 2.00-3.84
 S del % de limos = 2.15-3.28 S de Ca+2 = 1.50-2.00
 S del % de arcillas = 2.5-3.50 S del pH en KCl = 1.00-2.00
 S de la d.A. = 0.20-0.26 S de Mg+2 = 1.00-2.00

CUADRO No 4. EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION DE LOS POZOS PARA FERTILIDAD DE LA CHIRAMPA

PROF.	mg/lit.		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CE mmhos/cc 25°C	pH	PSB	PSI	RAS	RAP
	Fe ²⁺	Fe ³⁺													
Pf ₁	23.80	21.00	14.89	0.07	50.00	4.27	10.00	4.68	7.5	96.93	8.12	3.15	0.01		
0-20															
20-40	21.00	23.00	12.50	0.28	43.00	6.27	10.00	4.68	7.5	97.17	12.31	2.66	0.06		
Pf ₂	27.00	21.20	13.26	0.96	45.00	7.14	10.00	4.74	7.6	97.25	6.94	2.70	0.19		
0-20															
20-40	26.80	24.02	20.86	0.11	50.00	10.08	10.00	5.10	7.6	96.70	10.04	4.14	0.02		
Pf ₃	27.50	21.40	11.41	0.24	45.00	4.27	10.00	4.68	7.6	96.06	9.27	2.31	0.05		
0-20															
20-40	26.18	21.50	18.47	0.31	45.00	4.80	20.00	4.80	7.8	99.51	13.51	3.77	0.06		
Pf ₄	28.00	21.30	17.60	0.64	50.00	8.07	10.00	4.90	7.5	92.18	5.91	3.55	0.13		
0-20															
20-40	27.90	22.30	22.82	0.09	45.00	4.27	16.00	5.91	7.6	98.71	8.89	4.55	0.02		
Pf ₅	27.60	20.80	15.97	0.56	40.00	6.04	20.00	4.79	7.5	99.82	13.12	3.24	0.12		
0-20															
20-40	28.98	22.98	13.04	0.31	40.00	4.00	20.00	4.79	7.8	99.88	6.38	2.56	0.06		

NOTA : Los valores dados son una media de 2 determinaciones, los rangos de desviación estándar (s) se dan a continuación.

S de Ca²⁺ = 1.50-2.00
 S de Mg²⁺ = 1.00-1.30
 S de Na⁺ = 0.10-0.30
 S de K⁺ = 0.01-0.20
 S de Cl⁻ = 1.00-2.00
 S de SO₄²⁻ = 1.60-2.20
 S de HCO₃⁻ = 1.00-3.00
 S de C.E. = 0.10-0.50
 S de pH = 0.20-0.50

CUADRO No. 5 DETERMINACIONES DE FOSFORO , NITROGENO TOTAL Y CARBONO DE ALGUNAS MUESTRAS EDAFICAS DE LA CHINAMPA

MUESTRA	% NITROGENO	% CARBONO	RELACION C/N	FOSFORO (ppm)
CALICATA 0-10 cm	0.99	5.58	6:1	28.00
CALICATA 10-20 cm	0.84	5.96	7:1	26.00
CALICATA 30-40 cm	0.76	5.48	7:1	25.00
CALICATA 40-50 cm	0.64	4.61	7:1	23.50
CALICATA 60-70 cm	0.57	4.80	8:1	15.50
CALICATA 80-90 cm	0.81	9.62	12:1	40.00
POZO PARA FERTILIDAD No.1 0-20 cm	0.89	4.81	6:1	29.00
POZO PARA FERTILIDAD No.1 20-40 cm	0.72	5.00	7:1	37.50
POZO PARA FERTILIDAD No.4 0-20 cm	0.99	6.15	6:1	29.50
POZO PARA FERTILIDAD No. 4 20-40 cm	0.58	4.23	7:1	33.50

NOTA : Los valores dados son una media de 2 determinaciones , los rangos de desviación estandar (s) se dan a continuación:

S del % de N = 0.10-0.15

S del % de C = 0.30-0.80

S de P = 4.00-6.00

CUADRO NO 6 ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LA MEZCLA DE SUELO

SECO	COLOR HUMEDO	TEXTURA ARE LIM %	D.A. g/cc	D.R	PORO SIDAD TOTAL	pH	H ₂ O 1:5	KCl 1:10	M.O. %	meq/100g						
										Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺ K ⁺				
7.5 YR 5/0	2.5 YR	30.00	34.00	0.48	1.99	75.87	7.6	7.8	7.4	7.2	9.66	48.60	31.00	10.00	5.31	0.13
GRIS	2.5/0	MEZCLAJON ARCILLOSO														
	NEGRO															

CUADRO NO 6A EXTRACTO DE LA PASTA DE SATURACION DE LA MEZCLA DE SUELO

CE mehos/cc	pH	meq/lt			Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	HCO ₃ ⁻	PSB	PSI	RAS	RAP	
		Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺ K ⁺								
4.95	8.20	32.00	27.00	22.93	0.06	50.22	20.40	18.00	99.67	10.92	4.22	0.01

NOTA : Los valores dados son una media de 2 determinaciones, los rangos de desviación estandar se dan a continuación:

- S del % de arena = 2.00
- S del pH en agua = 0.20
- S del pH en KCl = 0.20
- S del % de M.O. = 0.34
- S de la D.A. = 0.04
- S de la O.R. = 0.10
- S de la Por.Total = 2.10
- S del Na+ Interc. = 0.00
- S de K+ Interc. = 0.00
- S de la C.F. = 0.05
- S de la C.I. = 2.60
- S del Ca+2 Interc. = 1.50
- S del Mg+2 Interc. = 1.00
- S de HCO3 = 1.00
- S de Ca+2 Sol. = 1.30
- S de Mg+2 Sol. = 1.20
- S de Na+ Sol. = 0.30
- S de K Sol. = 0.20

CUADRO NO 7 ANALISIS DE LA MEZCLA DESPUES DE APLICAR LAMINA DE LAVADO

meq/lit						CE mmhos/cc	pH	RAS	RAP	
Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²					HCO ₃ ⁻
8.73	2.50	1.14	0.03	3.60	7.10	2.50	1.30	8.00	0.48	0.01

NOTA : Los valores dados son una medida de 2 determinaciones, los rangos de desviación estandar (s) se dan a continuación :

S de Ca⁺² = 0.60

S de Mg⁺² = 0.40

S de Na⁺ = 0.10

S de K⁺ = 0.00

S de Cl⁻ = 0.80

S de SO₄⁻² = 0.30

S de HCO₃⁻ = 0.50

S de C.E. = 0.10

S de pH = 0.00

2. Características del agua de riego

Con la conductividad eléctrica y la RAS la calidad del agua fue C_2S_1 (Cuadro 8), el término C_2 implicó que su uso es poco adecuado en suelos con drenaje deficiente y el término S_1 que se recomienda en cultivos tolerantes al sodio. El riego con agua de esta calidad se considera con baja probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable (Palacios & Aceves, 1970).

Con base a la salinidad potencial (SP) menor a 3 meq lt^{-1} la clase del agua muestreada fue de buena calidad, este último índice estima el efecto de las sales sobre las plantas; la relación de carbono de sodio residual (CSR) menor a 3 meq lt^{-1} también estableció una buena calidad, con el porcentaje de sodio posible (PSP) el cual estima el efecto del sodio sobre el suelo, se pudo apreciar que el agua también fue de buena calidad, pues el cálculo de dicho índice fue menor de 50; con base al contenido de cloruros las muestras de agua analizadas son de carácter condicionado, con un rango de 1 a 2.5 meq lt^{-1} que afecta la sensibilidad del rosal, sin embargo este ión es bastante soluble (Richards, 1985; López, 1980).

Con los índices de SP, PSP, SP, CSR se pudo deducir que el agua del Área de Xochimilco donde se trabajó fue de buena calidad, aunque fue de carácter condicionado por la conductividad eléctrica y el contenido de cloruros; la concentración de sodio, potasio y sulfatos fue mínima y la cantidad de HCO_3 fue de 5 meq lt^{-1} esto dió más de un 50% de la totalidad de los iones analizados, sin embargo también se consideran solubles (Richards, 1985), (Cuadro 8).

CUADRO No. 8 ANALISIS FISICO QUIMICO DE MUESTRAS DE AGUA

No. MUESTRA	pH	CE mhos/cc 25°C	meq/lit					SE	SP	RAS	PSP	CSR	CLASE	
			Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻²							Cl ⁻
1	7.8	0.80	1.00	3.30	0.37	0.01	0.03	5.00	3.20	2.50	0.25	11.56	0.70	C ₃ S ₁
2	8.2	0.83	0.93	3.60	0.37	0.01	0.05	5.00	1.97	1.50	0.24	18.78	0.50	C ₃ S ₁
3	8.1	0.85	0.90	3.10	0.37	0.01	0.03	5.00	1.00	2.00	0.26	37.00	1.00	C ₃ S ₁

NOTA : Los valores dados son una media de 2 determinaciones, los rangos de desviación estandar (s) se dan a continuación

S del pH = 0.10-0.20
 S de la C.E. = 0.10-0.20
 S de Ca⁺² = 0.20-0.40
 S de Mg⁺² = 0.30-0.50
 S de Na⁺ = 0.00

S de K⁺ = 0.00
 S de SO₄⁻² = 0.10
 S de Cl⁻ = 0.20-0.30
 S de HCO₃⁻ = 0.00

3. Características físico-químicas de los mejoradores orgánicos

Seguendo el método de Walkley (1947) se encontró una cantidad más elevada de materia orgánica en el estiércol al igual que de nitrógeno, de carbono, de magnesio y de CICT con respecto a los resultados de composta, la relación C/N fue semejante en ambos mejoradores orgánicos; aunque el contenido de calcio fue mayor en la composta el de sodio y en consecuencia el PSI presentó muy elevadas concentraciones (Cuadro 9), lo cual se relacionó con el menor desarrollo en las plantas de rosal (Cuadros 10-25).

CUADRO NO 9 ANALISIS FISICO QUIMICO DE LOS MEJORADORES ORGANICOS

MUESTRA	pH	M.O. %	% C	% N	C/N	meq/100 g				P	PSI			
						Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺					
COMPOSTIA 7.9	8.0	7.8	7.8	25.08	14.96	1.97	6:1	86.60	73.00	8.00	24.50	21.60	29.00	27.65
ESTIERCOL 7.8	8.0	7.3	7.9	30.60	17.64	2.69	7:1	96.20	50.00	18.00	3.26	13.80	30.00	3.38

NOTA: Los valores dados son una media de 2 determinaciones, los rangos de desviación estandar (s) se dan a continuación :

- S del pH con H₂O = 0.10-0.30
- S el pH con KCl = 0.10
- S del % de M.O. = 0.10-0.40
- S del % de N = 0.20
- S de la CICT = 3.60-4.10

- S de Ca⁺² = 2.00-3.50
- S de Mg⁺² = 1.20-1.60
- S del Na⁺ = 0.30-0.50
- S de K⁺ = 0.10
- S de P = 1.00-2.50

4. Características fenológicas y de crecimiento

A. Longitud del tallo

El obtener flores con tallos más largos favorece una mayor incidencia de luz la cual estimula un mayor número de yemas y la producción de más flores; además la longitud del tallo es una característica utilizada durante la comercialización de rosas, las de tallo largo (66 cm) son consideradas de mejor calidad que las de tallo corto (40 cm) o mediano (56 cm); sin embargo se consumen más las de tallo corto por su menor costo en el mercado (Zieslin, 1981; Prince et al, 1980).

Durante la primera, la tercera y la cuarta floración (Cuadros 10, 19 y 23) se encontró que la longitud del tallo en los tratamientos sin lámina de lavado no alcanzó los 40 cm, por lo tanto si se utilizaran como flores de corte no serían de talla comercial.

Al aplicar una lámina de lavado se alcanzó el límite para tallos cortos, en tratamientos con 2 láminas de lavado las longitudes fueron mayores oscilando entre los 50 cm, por lo tanto se consideraron flores de calidad comercial (Fotografías No.2 y 3).

En el tratamiento a₄b₂ (27% de estiércol + 2 láminas de lavado) de la segunda floración y el a₂b₂ (19% de estiércol + 2 láminas de lavado) de la cuarta floración, se alcanzaron longitudes para tallos medianos (mayores de 56 cm); en el resto de los tratamientos a base de estiércol siempre se alcanzaron longitudes superiores a los 40 cm, mientras que en los de composta solo se alcanzó durante la primera floración y en los tratamientos a dosis de 9% en la tercera y cuarta floración (Cuadros 10, 15, 19, 23).

Además del efecto de las láminas de lavado y los mejoradores orgánicos el tamaño de tallo en centímetros fue muy semejante en la primera, tercera y cuarta floración debido a la época del año en que se presentaron; la primera y la cuarta fueron en verano y la tercera en primavera, por consiguiente las condiciones de temperatura y fotoperíodo fueron parecidas, caso que no se presentó en la segunda floración (Cuadro 15) la cual ocurrió durante el período invernal; en consecuencia la longitud del tallo de todas las parcelas fue menor con respecto al resto de las floraciones (Cuadro 10, 19 y 23), la menor duración de los días influyó en el desarrollo de la planta probablemente debido a la tasa fotosintética, con lo que se promovió una diferencia en la producción de azúcares y nutrientes aprovechables. La longitud promedio que se alcanzó durante la segunda floración para la parcela con 2 láminas de lavado fue casi igual a la parcela sin lámina de lavado de las otras floraciones.

En la gran mayoría de los tratamientos en todas las floraciones se presentó una mayor longitud a mayor número de láminas de lavado, en las 3 últimas hubo diferencia estadística entre la parcela con 1 lámina de lavado y la parcela con 2 láminas de lavado; también se apreció una diferencia de casi 10 cm de los tratamientos con 2 láminas de lavado con respecto al testigo sin lámina de lavado (Cuadros 15, 19 y 23).

La recuperación de un suelo calino aplicando láminas de lavado ha sido reportado en numerosas ocasiones ya que el uso de ellas solubiliza sales de calcio, sodio, potasio, magnesio, cloruros, sulfatos; en cultivos de rocal, son más eficientes las láminas de riego que el goteo o aspersión ya que se produce un mayor crecimiento en sus tallos (Post & Seeley, 1946; Acevos, 1979).

Los resultados encontrados en la longitud del tallo durante las 4 floraciones evidenciaron una diferencia significativa entre tratamientos con lámina de lavado y sin lámina de lavado, ya que fue mayor en los primeros (Cuadros 10, 15, 19, 23); esto fue debido a la gran sensibilidad del rosal a concentraciones de sales, las cuales se encontraron en mayor cantidad en tratamientos sin lámina de lavado, mientras que con láminas de lavado se eliminaron o lavaron cloruros y sodio (Cuadro 28).

La salinidad impide el crecimiento de una planta, lo cual se explica porque se afecta su metabolismo o fisiología, debido principalmente a su incapacidad de tomar agua así como a la disponibilidad de nutrientes, se han reportado varios casos en que se reduce la longitud de los tallos ya que existe una deficiente formación de azúcares y reservas, por todo esto se consideró que la mejor respuesta de rosal fue un efecto de la aplicación de láminas de lavado (López, 1980; Shrock & Hannan, 1981).

Estadísticamente el efecto de los mejoradores orgánicos sobre la longitud del tallo se empezó a observar a partir de la segunda floración, existiendo una respuesta más favorable en los tratamientos con 18 y 27% de estiércol (a₂ y a₄); esto se atribuyó al equilibrio alcanzado entre el proceso de humificación y mineralización, pues facilitó la disponibilidad de nutrientes, además de que la mayor concentración de materia orgánica promovió una mayor permeabilidad e infiltración de agua, por lo tanto esta última fue más disponible para la planta.

Otro factor que pudo haber influido aunque desgraciadamente no se sabe mucho al respecto, fue que las sustancias húmicas estimularon los factores de crecimiento, quizás de carácter hormonal (Frimmel & Christaa, 1988).

Durante la segunda floración el tratamiento de estiércol al 27% (a₄) presentó diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos excepto el a₅, mientras que en la tercera y cuarta floración el tratamiento a₅ tuvo mayor longitud y fue diferente al testigo (a₀) (Fotografía No.3), también los tratamientos de estiércol y composta fueron semejantes estadísticamente a excepción del de composta al 27% (a₃) en la tercera floración; en la cuarta floración el estiércol al 27% fue diferente al testigo y al tratamiento de composta al 27%; estos resultados se justificaron por la mayor concentración de sodio en la composta y por la semejanza en los resultados de espectros visibles y de umbral de coagulación entre todas las dosis de estiércol (Cuadro 9, 26, 27).

Aunque no hubo diferencia significativa en todas las floraciones la longitud del tallo del testigo fue menor que el resto de los tratamientos, excepto el de la composta al 18% en la segunda floración, los tratamientos de composta siempre fueron de tallos menores que los de estiércol, el tratamiento con mayores dosis de composta sin lámina de lavado dió longitudes menores y las dosis más bajas de composta con 2 láminas de lavado dieron mejor desarrollo longitudinal dentro de los tratamientos con composta en la tercera y cuarta floración (Cuadros 10, 15, 19 y 23).

B. Diámetro de la flor

Durante la primera, la tercera y la cuarta floración se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos sin lámina de lavado y los que tuvieron lámina de lavado; el diámetro de la flor de los primeros varió entre los 7 cm y los últimos entre 8 y 9.5 cm.

Para explicar este efecto de las láminas de lavado hay que recurrir a lo ya mencionado, esto se refiere a la disponibilidad de nutrientes propiciada por el equilibrio entre las sales presentes en el suelo, ya que se lavaron los excedentes que pudieron ocasionar toxicidad, esto permitió a las plantas absorber más materiales aprovechables puesto que el rosal es muy sensible a pequeñas concentraciones de sales (Cuadros 11, 16, 20, 24).

Un factor que pudo intervenir en el mayor diámetro de la flor es que el tallo fue más largo en las parcelas con 2 láminas de lavado (Cuadros 10, 15, 19, 23), pues se dice que las flores cortadas de partes más altas en la planta, donde la incidencia de luz es mayor son de mejor calidad debido al índice fotosintético (Zieslin, 1981).

El crecimiento de una flor se debe a la fabricación de azúcares, si la temperatura, nutrientes y agua se encuentran en un nivel óptimo los azúcares y otras reservas tendrán un nivel máximo y la vida de la flor será mayor además de que tendrá una alta calidad (Larson, 1988).

A lo largo del desarrollo experimental los diámetros de la flor oscilaron entre los 7 cm para el testigo, B para los tratamientos de composta y 9 para los de estiércol; durante la primera y cuarta floración hubo una diferencia significativa entre el testigo sin mejorador y los demás tratamientos, el tratamiento con 9% de composta fue estadísticamente diferente al de 9% de estiércol durante la primera y tercera floración, lo cual se atribuyó al mayor porcentaje de materia orgánica y CICT del estiércol (Cuadro 9) y a la mayor cantidad de nutrientes como calcio y potasio, así como a la menor concentración de iones de sodio, cloruros y sulfatos en los tratamientos de estiércol (Cuadro 28).

Los diámetros de la flor en los tratamientos a₃ y a₄ (18 y 27% de estiércol) fueron mayores en todas las floraciones (Fotografía No.3), aunque sólo se presentó diferencia significativa en la segunda floración con respecto al testigo y el resto de tratamientos; esto se justificó por el equilibrio bioquímico alcanzado (Cuadro 26 y 27) así como a la permeabilidad e infiltración y mejores características físico-químicas (Cuadro 28). En la tercera floración los tratamientos con estiércol fueron diferentes estadísticamente a los de composta y el testigo a excepción del tratamiento de composta al 18%. En la cuarta floración todos los tratamientos fueron diferentes al testigo menos el de composta al 27% (Cuadro 20 y 24).

En todas las floraciones los testigos fueron de menor diámetro que las flores de los tratamientos con estiércol, así también en las últimas 3 floraciones los tratamientos con composta al 27% fueron los de diámetros más pequeños y en las 2 últimas floraciones el tratamiento de composta a dosis más bajas fue el de mayor diámetro dentro de los tratamientos de composta cosa semejante a lo ocurrido en las longitudes de tallo (Cuadro 19, 20, 23, 24). Durante la segunda floración que fue más desfavorable (periodo invernal) que las restantes solo se alcanzaron diámetros de 8 a 10 cm en el tratamiento con 27% de estiércol, cosa favorable que se pudiera aprovechar comercialmente pues en la etapa de invierno los tamaños de las flores son más reducidos (Fira, 1985).

Aunque solo se registró estadísticamente durante la primera floración una interacción, se podría establecer que existe entre el efecto de los mejoradores orgánicos y las láminas de lavado, pues el estiércol promovió mayor

permeabilidad e infiltración, lo que permitió a su vez un lavado de sales más eficiente.

C. Días a la floración después de la plantación

Solo se determinó en la primera floración (Cuadro 12), se presentaron diferencias significativas entre las 3 parcelas b_0 (sin lámina de lavado), b_1 (con una lámina de lavado) y b_2 (con 2 láminas de lavado), la floración se presentó primero en la parcela b_2 , después se inició en la parcela b_1 y finalmente en la parcela b_0 . Estos resultados fueron atribuidos al igual que el resto de las respuestas fenológicas a la disponibilidad de nutrientes del suelo para la formación de azúcares y reservas, debido a las condiciones favorables propiciadas por el lavado.

El retraso en la floración de la parcela sin lámina de lavado se atribuyó a que no se alcanzaron los requerimientos para el mejor desarrollo del rosal a un determinado periodo de tiempo, posteriormente la época de lluvias y el riego continuo propiciaron un mejor lavado y desarrollo de las plantas, lo que permitió la floración.

D. Porcentaje de floración

El porcentaje de floración es una variable menos sensible a marcar diferencias entre las concentraciones de mejorador, debido al tipo de evaluación, pues aquí no se tomó en cuenta la calidad de la flor o el tallo de la planta, únicamente se vió si produjo flor o no.

A lo largo del periodo de observación, el porcentaje de floración fue mayor en parcelas con láminas de lavado, por lo tanto se encontró diferencia significativa entre éstas y las parcelas sin lámina de lavado (Cuadros 13,

17, 21 y 25), esto confirmó nuevamente un buen desarrollo de las plantas cuando hay menores concentraciones de sales (Cuadro 28).

Por otro lado el factor humedad que pudiera considerarse como agente causal entre el aumento de porcentaje de floración al igual que la temperatura pues estimulan a las yemas florales, no fueron la causa en la diferencia del porcentaje de floración en el experimento, pues la humedad fue constante en las parcelas ya que se sometieron a iguales características de riego y a la temperatura ambiente de la zona (López, 1980).

En todas las floraciones se presentaron diferencias estadísticas entre los mejoradores orgánicos, durante la primera, el tratamiento con estiércol al 18% fue el de mejor respuesta, aunque no se alcanzó un máximo rendimiento (Cuadro 13), en la segunda el porcentaje de floración fue muy bajo a excepción del que se dió en el tratamiento con 27% de estiércol que fue del 100% (Cuadro 17), esto se atribuyó al corto periodo de luz durante el invierno. Los testigos siempre presentaron menor porcentaje de floración que el resto de tratamientos, mientras que los de estiércol tuvieron mayores porcentajes, los tratamientos de composta al 27% fueron menos favorables, pues durante la segunda, tercera y cuarta floración (Cuadros 13, 17, 21 y 25) dieron los menores porcentajes después del testigo, por ello se diferenciaron estadísticamente del resto de tratamientos, con 27% de estiércol se alcanzó el 100% de floración. Dosis de 9 y 18% de estiércol y la composta al 18% alcanzaron este máximo porcentaje durante la tercera y cuarta floración (Cuadro 21 y 25), sin embargo no se presentaron diferencias estadísticas con respecto a los tratamientos de composta, a excepción de las ya señaladas con el testigo y composta al 27%.

El mayor porcentaje de floración alcanzado durante las 2 últimas floraciones en todos los tratamientos se justificó por el tiempo de incorporación de mejoradores orgánicos, a la óptima adaptación de la planta, al lavado inicial del suelo y al riego continuo que eliminaron las sales existentes en exceso en el suelo y a la época del año en que se presentaron (primavera-verano), pues hubo mayor número de horas luz al día.

Los resultados encontrados en todas las variables de respuesta permitieron definir que se presentó un mejor equilibrio entre humificación y mineralización en tratamientos con mejorador orgánico con respecto al testigo (Cuadros 26, 27 y gráficas 3, 4, 5, 6), así mismo que hubo una ligera diferencia en estos últimos procesos entre tratamientos con estiércol y de composta, por lo cual presentaron un mayor desarrollo los rosales con estiércol.

Probablemente el equilibrio bioquímico intervino en una óptima fisiología de la planta, por lo tanto con la formación de azúcares y reservas, lo que intervino durante la producción de flor, todo esto interactuó con las características físico-químicas que originó el uso del estiércol, dentro de las que se pueden citar mejor aereación, humedad adecuada por buena infiltración-permeabilidad y aumento en disponibilidad de nutrientes para la planta (Kononova, 1982; Buckman & Brady, 1977).

E. Número de plantas que sobrevivieron

El índice de sobrevivencia se tomó como una variable de respuesta debido a que la producción de flores depende de él; sin embargo aquí solo se evaluó si la planta estaba viva o no, por lo tanto es menos sensible que la longitud del tallo o el diámetro de la flor.

Se presentó una diferencia significativa en relación con las láminas de lavado aplicadas (Cuadro 14, 18, 22), en la parcela sin lámina de lavado el número de plantas que no sobrevivieron hasta la primera floración fue mayor, lo cual se justificó porque los rosales recién plantados fueron más sensibles a las concentraciones de sales, esta última fue mayor en tratamientos sin lámina de lavado (Cuadro 28). Cuando los individuos inician su adaptación al medio deben encontrar condiciones óptimas, si esto no ocurre no existe un buen desarrollo.

En las parcelas con lámina de lavado de la primera a la segunda floración perecieron mayor número de plantas (Cuadro 14 y 18), lo cual se justificó por la poda, lo que dió una deshidratación, así como al cambio brusco de temperatura del período de verano al de invierno, esto influyó de acuerdo a la adaptación y vigor de cada una de las plantas. De la segunda a la tercera floración (Cuadro 18 y 22) hubo un menor número de muertes y de la tercera a la cuarta la población se mantuvo constante.

El total de plantas sobrevivientes en el trabajo experimental fue de 211 lo que implicó un 83.73% de sobrevivencia. A lo largo de este período de observación perecieron el 26% de las plantas sembradas en la parcela sin lámina de lavado, el 10.71% de la parcela con una lámina de lavado y el 11.90% de la parcela con 2 láminas de lavado, esto implicó 41 plantas muertas 22 pertenecientes a la parcela sin lámina de lavado, 9 en la parcela con una lámina de lavado y 10 en la parcela con 2 láminas de lavado.

Aunque los tratamientos con estiércol tuvieron más plantas sobrevivientes que los restantes no se detectó diferencia significativa, de un total inicial de 36 plantas por tratamiento sobrevivieron 35 y 34 para los tratamientos con estiércol al 18 y 27% (Cuadro 22).

CUADRO No. 10 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA LONGITUD DEL TALLO DURANTE LA PRIMERA FLORACION (cm)

LÁMINAS DE LAVADO	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}	F _p = 8.73 F _m = 1.69
	MEJORADOR								
b ₀	41.37	37.37	39.66	28.75	36.78	40.99	40.45	37.84 ^a	
b ₁	34.74	38.95	42.99	46.08	42.06	45.49	42.28	41.80 ^a	
b ₂	44.49	34.70	48.90	52.04	43.45	54.54	55.16	47.61 ^b	
\bar{x}	40.20 ^a	37.01 ^a	43.85 ^a	42.29 ^a	40.77 ^a	46.84 ^a	45.96 ^a		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores de la tabla son un promedio de 4 repeticiones ($n = 4$) y cada repetición consta de 3 plantas - F = Valor de F calculado en las parcelas y F_m = Valor de F calculado en el mejorador.

CUADRO No. 11 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL DIAMETRO DE LA FLOR DURANTE LA PRIMERA FLORACION (cm)

LÁMINAS DE LAVADO	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}	F _p = 20.37 F _m = 12.63
	MEJORADOR								
b ₀	6.75	8.44	6.94	7.96	9.53	9.24	8.16	8.14 ^a	
b ₁	1.00	7.67	9.56	8.12	10.35	10.06	9.36	8.01 ^a	
b ₂	7.88	8.50	10.37	9.86	9.34	8.58	9.29	9.12 ^b	
\bar{x}	5.21 ^a	8.20 ^b	8.95 ^{bc}	8.64 ^{bc}	9.74 ^c	9.29 ^{bc}	8.93 ^{bc}		

Tratamientos con distinta literal (a,b,c) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores de la tabla son un promedio de 4 repeticiones ($n = 4$) y cada repetición consta de 3 plantas .

CUADRO No. 12 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS DIAS A LA FLORACION DESPUES DE LA PLANTACION DURANTE LA PRIMERA FLORACION.

LÁMINAS DE LAVADO	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}	F _p = 4.91 F _m = 0.28
	MEJORADORES								
b ₀	116.04	108.95	111.33	117.00	109.00	108.00	104.16	110.64 ^a	
b ₁	138.00	94.00	103.50	84.58	89.91	97.70	97.18	100.69 ^b	
b ₂	104.33	90.33	84.56	87.16	79.00	94.12	93.87	90.48 ^c	
\bar{x}	119.44 ^a	97.76 ^a	99.80 ^a	96.24 ^a	92.63 ^a	99.94 ^a	98.40 ^a		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.05$)
 Los valores reportados son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas.

CUADRO No. 13 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL PORCENTAJE DE FLORACION EN LA PRIMERA FLORACION

LÁMINAS DE LAVADO	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}	F _p = 4.96 F _m = 6.37
	MEJORADOR								
b ₀	66.66	58.33	41.66	16.66	24.99	66.66	58.33	47.61 ^a	
b ₁	8.33	49.99	49.99	74.99	58.33	91.66	66.66	55.94 ^{ab}	
b ₂	49.99	33.33	74.99	74.99	74.99	83.33	83.33	67.85 ^b	
\bar{x}	41.66 ^a	47.21 ^a	55.54 ^a	55.54 ^a	52.77 ^a	80.55 ^b	69.44 ^a		

Tratamientos con distinta literal (a,b,c) difieren significativamente ($p < 0.05$)
 Los valores reportados son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas.

CUADRO No. 14 NÚMERO DE PLANTAS QUE SOBREVIVIERON DURANTE LA PRIMERA FLORACION

LANTINAS DE LAVADO

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	TOTAL	
	MEJORADOR								
b ₀	12	10	8	6	12	12	10	70.00 ^a	F _p = 62.00 F _m = 1.28
b ₁	11	12	12	12	12	12	12	83.00 ^b	
b ₂	12	12	11	12	11	12	12	82.00 ^b	
TOTAL	35 ^a	34 ^a	31 ^a	30 ^a	35 ^a	36 ^a	34 ^a	235.00	

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores reportados son el total de las 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas.

SEGUNDA FLORACION

CUADRO No. 15 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA LONGITUD DEL TALLO DURANTE LA SEGUNDA FLORACION. (cm)

LANTINAS DE LAVADO

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}	
	MEJORADOR								
b ₀	29.65	25.95	24.49	11.16	37.83	39.83	36.74	29.38 ^a	F _p = 6.98 F _m = 4.84
b ₁	28.24	30.16	30.49	43.83	33.74	33.99	45.66	35.15 ^b	
b ₂	33.24	37.74	32.41	41.57	30.49	44.70	58.74	39.84 ^c	
\bar{x}	30.37 ^d	31.28 ^d	29.15 ^d	32.18 ^d	34.02 ^d	39.50 ^{ab}	47.04 ^b		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores del cuadro son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas.

CUADRO No. 16 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL DIAMETRO DE LA FLOR DURANTE LA SEGUNDA FLORACION. (cm)

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}		
	MEJORADOR									
LANTINAS DE LAVADO	b ₀	1.00	2.05	1.60	1.42	3.92	7.98	7.81	3.68 ^a	F _p = 0.86 F _m = 11.08
	b ₁	2.12	1.87	2.86	2.02	2.25	2.27	8.21	3.08 ^a	
	b ₂	2.35	4.12	1.00	4.67	1.40	2.82	9.57	3.70 ^a	
	\bar{x}	1.82 ^a	2.68 ^a	1.82 ^a	2.70 ^a	2.52 ^a	4.35 ^b	8.53 ^c		

Tratamientos con distinta literal (a,b,c) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores de la tabla son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas .

CUADRO No. 17 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL PORCENTAJE DE FLORACION DURANTE LA SEGUNDA FLORACION.

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}		
	MEJORADOR									
LANTINAS DE LAVADO	b ₀	8.30	25.00	25.00	25.00	50.00	50.00	100.00	40.47 ^a	F _p = 6.15 F _m = 8.69
	b ₁	25.00	25.00	50.00	25.00	25.00	50.00	100.00	42.85 ^d	
	b ₂	25.00	50.00	8.30	50.00	25.00	50.00	100.00	44.04 ^b	
	\bar{x}	19.43 ^a	33.33 ^a	27.76 ^a	33.33 ^a	33.33 ^a	50.00 ^a	100.00 ^b		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores del cuadro son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas .

CUADRO No. 18 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL NUMERO DE PLANTAS QUE SOBREVIVIERON DURANTE LA SEGUNDA FLORACION.

LÁMINAS DE LAVADO	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	TOTAL	F _p = 51.00 F _m = 2.80
	MEJORADOR								
b ₀	12.00	9.00	6.00	5.00	10.00	11.00	10.00	63.00 ^a	
b ₁	10.00	10.00	11.00	12.00	11.00	12.00	12.00	78.00 ^b	
b ₂	9.00	11.00	10.00	12.00	9.00	12.00	12.00	75.00 ^b	
\bar{x}	31.00 ^a	30.00 ^a	27.00 ^a	29.00 ^a	30.00 ^a	35.00 ^a	34.00 ^a		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores reportados son el total de las 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas .

TERCERA FLORACION

CUADRO No. 19 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA LONGITUD DEL TALLO DURANTE LA TERCERA FLORACION. (cm)

LÁMINAS DE LAVADO	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}	F _p = 42.98 F _m = 3.86
	MEJORADOR								
b ₀	32.16	33.12	35.45	32.56	41.49	46.99	40.20	38.59 ^a	
b ₁	33.25	40.74	35.16	35.99	47.79	48.33	46.08	41.05 ^b	
b ₂	43.00	50.24	48.87	46.83	47.74	55.04	50.91	48.95 ^c	
\bar{x}	36.14 ^a	41.37 ^{ab}	39.83 ^{ab}	38.47 ^{ab}	45.67 ^{ab}	50.12 ^b	48.42 ^{ab}		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores de la tabla son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas .

CUADRO No. 20 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL DIAMETRO DE LA FLOR DURANTE LA TERCERA FLORACION. (cm)

	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	\bar{x}		
	MEJORADOR									
LÁMINAS DE LAVADO	b_0	5.53	5.06	8.63	2.94	8.20	8.33	8.48	6.73 ^a	$F_p = 28.47$
	b_1	8.77	9.71	9.27	9.52	9.56	9.16	9.65	9.37 ^b	
	b_2	9.28	9.21	9.05	9.62	9.56	9.72	9.62	9.44 ^b	$F_m = 16.13$
	\bar{x}	7.86 ^a	7.99 ^a	8.98 ^b	7.36 ^a	9.11 ^b	9.07 ^b	9.25 ^b		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores de la tabla son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas.

CUADRO No. 21 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL PORCENTAJE DE FLORACION DURANTE LA TERCERA FLORACION.

	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	\bar{x}		
	MEJORADOR									
LÁMINAS DE LAVADO	b_0	25.00	50.00	66.66	33.33	100.00	100.00	100.00	67.85 ^a	$F_p = 8.96$
	b_1	50.00	100.00	100.00	66.66	100.00	100.00	100.00	88.09 ^b	
	b_2	66.66	100.00	100.00	66.66	100.00	100.00	100.00	90.47 ^b	$F_m = 16.54$
	\bar{x}	47.22 ^a	83.33 ^b	88.88 ^b	55.55 ^a	100.00 ^b	100.00 ^b	100.00 ^b		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas.

Cuadro No. 22 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL NUMERO DE PLANTAS QUE SOBREVIVIERON DURANTE LA TERCERA FLORACION.

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	TOTAL		
	MEJORADOR									
LAMINAS DE LAVADO	b ₀	12.00	9.00	6.00	4.00	10.00	11.00	10.00	62.00 ^a	F _p = 48.62
	b ₁	8.00	10.00	10.00	12.00	11.00	12.00	12.00	75.00 ^b	F _m = 1.69
	b ₂	9.00	11.00	10.00	11.00	8.00	12.00	12.00	74.00 ^b	
	TOTAL	29.00 ^a	30.00 ^a	26.00 ^a	27.00 ^a	30.00 ^a	35.00 ^a	34.00 ^a		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores reportados son el total de 4 floraciones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas.

CUARTA FLORACION

CUADRO No. 23 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA LONGITUD DEL TALLO DURANTE LA CUARTA FLORACION. (cm)

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}		
	MEJORADOR									
LAMINAS DE LAVADO	b ₀	30.23	34.02	36.92	31.54	43.02	48.30	48.02	38.80 ^a	F _p = 36.18
	b ₁	31.15	39.69	37.25	36.48	48.66	50.86	49.57	41.95 ^b	F _m = 4.62
	b ₂	44.03	46.98	45.13	43.00	49.26	57.29	53.60	48.47 ^c	
	\bar{x}	35.13 ^a	40.23 ^{ab}	39.63 ^{ab}	37.00 ^a	46.98 ^{ab}	52.15 ^b	50.39 ^b		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores de la tabla son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas .

CUADRO No. 24 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL DIAMETRO DE LA FLOR DURANTE LA CUARTA FLORACION.

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}		
	MEJORADOR									
LANTINAS DE LAVADO	b ₀	5.09	6.10	6.20	5.16	8.06	8.66	8.20	6.78 ^a	f _p = 31.15
	b ₁	6.99	9.72	8.73	8.96	9.58	9.34	9.56	8.98 ^b	
	b ₂	8.40	9.26	9.54	9.12	9.90	10.20	9.86	9.46 ^c	
	\bar{x}	6.82 ^a	8.36 ^{bc}	8.15 ^{bc}	7.74 ^{ab}	9.18 ^c	9.40 ^c	9.20 ^c		

Tratamientos con distinta literal (a,b,c) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores de la tabla son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas .

CUADRO No. 25 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL PORCENTAJE DE FLORACION DURANTE LA CUARTA FLORACION.

	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	\bar{x}		
	MEJORADOR									
LANTINAS DE LAVADO	b ₀	25.00	50.00	100.00	25.00	100.00	100.00	100.00	71.42 ^a	f _p = 8.13
	b ₁	50.00	100.00	100.00	50.00	100.00	100.00	100.00	85.71 ^b	
	b ₂	66.66	100.00	100.00	66.66	100.00	100.00	100.00	88.09 ^b	
	\bar{x}	41.66 ^a	83.33 ^b	100.00 ^b	47.22 ^a	100.00 ^b	100.00 ^b	100.00 ^b		

Tratamientos con distinta literal (a,b) difieren significativamente ($p < 0.01$)
 Los valores del cuadro son un promedio de 4 repeticiones (n=4) y cada repetición consta de 3 plantas .

5. Características de humificación de mejoradores, suelo y tratamientos probados.

Con las propiedades ópticas (absorbancia) se puede establecer el grado de condensación del núcleo aromático de los ácidos húmicos, ya que ciertos valores indican dominancia de cadenas alifáticas o aromáticas, valores más bajos en absorbancia implican compuestos de naturaleza más simple. En lo que se refiere al índice E_4/E_6 se estima que valores cercanos a 3 denotan un alto grado de complejidad en la estructura química; dichos rangos están relacionados con la presencia de núcleos aromáticos, entre mayor se hace esta relación la complejidad de la estructura húmica va disminuyendo, por lo tanto el grado de humificación es menor, valores cercanos a 7 indican poca aromaticidad (Kononova, 1982). Con base a lo expuesto y analizando en el cuadro 26 hubo mayor absorbancia en los AH de la composta, duplicaron el valor de la muestra de estiércol.

En la gráfica 3 se observó una pendiente más acentuada para la curva de la composta; en los índices E_4/E_6 el de composta fue ligeramente mayor que el de estiércol, ambas respuestas fueron opuestas, pues la primera denotó menor aromaticidad en los AH del estiércol y la segunda en los de composta, esto se atribuyó a que los valores de absorbancia del estiércol a longitudes de onda mayores fueron muy bajos; valores reportados del índice E_4/E_6 para AH de estiércol vacuno dieron 7.3 (Inbar et al 1990).

En las muestras de la calicata de 0-10 y de 10-20 cm se observaron valores más altos en la segunda, hubo variantes poco acentuadas a longitud de onda más altos y casi se duplicó su valor a longitudes de onda menores,

por lo tanto hubo mayor aromaticidad en las sustancias hùmicas en la porciòn de 10-20 cm.

Para la mezcla de suelo se obtuvieron valores promedio de las 2 capas superficiales de la calicata, por ello se presentò una curva con pendiente intermedia entre las capas de 0-10 y de 10-20 cm (gràfica 3); de las curvas de los espectros visibles de los mejoradores y la mezcla de suelo, notamos que los primeros fueron de naturaleza mäs alifàtica.

El indice E_4/E_6 indicò mayor aromaticidad en las capas de la calicata y en la mezcla de suelo que los mejoradores orgànicos, con valores cercanos a 3 y en la gràfica 3 se pudo confirmar el grado de complejidad de los AH de la calicata, pues presentaron pendientes mayores que las curvas de estièrcol y composta.

Los valores de absorbancia fueron muy parecidos en todos los tratamientos probados, por lo que dieron una respuesta semejante en las variables fenològicas y de crecimiento analizadas anteriormente. Tambièn se observò que a màmimas dosis de estièrcol hubo mayor absorbancia, esto implicò que incrementò la aromaticidad de los AH, por lo tanto se presentò una pequeña variaciòn entre los procesos de humificaciòn-mineralizaciòn lo que permitiò un òptimo equilibrio bioquímico; esto condujo a un mejor desarrollo en la planta de rosal a mayores dosis, las diferencias con respecto al resto de los tratamientos no fueron muy marcadas.

En tratamientos con composta y estièrcol al 9 y 27% disminuyò la absorbancia conforme aumentò el nùmero de làmimas de lavado aplicadas, sin embargo con estièrcol al 18% la relaciòn fue inversa, pues a medida que se incrementò el nùmero de làmimas de lavado se observò un ligero aumento en absorbancia. Con base en este comportamiento se viò que la mayoría de los tratamientos

con láminas de lavado modificaron los procesos de polimerización y degradación, el equilibrio bioquímico permitió una mayor actividad de los microorganismos la cual se favoreció por las condiciones menos salinas que fue lo que originaron las láminas de lavado y por la agregación de mejoradores orgánicos, ya que se dice que esto puede permitir la utilización de sustancias húmicas de difícil descomposición.

Las gráficas 4, 5 y 6 dieron una forma resumida del cuadro No. 26, entre más acentuada fue la pendiente, la curva trazada presentó mayor absorbancia y por lo tanto reflejó la presencia en los AH de una mayor condensación del núcleo aromático. En las gráficas 4 y 5 el tratamiento con composta al 9% con o sin lámina de lavado presentó una pendiente máxima, por lo tanto confirmó que su condensación tuvo mayor número de estructuras aromáticas en las moléculas de los AH. El tratamiento de 27% de estiércol con y sin lámina de lavado fue el segundo tratamiento en lo que se refiere a mayor pendiente en las gráficas 4, 5 y 6, esto se relacionó con la cantidad de mejorador, este tratamiento dió buenas respuestas en el desarrollo del rosal, por la mayor aereación, permeabilidad y mejor drenaje propiciado por las concentraciones de mejorador, lo que a su vez dió mayor eficiencia al aplicar láminas de lavado, además también quizás intervino el equilibrio alcanzado entre la actividad microbiana y la humificación. Los tratamientos con 9 y 18% de estiércol (Gráficas 4 y 5) dieron pendientes muy parecidas entre sí y con el de 27%, de lo que se dedujo que en los rangos de 9-27% de estiércol no se apreció una diferencia notable en el grado de humificación o polimerización, esto se relacionó con el corto tiempo de incorporación y con las respuestas existentes durante el desarrollo del rosal, sin embargo

se observó cierta tendencia hacia el aumento de aromaticidad en las sustancias húmicas a mayor concentración de estiércol. En la gráfica 6 se apreció que el estiércol al 18% tuvo una pendiente más acentuada, lo cual quizás fue algún efecto de las 2 láminas de lavado aplicadas; el tratamiento de composta al 9% con 2 láminas de lavado presentó un comportamiento opuesto pues disminuyó su pendiente, sin embargo el resto de tratamientos conservaron un comportamiento semejante al encontrado sin lámina de lavado y con una lámina de lavado (Gráfica 4 y 5).

En el índice E_4/E_6 se presentó el valor más bajo en el tratamiento con composta sin lámina de lavado (a_1b_0), se siguió un comportamiento pues el tratamiento de composta y estiércol al 18 y 27% con láminas de lavado tuvo un índice E_4/E_6 mayor, lo que hizo pensar nuevamente que la aromaticidad de los AH se modificó por las láminas de lavado (Cuadro 26), los tratamientos con estiércol al 9% dieron los índices más altos con respecto al resto de los tratamientos, de lo que se dedujo que sus AH tuvieron menor condensación o que hubo menos polimerización.

Entre los resultados de absorbancia de los tratamientos y de la mezcla de suelo se vió que dieron mayor valor los primeros, lo que implicó una pequeña variación en la condensación de los AH a lo largo del periodo de observación, esto lo ratificaron los índices E_4/E_6 tanto del estiércol y la composta como de los tratamientos y la mezcla de suelo; con base a ellos se apreció que en los mejoradores las cadenas fueron predominantemente alifáticas, mientras que en la mezcla de suelo fueron más aromáticas, en los tratamientos se produjo un ligero cambio con respecto a la mezcla de suelo que no pudo ser muy radical debido al tiempo de incorporación, pues el

proceso de humificación es modificable lentamente (Kononova, 1982).

De cualquier manera hubo una pequeña variación en los tratamientos analizados, quizás el mezclar estiércol con suelo de chinampa promovió un equilibrio bioquímico, pues se combinaron compuestos de diferente complejidad (estiércol y humus del suelo), la adición de estiércol al suelo dió mayor disponibilidad de compuestos orgánicos, por lo tanto los microorganismos existentes en el suelo pudieron utilizar sustancias húmicas de difícil descomposición, esto mejoró el aporte de nutrientes y la amortiguación en el suelo, además el estiércol contribuyó a una mayor diversidad de microorganismos (Kononova, 1982).

Los espectros visibles indican la relación entre las estructuras de tipo aromático y alifático de las moléculas húmicas, se sabe que el grado de dispersión tiene relación con el carácter hidrofóbico-hidrofílico de las moléculas estructurales, la naturaleza hidrofílica implica predominio de estructuras alifáticas, por lo tanto menor dispersión; el grado de dispersión de los AH esta determinado por la concentración de electrolitos, por ejemplo con CaCl_2 que es una sustancia coagulante, si los componentes son de naturaleza más simple se coagulan o precipitan menos con los electrolitos, una mayor concentración de CaCl_2 da una mayor floculación (Kononova, 1961).

La capacidad de coagulación o precipitación es característica de los AH, sin embargo existe discusión sobre esto, pues se dice que ciertos AF adquieren esta propiedad, con lo que se deduce que existen formas intermedias entre los AH y los AF. La floculación incompleta nos indica una disminución de estructuras aromáticas que se manifestó en todos los tubos empleados

para estiércol; se presentó una floculación semejante entre la mezcla de suelo y la calicata y contrastante con la de composta y estiércol (Cuadro 27), lo que implicó predominancia de cadenas alifáticas en los mejoradores orgánicos, mientras que la mezcla y la calicata fueron de naturaleza más aromática, dichos resultados concordaron con los espectros visibles (Gráficas 3, 4, 5 y 6). En los tratamientos se vió que la incorporación de estiércol modificó en cierta medida la polimerización a lo largo de este año y medio de observación, pues en la mezcla de suelo se obtuvo floculación a menores concentraciones que en los tratamientos a excepción del de composta.

El aumento en la concentración de CaCl_2 durante la floculación de las muestras de estiércol se debió a un ligero incremento de cadenas alifáticas con respecto a la mezcla de suelo por la adición de mejorador orgánico, esto lo confirmaron los datos que se obtuvieron para el estiércol donde no hubo floculación completa a ninguna concentración.

Los tratamientos que más variaron en el umbral de coagulación fueron los de estiércol al 9% pues dieron floculaciones a concentraciones más altas de CaCl_2 , estos resultados se relacionaron con los datos de absorbancia e índices E_4/E_{60} , pues todos en conjunto denotaron un carácter más alifático en su estructura que el resto de los tratamientos. Las dosis de estiércol al 18 y 27% modificaron de forma muy parecida la humificación, pues la concentración de CaCl_2 a la cual flocularon las muestras fue igual, esto también se hizo evidente con las propiedades ópticas e índice E_4/E_{60} . Los tratamientos con composta no influyeron el grado de humificación de la muestra, únicamente el tratamiento con 2 láminas de lavado lo modificó ligeramente (Cuadro 26 y 27).

Con el umbral de coagulación los tratamientos con 2 láminas de lavado tuvieron un ligero aumento de cadenas alifáticas, al igual que en los tratamientos al 9% de estiércol con una lámina de lavado, esto varió de acuerdo con lo encontrado en los espectros visibles e índices E_{λ}/E_{λ} los cuales implicaron menor aromaticidad en los AH cuando se aplicaron láminas de lavado (Cuadro 26 y 27).

De todo esto se pudo deducir que la composta influyó menos sobre la polimerización que el estiércol, éste último además dió una mejor respuesta en el desarrollo del rosal (Cuadros 10-25) lo que se consideró una consecuencia del equilibrio bioquímico alcanzado, éste a su vez se relacionó con el lavado de sales (Cuadro 28), pues a mejores condiciones en el suelo mayor actividad biológica, por lo tanto ciclos biogeoquímicos óptimos y buen desarrollo vegetal.

En los resultados de carbono se encontraron porcentajes más bajos en la calicata y en la mezcla de suelo, en estiércol y composta los porcentajes fueron más altos, en los tratamientos fue mayor que el inicial en la mezcla de suelo debido a la cantidad de mejorador agregado, siendo más alto el contenido en los tratamientos con estiércol, tanto con una lámina de lavado como con 2 láminas de lavado (Cuadro 27).

El porcentaje de nitrógeno (0.51 a 0.80) de todos los tratamientos fue muy semejante, por eso hubo diferentes relaciones C/N. Con estiércol al 9% la relación fue más alta, lo cual se explicó por su menor porcentaje de nitrógeno, esto da una probabilidad menor de conservar la materia orgánica, pues hay una mayor competencia de los microorganismos por el nitrógeno cuando este es menor y llega un momento en que las plantas no disponen de este nutriente lo que llega a deteriorar su desarrollo (Buckman & Brady, 1977).

Los tratamientos con mejor relación C/N (11-15) fueron los de estiércol al 18 y 27%, pues se conservaron dentro de un rango de equilibrio humificación-mineralización frecuente en la capa superficial de un suelo cultivado, esto favoreció el desarrollo de las plantas y la conservación de materia orgánica. Algunos de los tratamientos con composta dieron relaciones semejantes C/N, sin embargo su porcentaje de nitrógeno fue menor al igual que el de carbono.

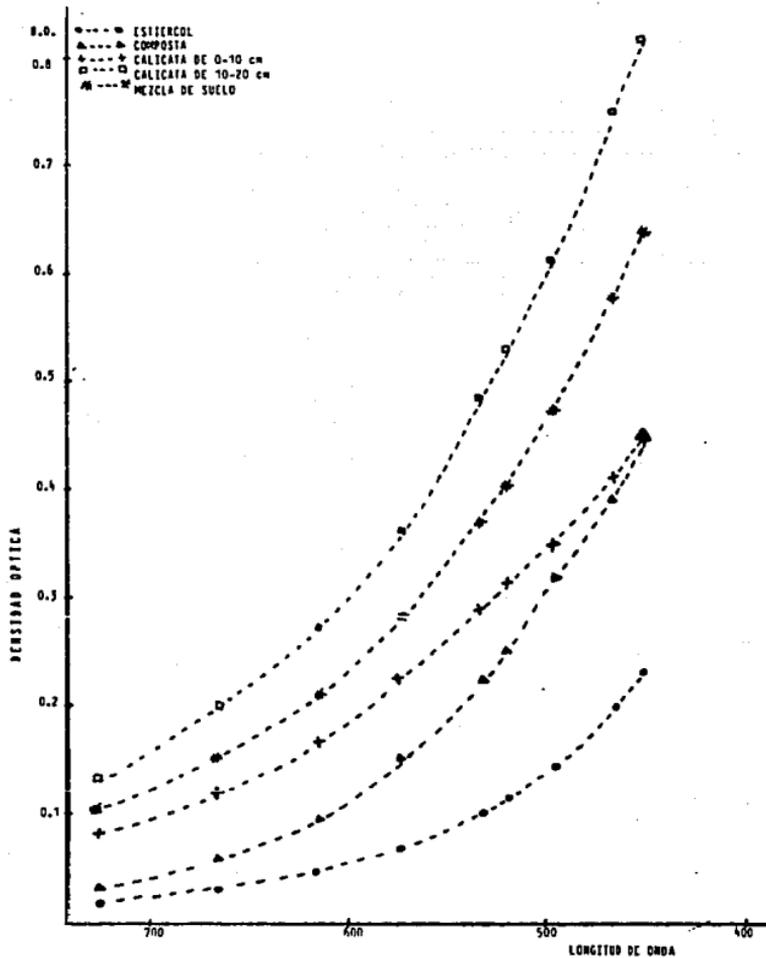
El tratamiento $a_{0.2}$ conservó casi igual el porcentaje de nitrógeno que el encontrado al inicio en la mezcla de suelo, esto indicó mayor estabilidad del equilibrio humificación-mineralización, lo cual quizás promovió el desarrollo de las sustancias húmicas que estimularon los factores de crecimiento de carácter hormonal, por lo tanto fue el tratamiento más recomendado en lo que se refiere a conservación de la materia orgánica y también por las respuestas encontradas en las diferentes floraciones analizadas (Cuadro 10-25).

Harada e Inoko (1980) señalaron la existencia de un óptimo grado de humificación cuando disminuyó la relación C/N y aumentó el índice CICT/C, esto no se presentó de una manera clara en los tratamientos, pues tanto el tratamiento con relación C/N más alta como los de menor presentaron un índice CICT/C muy semejante (Cuadro 27).

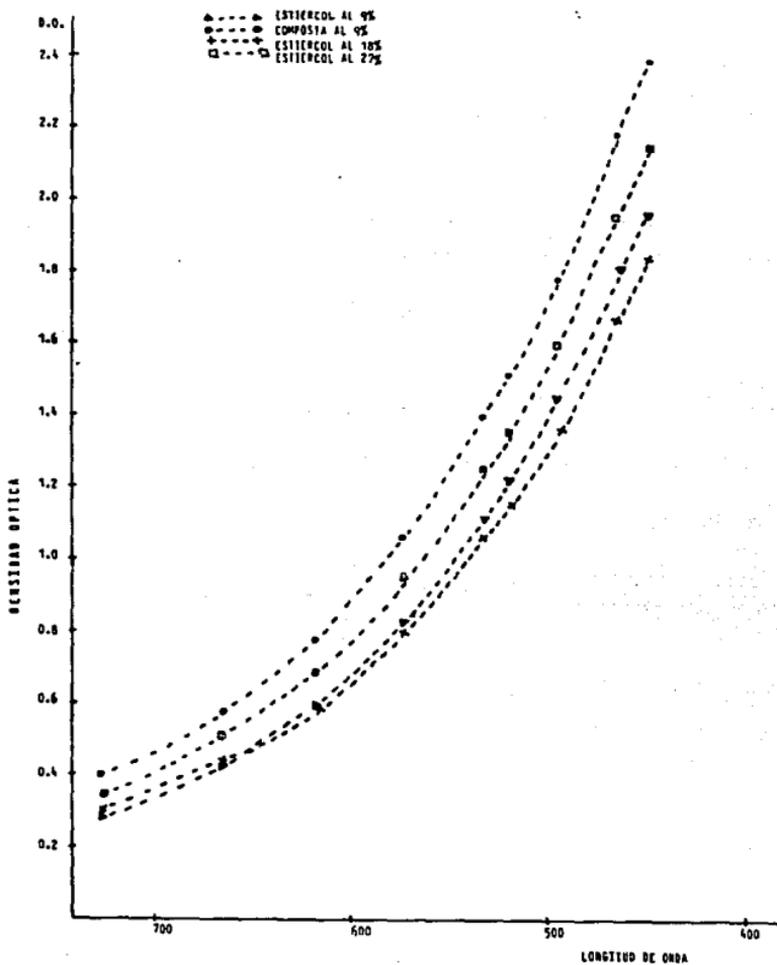
CUADRO No. 26 ESPECTROS VISIBLES DE MUESTRAS EDAFICAS Y DE LOS TRATAMIENTOS PROBADOS (ABSORBANCIA MEDIDA EN ESPECTROFOTOMETRO)

LONGITUD DE ONDA	ESTIERCOL COMPOSTA C 0-10 cm		C 10-20 cm		MEZCLA SUELO		TRATAMIENTOS														
	E_1/E_6	E_1/E_5	$a_{1,0}$	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,0}$	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,0}$	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{2,0}$	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{3,0}$	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{4,0}$	$a_{4,1}$	$a_{4,2}$	
726	0.016	0.030	0.074	0.134	0.102	0.40	0.375	0.286	0.28	0.268	0.250	0.296	0.29	0.382	0.315	0.30	0.298				
665	0.028	0.054	0.109	0.202	0.151	0.587	0.556	0.427	0.424	0.406	0.373	0.436	0.437	0.513	0.512	0.447	0.431				
619	0.042	0.086	0.150	0.271	0.207	0.788	0.757	0.582	0.589	0.562	0.519	0.591	0.596	0.748	0.698	0.612	0.607				
574	0.063	0.136	0.203	0.368	0.281	1.066	1.035	0.791	0.830	0.778	0.703	0.803	0.813	1.019	0.954	0.834	0.831				
533	0.092	0.202	0.262	0.481	0.367	1.390	1.368	1.048	1.109	1.037	0.929	1.060	1.080	1.325	1.249	1.108	1.094				
520	0.103	0.228	0.283	0.523	0.399	1.515	1.495	1.140	1.220	1.132	1.016	1.154	1.179	1.442	1.357	1.210	1.194				
496	0.130	0.287	0.331	0.611	0.468	1.775	1.756	1.346	1.449	1.337	1.190	1.356	1.391	1.687	1.590	1.431	1.400				
465	0.180	0.385	0.409	0.749	0.574	2.178	2.159	1.670	1.807	1.656	1.492	1.670	1.724	2.076	1.954	1.768	1.738				
450	0.210	0.445	0.445	0.823	0.633	2.384	2.360	1.848	1.947	1.832	1.646	1.842	1.905	2.268	2.150	1.959	1.985				
E_1/E_6	6.42	7.12	3.75	3.70	3.80	3.71	3.88	3.91	4.26	4.078	4.00	3.83	3.945	4.046	3.816	3.955	4.032				
E_1/E_5	2.03	1.95	1.57	1.57	1.58	1.573	1.578	1.62	1.63	1.618	1.62	1.594	1.615	1.578	1.58	1.619	1.662				

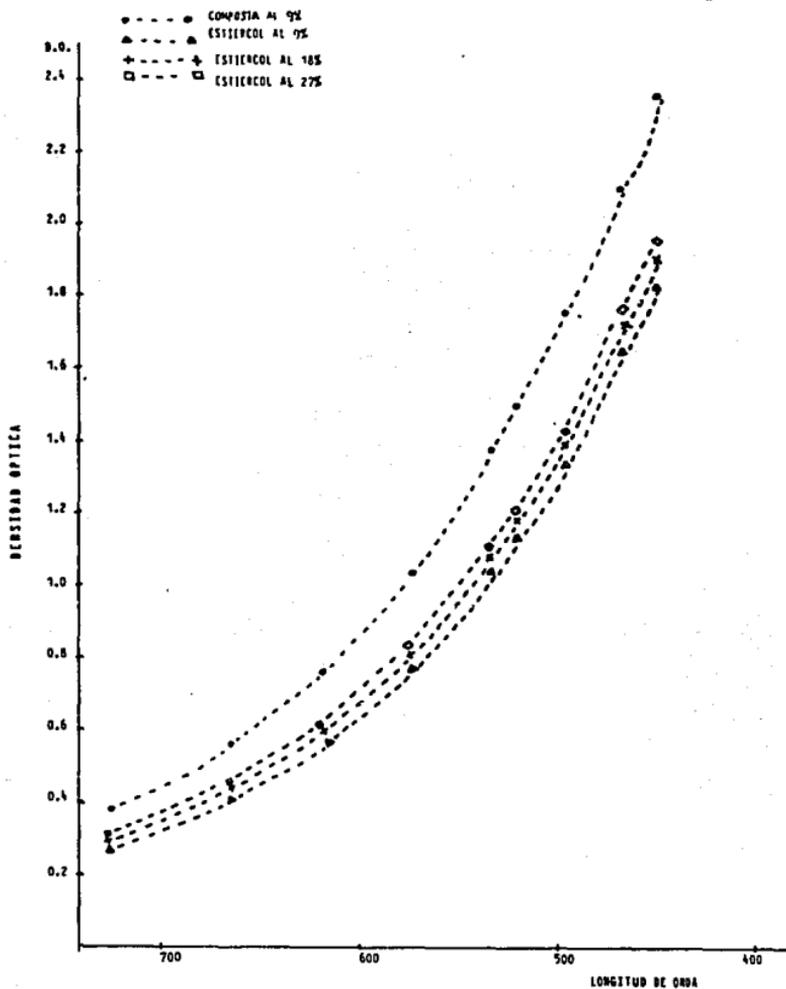
GRAFICA Nº 3 ESPECTROS VISIBLES DE LA MEZCLA DE SUELO DE LOS MEJORADORES ORGANICOS Y DE ALGUNAS CAPAS DE LA CALICATA.



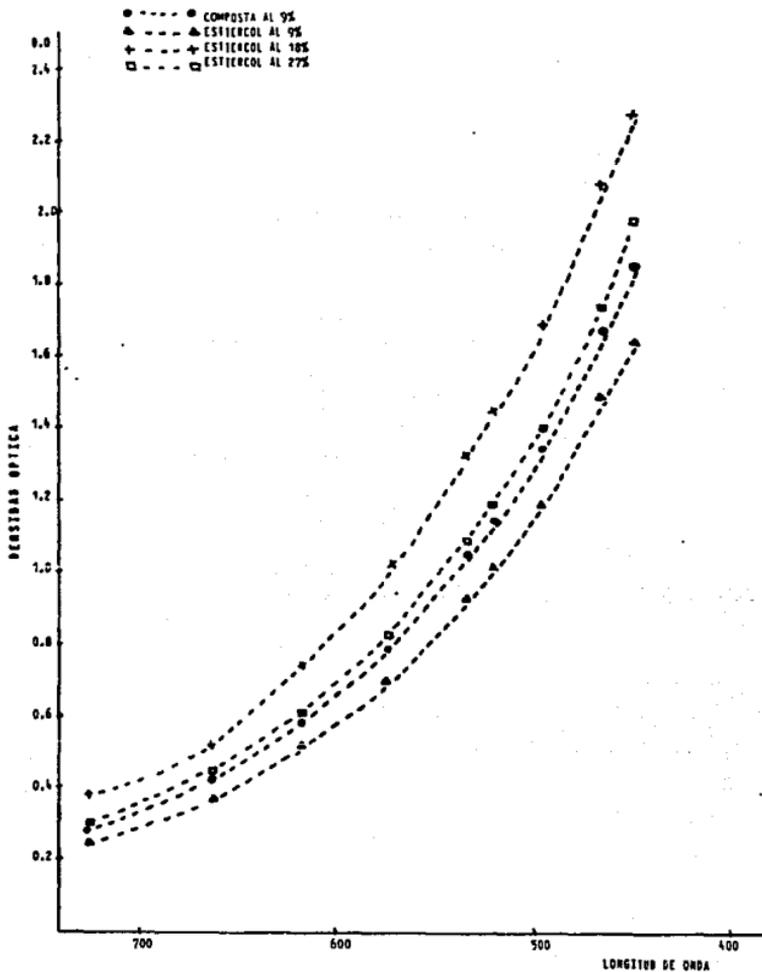
GRAFICA Nº 4 ESPECTROS VISIBLES DE LOS TRATAMIENTOS SIN LAMINA DE LAVADO



GRAFICA Nº 5 ESPECTROS VISIBLES DE LOS TRATAMIENTOS CON UNA LAMINA DE LAVADO



GRAFICA Nº 6 ESPECTROS VISIBLES DE LOS TRATAMIENTOS CON 2 LAMINAS DE LAVADO.



CUADRO No. 27 UMBRAL DE COAGULACION DE MUESTRAS EDAFICAS Y DE LOS TRATAMIENTOS PRBADOS

MUESTRA	meq CaCl ₂ /lt Soluc. de Humato	% C	% N	C/N	C/CT	C/CT/C
					meq/100 g	meq/100 g
ESTIERCO	NO SE PRESENTO FLOCULACION COMPLETA	17.27	2.65	6:1	46.20	2.67
COMPOSTA	0.1750	14.63	2.00	7:1	36.60	2.50
CALICATA 0-10 cm	0.0375	5.58	0.99	6:1	47.80	8.56
CALICATA 10-20 cm	0.0500	5.96	0.84	7:1	44.60	7.48
MEZCLA DE SUELO	0.0375	5.62	0.77	7:1	61.60	10.96
a ₁ b ₁	0.0375	7.26	0.58	12:1	61.80	8.51
a ₁ b ₁	0.0375	7.60	0.54	14:1	64.60	8.50
a ₁ b ₂	0.0500	9.94	0.61	16:1	61.00	6.13
a ₁ b ₂	0.0500	9.63	0.51	18:1	67.60	7.01
a ₁ b ₀	0.0625	10.26	0.53	18:1	67.00	6.53
a ₄ b ₁	0.0750	11.12	0.62	17:1	63.00	5.66
a ₄ b ₂	0.0500	9.09	0.80	11:1	64.20	7.06
a ₅ b ₀	0.0500	9.58	0.68	14:1	68.00	7.09
a ₅ b ₁	0.0625	10.50	0.76	13:1	68.40	6.51
a ₅ b ₂	0.0500	10.01	0.64	15:1	67.60	6.75
a ₆ b ₀	0.0500	9.29	0.60	15:1	72.20	7.77
a ₆ b ₁	0.0625	10.68	0.67	15:1	73.40	6.87
a ₆ b ₂						

6. Características físico-químicas de los tratamientos

Los resultados químicos finales de los tratamientos analizados presentaron valores muy parecidos entre ellos, con diferencias mínimas que seguramente fueron parte de lo que influyó en el desarrollo del rosal, estos se relacionaron con el mejorador, la dosis y con las láminas de lavado aplicadas.

En la CICT el valor más bajo se presentó en tratamientos con composta, mientras que con estiércol aumentó en relación directa a su concentración, lo cual se explicó porque el estiércol tuvo mayor CICT (Cuadro 9 y 2B), cuando se comparó con la CICT inicial de la mezcla de suelo (Cuadro 6), se observó que hubo un ligero aumento, lo cual se atribuyó al mayor número de sitios de intercambio; también hubo un pequeño efecto de la lámina de lavado sobre la CICT, pues se observó que los valores encontrados en los tratamientos a_4 , a_5 y a_6 se incrementaron conforme aumentó el número de láminas de lavado aplicadas, sin embargo con composta las láminas de lavado tuvieron un comportamiento irregular (Cuadro 2B).

El calcio intercambiable también presentó una relación directamente proporcional a la concentración de estiércol excepto en la dosis más alta y al número de láminas de lavado, pues se presentó un valor más elevado a dosis de 18% de mejorador y a mayor número de láminas de lavado aplicadas, los valores de calcio en la mayoría de los tratamientos fueron más altos que los de la mezcla de suelo (Cuadros 6 y 2B).

El magnesio intercambiable fue mayor en los tratamientos con estiércol al 27% (a_6), también se dió un aumento conforme se aplicaron más láminas de lavado, la composta sin lámina de lavado presentó el valor más bajo, los

valores de magnesio intercambiable de todos los tratamientos fueron mayores a los de la mezcla de suelo (Cuadro 6 y 2B).

El potasio intercambiable siguió el mismo comportamiento que los cationes anteriores, pues su valor se incrementó conforme aumentó la concentración de estiércol y las láminas de lavado, sin embargo hubo valores más altos en tratamientos con 1 lámina de lavado que con 2, también se encontraron valores más bajos con composta, esto se explicó por la concentración más baja de mejorador, los valores de potasio en los tratamientos fueron mayores que los de la mezcla de suelo (Cuadro 6 y 2B).

El sodio intercambiable disminuyó ligeramente al compararse con la mezcla de suelo, las concentraciones más elevadas se encontraron en los tratamientos sin lámina de lavado, hubo una mayor cantidad en los de composta; las muestras con 1 y 2 láminas de lavado tuvieron una cantidad menor de sodio, por lo tanto esta ion disminuyó a medida que aumentó el número de láminas de lavado aplicadas, los valores más bajos se encontraron en los tratamientos con 2 láminas de lavado; otra relación que se obtuvo fue que a medida que aumentó la dosis de estiércol disminuyó la concentración de sodio (Cuadro 2B y 6).

Los valores de pH en los tratamientos sin lámina de lavado fueron mayores que con lámina de lavado, el valor más alto se presentó a dosis de 9% de composta sin lámina de lavado y el menor se obtuvo para el estiércol al 9% con 2 láminas de lavado donde se alcanzó la neutralidad. En todos los tratamientos se apreció una ligera disminución en los valores de pH a medida que aumentó el número de láminas de lavado, así por ejemplo el tratamiento de composta sin lámina de lavado tuvo un valor más alto que la misma dosis de composta pero con

una lámina de lavado y este tratamiento a su vez tuvo un rango mayor que la composta con 2 láminas de lavado. A dosis mayores de estiércol los valores de pH fueron más altos; al compararse con la mezcla de suelo se vió que el valor del pH disminuyó casi una unidad en la mayoría de los tratamientos, lo cual se atribuyó a la capacidad amortiguadora de materia orgánica agregada como mejorador y a la disminución en la concentración de sales solubles por el lavado, sin embargo fue semejante en los tratamientos sin lámina de lavado y mayor en el de composta sin lámina de lavado (Cuadro 6 y 2B).

El calcio soluble presentó la misma tendencia que el intercambiable, pues a medida que aumentó la dosis de estiércol y el número de láminas de lavado incrementó la concentración de calcio, los valores más altos se presentaron en los tratamientos de estiércol con 2 láminas de lavado; la composta sin lámina de lavado fue el tratamiento que tuvo menos calcio soluble (Cuadro 2B).

El magnesio soluble fue menor en los tratamientos con 2 láminas de lavado y mayor sin lámina de lavado, debido a que la lámina de lavado lixivió a este; en todos los tratamientos de estiércol aumentó la concentración a medida que se incrementó la dosis de mejorador excepto en el a₄b₂.

El calcio y magnesio solubles de los tratamientos fueron menores con respecto a la mezcla de suelo, sin embargo los valores estuvieron más concentrados que los encontrados en la mezcla de suelo en la que se aplicó lámina de lavado, lo cual se debió al contenido de estas iones en el mejorador orgánico (Cuadro 6, 7, 9 y 2B).

Hubo mínimas diferencias de potasio soluble entre los tratamientos, aumentó a medida que incrementó la dosis de estiércol y también con el número de láminas de lavado, por ejemplo el valor del tratamiento con estiércol al 18%

sin lámina de lavado fue menor al de estiércol al 18% con 2 láminas de lavado, este ión aumentó con respecto a su concentración en la mezcla de suelo (Cuadro 6A y 2B).

El sodio coluble fue mayor en los tratamientos sin lámina de lavado en especial con composta y los valores más bajos se encontraron con 2 láminas de lavado, también se apreció un ligero aumento de sodio a medida que se incrementó la concentración de estiércol, en general la lámina de lavado tuvo un efecto benéfico ya que este ión disminuyó con respecto al contenido de la mezcla de suelo.

Los cloruros disminuyeron notablemente en los tratamientos, esto se explicó por su solubilidad en agua, por lo tanto su lixiviación se debió tanto al riego como a las láminas de lavado aplicadas, su concentración fue mayor sin lámina de lavado y menor con 2 láminas de lavado; los cloruros estuvieron más concentrados en los tratamientos de composta (Cuadro 2B).

Aunque hubo una diferencia menos marcada por su menor solubilidad los sulfatos y bicarbonatos se comportaron igual que el resto de iones, pues la concentración fue mayor en los tratamientos sin lámina de lavado y menor con lámina de lavado, sus valores fueron inferiores a los de la mezcla de suelo (Cuadro 2B).

El PSI en todos los tratamientos fue menor que en la mezcla de suelo, los índices más bajos se presentaron con estiércol al 18 y 27% con 2 láminas de lavado, también a medida que aumentó la concentración de estiércol disminuyó el PSI (Cuadro 2B).

En la RAS los tratamientos con lámina de lavado presentaron los índices más bajos excepto el de composta y sin lámina de lavado fueron más altos.

Al comparar este índice con la mezcla de suelo, éste fue menor en todos los tratamientos excepto al de composta sin lámina de lavado (Cuadro 6A y 2B).

La RAP fue bastante homogénea en todos los tratamientos, se encontró un mayor índice en las dosis más altas de estiércol y a medida que aumentaron las láminas de lavado aplicadas, excepto con composta donde el comportamiento fue inverso.

El PSB fue más bajo en los tratamientos de composta y mayor con estiércol al 9 y 18%; los de estiércol al 27% presentaron un PSB más alto que los de composta, pero fueron más bajos que las menores dosis de estiércol; a lo largo de la dosis de 27 y 18% se observó una disminución del PSB al aplicar láminas de lavado, sin embargo para las dosis más bajas de estiércol se vió un comportamiento irregular. En todos los tratamientos el PSB fue alto, lo que implicó riqueza de nutrientes, el porcentaje mayor de 100% se atribuyó a la técnica, pues se pudieron determinar iones solubles junto con los intercambiables (Cuadro 2B).

La CE en todos los tratamientos con lámina de lavado fue cercana a 2 mmhos/cc, por lo tanto entró dentro de los requerimientos para un óptimo desarrollo de rosal, los menores valores se encontraron con 2 láminas de lavado, los rangos más altos estuvieron en tratamientos sin lámina de lavado y en especial con composta (Cuadro 2B).

Una explicación a lo que ocurrió en todos los tratamientos fue que la lámina de lavado desplazó los iones más solubles en especial sodio, cloruros y bicarbonatos, por lo tanto la eficiencia en el lavado fue mayor cuando se aplicaron 2 láminas de lavado, esto se vió reflejado en el desarrollo del rosal. En los resultados de los tratamientos se vió que hubo más calcio y potasio intercambiable que en la mezcla de suelo,

debido a la agregación de estiércol y composta, los cuales incorporaron estos iones en primer lugar a la solución del suelo y debido a la relación y su influencia con el complejo de cambio, este último permitió la entrada de dichos iones para mantener un equilibrio. El que hubiera más iones intercambiables (Ca^{+2} , K^{+1}) en los tratamientos se debió a que la lámina de lavado aplicada permitió la solubilidad de más iones los cuales saturaron la solución del suelo con iones solubles, ésta automáticamente intercambia dichos iones con el complejo de cambio.

Lógicamente la presencia de estiércol a dosis más elevadas originó una mayor concentración de iones potasio; los resultados manifestaron efecto a las láminas de lavado aplicadas y al uso del tipo y diferentes dosis de mejorador.

En lo que se refirió a las características alcanzadas en los tratamientos y su compatibilidad con los requerimientos bibliográficos encontrados para rosal, se vió que el contenido de potasio en los tratamientos de estiércol al 27% alcanzaron la cantidad óptima, con 18% se acercaron a los índices requeridos (1.5 a 2.1 meq lit^{-1}), lo cual también explicó porque se apreció un mejor desarrollo en estos tratamientos, el potasio intercambiable aumentó considerablemente con respecto al inicial por lo tanto su disponibilidad fue mayor (Cuadro 2B).

La concentración permitida de cloruros para el óptimo desarrollo del rosal no se logró, sin embargo fue 5 veces menor que la inicial por lo tanto hubo mejores condiciones. La SAS disminuyó en los tratamientos con respecto al suelo original excepto con composta sin lámina de lavado, se obtuvieron valores menores a 5, por lo tanto el desarrollo del rosal fue adecuado. El sodio

debe de ser menor de 3 meq lit^{-1} , los valores más cercanos a este requerimiento fueron los de estiércol con 2 láminas de lavado y el de 9% de estiércol con 1 lámina de lavado (López, 1980).

A lo largo de este trabajo se vió que aunque no se presentaron exactamente las condiciones requeridas para el mejor desarrollo del rosal se tuvieron buenos resultados, pero evidentemente se observó una mejor respuesta en los tratamientos con características más parecidas a los requerimientos, tal fue el caso de los de estiércol con láminas de lavado.

Los índices Mg/Ca, Ca/Mg, Na/Ca para evaluar el efecto del lavado y aplicación de mejoradores orgánicos en el complejo de intercambio fueron semejantes entre los tratamientos y la mezcla de suelo, sin embargo los índices de intercambiables Ca/K, Mg/K y Na/K fueron contrastantes con el inicial (Cuadro 29), esto implicó que el ión potasio incrementó considerablemente en los tratamientos lo que mejoró el desarrollo de los rosales y que fue una consecuencia de la aplicación de mejoradores orgánicos; la relación Ca/Na de iones intercambiables aumentó ligeramente en los tratamientos con respecto a la mezcla de suelo, a excepción de los de composta, esto confirmó que el sodio del complejo de cambio disminuyó en los tratamientos de estiércol.

Los índices de iones solubles recomendados para evaluar la recuperación de un suelo salino presentaron un cambio más marcado y contractante con respecto a la mezcla de suelo, dentro de ellos podemos citar nuevamente el de Ca/K, Mg/K, Na/K (Cuadro 29), lo que se debió al incremento de potasio en los tratamientos, con respecto a Ca/Mg y Mg/Ca se conservaron prácticamente constantes, mientras que los índices Cl/SO₄ y Ca/Na cambiaron debido al desplazamiento de cloruros, pues quedaron alrededor de

la quinta parte de los iniciales (Cuadro 6A y 28). Un menor índice Cl/SO_4 y Na/Ca implica un mayor lavado, en los tratamientos sin lámina de lavado se presentó un mayor índice Cl/SO_4 que en los tratamientos con lámina de lavado, los valores de este mismo índice fueron menores en los tratamientos al comparar con el encontrado en la mezcla de suelo, por lo tanto fue notoria la eliminación de cloruros en los tratamientos (Cuadro 28 y 29).

En la relación de iones soluble Na/Ca se presentó un comportamiento, pues disminuyó conforme aumentó el número de láminas de lavado, el índice más alto se encontró en los tratamientos de composta sin lámina de lavado, lo cual se debió a la mayor concentración de sodio; con base al índice Na/Ca , el desplazamiento de sales de sodio fue eficiente con las láminas de lavado, ya que su valor fue menor de 0.5 (Cervantes, 1989).

El comportamiento que siguieron el resto de los índices estuvo relacionado con el tipo de mejorador y con el número de láminas de lavado aplicadas, el valor del índice Na/K de solubles en tratamientos con estiércol disminuyó conforme se aplicaron láminas de lavado, mientras que en los de composta fue irregular; también hubo mayor valor a menor concentración de estiércol. El valor del índice Ca/K solubles fue menor a mayor concentración de mejorador y con estiércol a mayor número de láminas de lavado hubo menor valor excepto en el estiércol al 9% y en el de composta, en este último el comportamiento fue inverso; en el mismo índice de intercambiables el comportamiento en los tratamientos de estiércol fue irregular con respecto a las láminas de lavado y concentración de mejorador, en los de composta y estiércol al 27% aumentó a medida que se aplicaron más láminas de lavado (Cuadro 29).

Para el índice Mg/K solubles hubo una disminución de su valor a mayor número de láminas de lavado en todos los tratamientos, excepto con composta donde el comportamiento fue inverso y al aumentar la concentración de estiércol disminuyó su valor; en el índice Mg/K intercambiables su valor aumentó con el número de láminas de lavado aplicadas en el tratamiento a₂ y en los de composta, en cuanto a concentración de estiércol se mantuvo semejante que el de iones solubles. El índice Mg/Ca de intercambiables a una misma dosis de mejorador se mantuvo prácticamente constante conforme se incrementó el número de láminas de lavado aplicadas, este índice es importante según Yadav & Girdhar (1981), pues observaron que la conductividad hidráulica en suelos salino-sódicos disminuyó conforme aumentó la relación Mg/Ca.

En general lo que se apreció con estos índices fue que los iones solubles disminuyeron o aumentaron según el caso en mayor proporción que los intercambiables y con ello se justificó que al aplicar láminas de lavado y estiércol la rehabilitación del suelo fue más adecuada.

CUADRO NO 28 ANALISIS FISICO QUIMICO DE LOS TRATAMIENTOS PROBADOS

TRATAMIENTO	INTERCAMBIABLES					pH	CE	SOLUBLES					PSI	RAS	RAP	PSB		
	mg/100 g							mg/lit										
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	HC ₃			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻					SO ₄ ⁻²	HCO ₃ ⁻
a ₁ ^b ₀	51.80	21.00	16.00	2.50	5.56	8.80	3.98	16.00	16.80	0.89	28.69	28.00	18.96	18.00	10.73	7.08	0.22	86.98
a ₁ ^b ₀	53.80	30.00	16.80	2.82	4.67	8.20	3.32	20.00	18.50	0.72	17.25	25.80	16.01	14.00	8.68	3.93	0.16	100.91
a ₂ ^b ₀	58.20	35.00	17.00	3.10	4.67	8.20	3.54	23.00	19.60	1.02	17.32	26.00	16.30	12.00	8.02	3.75	0.22	102.69
a ₂ ^b ₀	59.60	33.50	17.20	3.85	4.47	8.30	3.60	24.00	20.40	1.59	17.43	25.00	17.23	13.50	7.50	3.70	0.34	99.02
a ₁ ^b ₁	54.60	23.60	18.65	2.56	4.47	7.70	2.42	19.60	18.50	0.72	7.60	15.70	17.86	13.68	8.18	1.74	0.16	90.25
a ₄ ^b ₁	57.60	35.00	17.00	3.10	4.45	7.20	2.26	22.00	16.98	0.77	2.78	13.00	15.68	12.69	7.69	0.65	0.17	99.87
a ₅ ^b ₁	61.80	36.20	17.20	3.27	4.43	7.40	2.30	24.00	14.00	1.23	3.82	14.80	16.11	11.00	7.16	0.84	0.27	98.86
a ₆ ^b ₁	62.20	35.80	18.00	3.52	4.00	7.20	2.40	24.60	17.40	1.68	3.86	13.60	16.26	12.66	6.43	0.82	0.36	98.58
a ₁ ^b ₂	51.00	25.00	17.00	2.24	3.91	7.60	2.46	18.80	17.60	0.61	6.74	15.30	17.02	11.63	7.66	1.58	0.14	98.41
a ₄ ^b ₂	58.80	34.60	18.00	2.56	3.83	7.00	2.05	22.80	16.30	0.82	2.13	10.40	15.15	11.13	6.51	0.48	0.18	100.32
a ₂ ^b ₂	63.40	37.00	18.00	2.76	3.78	7.10	2.02	24.70	16.80	1.36	2.18	10.10	15.09	11.43	5.96	0.48	0.30	97.06
a ₆ ^b ₂	63.85	35.30	18.50	2.88	3.69	7.30	2.19	25.00	15.60	1.76	2.23	10.20	15.05	11.10	5.77	0.50	0.39	95.49

CUADRO NO 29 INDICES IMPORTANTES PARA EVALUAR LA EFICIENCIA EN EL LAVADO DE UN SUELO

MUESTRA	SOLUBLES				INTERCAMBIABLES									
	Ca/Mg	Ca/Na	Na/Ca	Ca/K	Mg/Ca	Ca/Mg	Na/Ca	Ca/K	Ca/Na					
a ₁ ⁰	0.95	1.05	1.79	17.97	18.87	32.23	1.47	0.76	1.31	0.26	8.40	6.40	2.22	3.78
a ₄ ⁰	1.08	0.92	1.16	0.86	27.77	25.69	23.96	1.61	1.78	0.15	10.64	5.96	1.65	6.42
a ₅ ⁰	1.17	0.85	1.33	0.75	22.55	19.21	16.98	1.59	2.06	0.13	11.29	5.48	1.50	7.49
a ₆ ⁰	1.18	0.85	1.38	0.73	15.09	12.83	10.96	1.45	1.95	0.13	8.70	4.47	1.16	7.49
a ₁ ¹	1.06	0.94	2.57	0.39	27.22	25.69	10.55	0.88	1.26	0.19	9.22	7.28	1.75	5.28
a ₄ ¹	1.29	0.77	7.91	0.13	28.57	22.05	3.61	0.83	1.94	0.13	10.64	5.48	1.43	7.45
a ₅ ¹	1.41	0.71	6.28	0.16	19.51	13.82	3.10	0.92	2.10	0.12	11.10	5.26	1.35	8.17
a ₆ ¹	1.41	0.71	6.37	0.16	14.64	10.36	2.30	0.84	1.98	0.11	10.17	5.11	1.14	8.95
a ₁ ²	1.07	0.94	2.79	0.36	30.82	28.85	11.05	0.90	1.47	0.15	11.16	7.59	1.74	6.39
a ₄ ²	1.40	0.71	10.70	0.09	27.80	19.87	2.60	0.59	1.92	0.11	13.51	7.03	1.50	9.03
a ₅ ²	1.47	0.68	11.33	0.09	18.15	12.35	1.60	0.67	2.05	0.10	13.40	6.52	1.37	9.78
a ₆ ²	1.60	0.62	11.21	0.09	14.23	8.86	1.27	0.68	1.94	0.10	12.46	6.42	1.28	9.75

MEZCLA DE SUELO	1.18	0.84	1.39	0.71	533.03	450.00	382.16	2.46	0.30	3.30	0.16	253.85	76.92	40.50	6.21
-----------------	------	------	------	------	--------	--------	--------	------	------	------	------	--------	-------	-------	------

7. Características de los aceites esenciales de rosa
extraídos de los pétalos de los mejores
tratamientos.

Se identificaron 10 compuestos principales en el aceite de rosa, el efecto de las láminas fue diferente entre cada uno de ellos y el testigo (Cuadro 30).

En linalol todos los tratamientos a excepción de los de composta al 18% y estiércol al 9% presentaron una mayor concentración cuando se aplicó lámina de lavado; con estiércol se encontró el porcentaje más alto de este compuesto (Gráfica 7).

Para citral se apreció un comportamiento inverso, la aplicación de lámina de lavado disminuyó la concentración de este compuesto a excepción de lo que ocurrió en los tratamientos de estiércol al 27% y composta al 9 y 18%, la mejor respuesta en cuanto a contenido se dió en las dosis más altas de mejorador (Gráfica 8).

El citronelol mantuvo un mayor porcentaje en los tratamientos sin lámina de lavado, mientras que el nerol fue mayor con lámina de lavado (Gráficas 9 y 10).

El geraniol mantuvo diferente comportamiento con base al tipo de mejorador, pues con estiércol la lámina de lavado dió menor concentración de geraniol, mientras que con composta aumentó (Gráfica 11).

El alcohol feniletílico fue prácticamente constante en todos los tratamientos (Gráfica 12). En metilugenol los comportamientos fueron nuevamente opuestos con base al mejorador, ya que el estiércol con láminas de lavado dió un mayor porcentaje relativo, mientras que en presencia de composta la lámina de lavado disminuyó la concentración (Gráfica 13). Para el caso del eugenol la mayoría de los tratamientos dieron mayor concentración con lámina de lavado (Gráfica 14).

Para mirreno las láminas de lavado no tuvieron ningún cambio notable a excepción de lo que ocurrió con composta al 18% y estiércol al 9% donde la lámina de lavado dió mayores porcentajes relativos (Gráfica 15). La concentración de nerolidol en los tratamientos de composta fueron menores cuando se aplicaron láminas de lavado, mientras que con estiércol ocurrió lo inverso (Gráfica 16).

En general el linalol, citral, geraniol, metileugenol, eugenol y nerolidol estuvieron en mayor proporción en los tratamientos con estiércol, mientras que el citronelol, nerol y mirreno se concentraron más en los tratamientos con composta .

Es importante recordar que varios autores han encontrado un incremento en el contenido de aceites esenciales al utilizar durante el cultivo de plantas productoras como fuente de nitrógeno al estiércol (Potlog, 1938; Schöder, 1959; Fluck, 1963).

El efecto de los mejoradores orgánicos y sus diferentes dosis fue variable, ya que con la gráfica 17 se apreció que el linalol, geraniol, metileugenol y eugenol estuvieron en mayor concentración en las dosis de 18% de composta, mientras que el mirreno y nerolidol fueron mayores a dosis de 9% de composta, finalmente el citral y nerolidol estuvieron en mayor cantidad en dosis de 27% de composta.

Lo que ocurrió en los tratamientos con estiércol sin lámina de lavado se resumió en la gráfica 18, donde se observó claramente que el citronelol, nerol, geraniol y mirreno fueron mayores en las dosis de 18% de estiércol, mientras que el linalol, citral, metileugenol, eugenol y nerolidol tuvieron un mayor rendimiento en las dosis de estiércol al 27% .

Los resultados de aceites esenciales en tratamientos de composta con 2 láminas de lavado fueron resumidos en la gráfica 19, donde se vió que el mirreno tuvo un mayor porcentaje relativo a dosis de 18% de composta, el citronelol, geraniol, metileugenol y eugenol disminuyeron en su concentración conforme aumentó la dosis de composta mientras que en nerol se presentó un comportamiento contrario, pues entre mayor fue la dosis de composta la concentración del compuesto aumentó; el alcohol feniletílico, citral y nerolidol se mantuvieron prácticamente constantes y el linalol se mantuvo más concentrado a dosis de 9 y 27% de composta.

En la gráfica 20 de tratamientos de estiércol con 2 láminas de lavado, el linalol, citral, metileugenol, eugenol y nerolidol mantuvieron una mayor concentración al aumentar la dosis de estiércol; nerol, geraniol y alcohol feniletílico se distribuyeron de forma inversa, pues a mayor concentración de mejorador hubo menor concentración; el mirreno estuvo más concentrado en las dosis de 9 y 18%, mientras que el citronelol fue constante.

El principal efecto encontrado a lo largo de estos resultados fue que la mayoría de los compuestos más pesados dentro de los que podemos citar metileugenol, eugenol y nerolidol se encontraron en mayor porcentaje en el tratamiento de 27% de estiércol con 2 láminas de lavado, al igual que el linalol que es el más ligero de los compuestos que se analizaron, el alcohol feniletílico estuvo en menor porcentaje en este tratamiento. La composta al 18 y 27% con o sin lámina de lavado dió las mejores respuestas a los compuestos más ligeros como citral, citronelol, nerol y a uno de los más pesados el mirreno; el geraniol uno de los compuestos que dan mayor calidad al aceite de rosas se presentó en mayor

concentración a dosis de 18% de estiércol sin lámina de lavado. La mayoría de los compuestos fueron más concentrados en tratamientos con 2 láminas de lavado tal fue el caso del linalol, nerol, metileugenol, eugenol y nerolidol; en tratamientos sin lámina de lavado los compuestos citral, citronelol y geraniol se encontraron en mayor porcentaje; el testigo presentó mayor porcentaje que el resto de los tratamientos en metileugenol y eugenol (Cuadro 30).

Fue difícil señalar si alguno de los compuestos del aceite de rosas se relacionó con la presencia o ausencia de ciertos iones en el suelo (Cuadro 28), pues como se apreció las cantidades fueron parecidas, además de que se requiere mayor número de repeticiones en las determinaciones para poder establecer algún efecto (Peyes et al, 1991).

Con base en la revisión bibliográfica en la producción de aceites esenciales intervienen varios factores que pueden modificarla y falta estudiar las interacciones entre muchos de ellos, la dinámica bioquímica que se presenta desde el suelo hasta la producción de aceites esenciales es muy compleja y actualmente se desconocen muchas de las reacciones que ocurren.

Los compuestos más pesados se encontraron en mayor cantidad en los tratamientos con estiércol y los más ligeros con composta lo cual tuvo que ver con la composición de cada uno de los mejoradores y el metabolismo que se presentó hasta formar cada uno de los compuestos detectados en el aceite de rosas, quizás la concentración de mejorador varió ligeramente la composición y las reacciones metabólicas. La lámina de lavado al eliminar mayor concentración de iones sodio, cloruros, bicarbonatos y sulfatos (Cuadro 28) tal vez influyó sobre el aumento de algunas reacciones durante la

formación de los compuestos más pesados encontrados en el aceite de rosas, mientras que su ausencia o menor porcentaje pudieron disminuir la concentración de los compuestos más ligeros (citral, citronelol y geraniol), (Cuadro 30).

En lo que se refirió al rendimiento del aceite de rosas, el máximo se obtuvo en tratamientos sin lámina de lavado en la composta al 9% y en el estiércol al 9 y 27%, el porcentaje menor fue para los testigos, el resto de los tratamientos tuvo porcentajes intermedios. Todos los rendimientos fueron semejantes a excepción de los máximos y cuando se compararon con los reportados bibliográficamente todos cayeron dentro del rango menos los tratamientos que tuvieron 0.1% (Cuadro 30).

El rendimiento fue una variable inadecuada como indicadora de la respuesta de los tratamientos, pues el peso total que se obtuvo y que se tomó en cuenta para calcularlo pudo incluir estereaptenos o parafinas que bajan la calidad y aroma del aceite de rosas, pues muchos compuestos no se pudieron identificar en el cromatograma, por ello la variabilidad o efecto de los tratamientos debe dirigirse hacia la composición del aceite, sin embargo deben tomarse con cuidado cada una de las posibles respuestas o efectos mencionados, pues se requiere de un análisis más profundo, donde se tomen en cuenta horas e intensidad de luz, humedad, composición del suelo, temperatura, técnica utilizada para extraer los aceites esenciales y cada uno de los compuestos encontrados en el aceite de rosas.

Todos los tratamientos presentaron un índice de calidad semejante (Cuadro 30) con base a la relación citronelol/geraniol, los valores más altos se encontraron en las dosis más altas de composta sin lámina de lavado, pues aquí fue donde se encontró el mayor contenido de

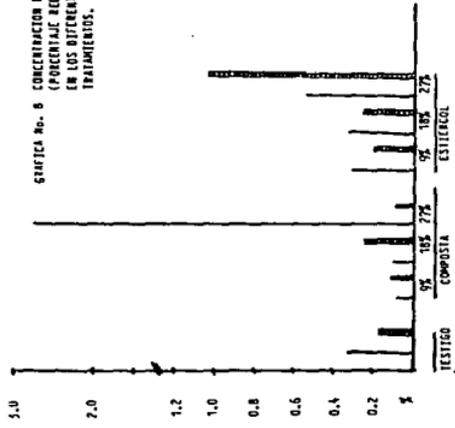
citronelol, sin embargo según Guenther (1952) los porcentajes encontrados de citronelol en todos los tratamientos fueron bajos, pues se mantuvieron a una concentración menor de 10%. De acuerdo con la suma geraniol + citronelol de 13 a 14% el tratamiento de estiércol al 18% sin lámina de lavado fue el único que alcanzó los requerimientos de calidad propuestos; el alcohol feniletílico se encontró en un alto porcentaje en todos los tratamientos sobrepasando los porcentajes reportados para una buena calidad pues fueron mayores de 70% (Guenther, 1952).

CUADRO No. 30 CONCENTRACION (PORCENTAJE RELATIVO) DE LOS PRINCIPALES COMPUESTOS DEL ACEITE DE ROSAS DE ACUERDO CON LOS TRATAMIENTOS PROBADOS .

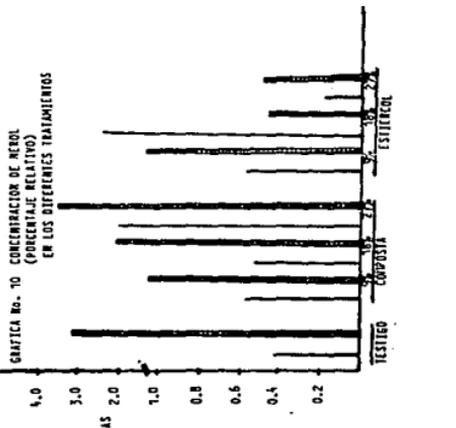
COMPUESTO	TRATAMIENTOS													
	TESTIGO			EMPRESA			ESTIENO			ESTIENO				
	S/L	C/L	S/L	C/L	S/L	C/L	S/L	C/L	S/L	C/L	S/L	C/L		
Linaleol	0.34	1.13	0.20	0.60	0.71	0.31	0.32	0.53	0.80	0.21	0.39	0.99	0.80	1.06
Citral	0.33	0.16	0.08	0.11	0.10	0.23	2.76	0.08	0.31	0.19	0.32	0.25	0.54	1.05
Citronelol	1.26	1.01	0.24	0.56	4.18	0.43	3.22	0.32	0.96	0.67	1.87	0.58	1.15	0.64
Nerol	0.41	3.19	0.58	1.34	0.52	2.09	2.11	3.50	0.57	1.31	2.44	0.16	0.17	0.49
Geraniol	4.65	3.25	0.58	1.78	1.76	1.25	0.83	1.20	3.20	2.55	11.69	1.77	5.58	1.18
Alc. Feniliet.	74.28	83.60	83.96	91.04	88.65	86.6983	39	91.10	90.59	91.12	78.96	81.32	84.63	69.12
Metil Eugenol	2.78	1.90	0.56	0.75	1.19	0.40	0.81	0.35	0.57	0.49	0.78	2.18	1.00	2.55
Eugenol	7.50	1.78	0.36	0.51	0.87	1.72	0.30	0.05	0.94	0.04	0.07	2.93	1.17	7.31
Mirceno	0.82	0.29	4.18	3.19	0.19	6.77	3.29	2.65	0.21	3.15	3.40	3.63	1.08	1.57
Nerolidol	7.61	3.68	9.24	0.12	1.84	0.11	2.97	0.01	1.84	0.26	0.07	5.89	3.88	15.02
Indice Calidad Citronelol/Geraniol	0.27	0.31	0.41	0.31	2.37	0.34	3.87	0.26	0.30	0.26	0.16	0.33	0.21	0.54
Rendimiento (%)	0.01	0.01	0.10	0.05	0.03	0.03	0.05	0.05	0.25	0.03	0.03	0.04	0.11	0.03

NOTA : S/L = Sin lámina de lavado, C/L = Con 2 láminas de lavado.

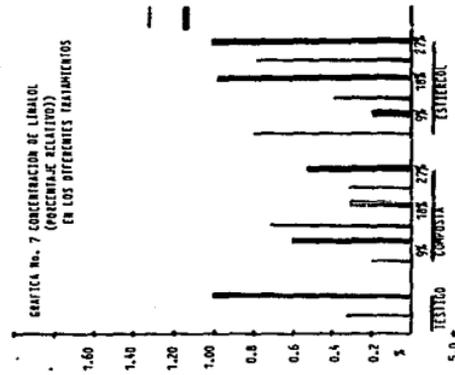
GRAFICA No. 6 CONCENTRACION DE CÉLULA (PORCENTAJE RELATIVO) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.



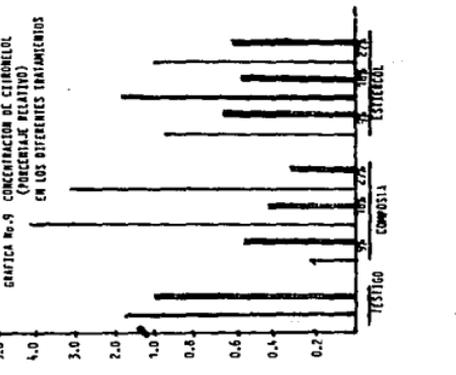
GRAFICA No. 7 CONCENTRACION DE LÍMULO (PORCENTAJE RELATIVO) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

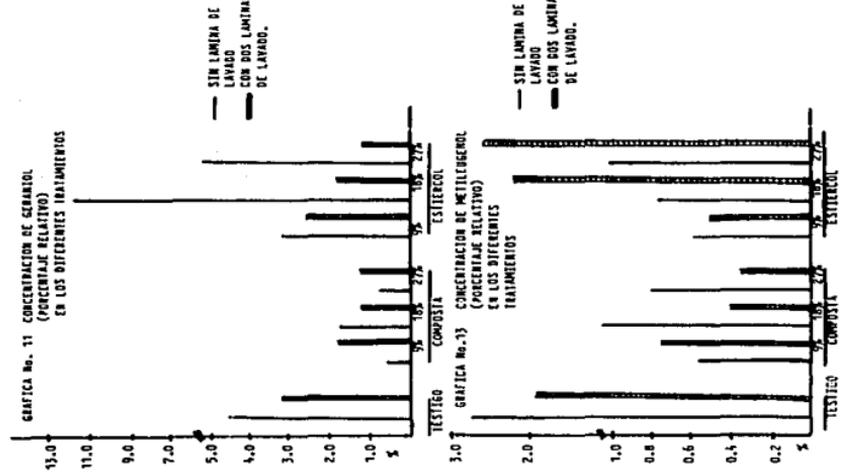
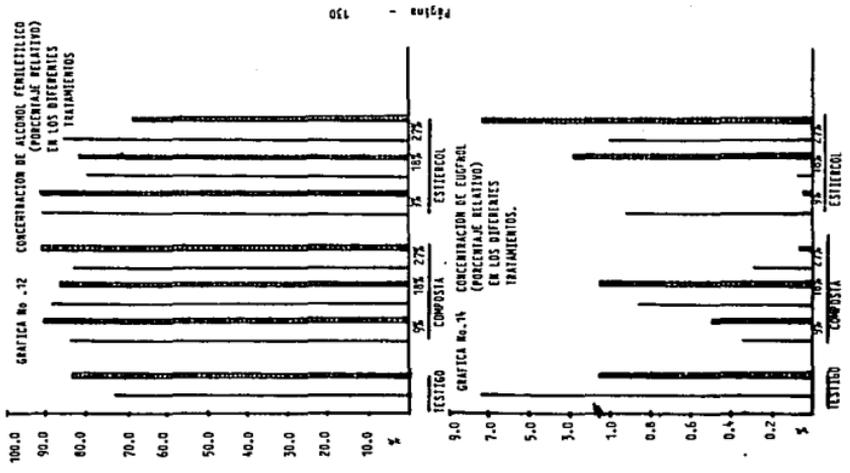


GRAFICA No. 8 CONCENTRACION DE CILINDRIUM (PORCENTAJE RELATIVO) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

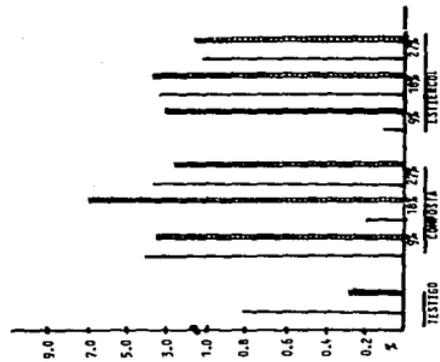


GRAFICA No. 9 CONCENTRACION DE CLONORHIZO (PORCENTAJE RELATIVO) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

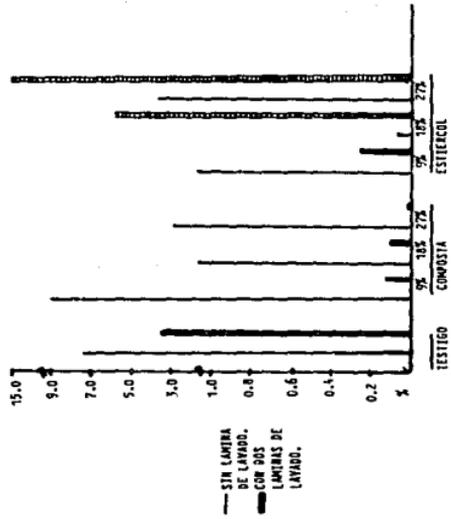




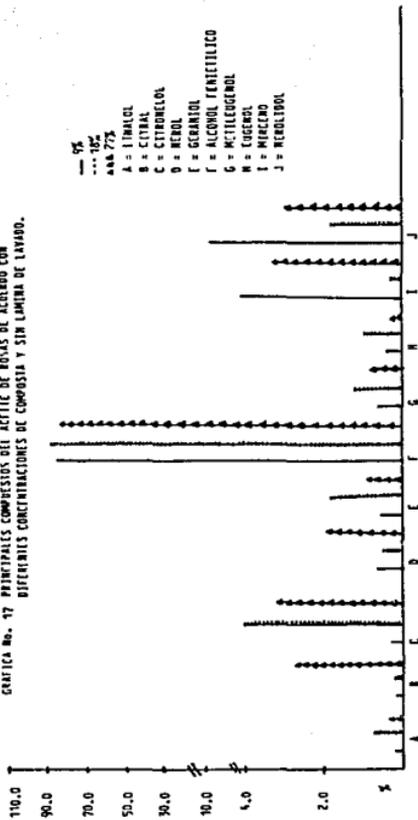
GRAFICA No. 15
 CONCENTRACION DE NITROGENO
 (PORCENTAJE RELATIVO)
 DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.



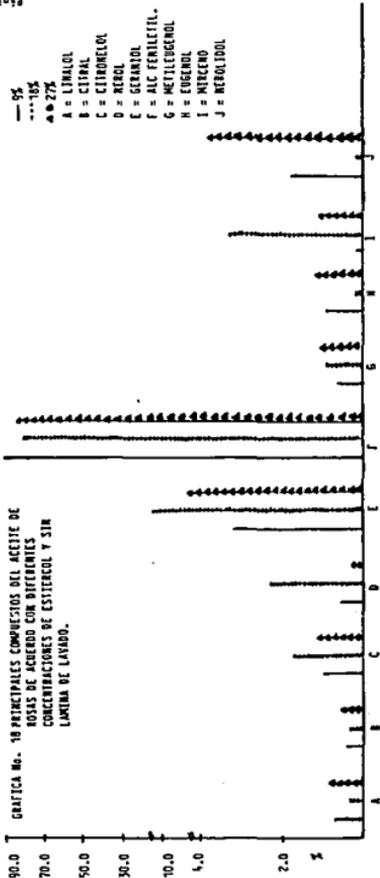
GRAFICA No. 16
 CONCENTRACION DE NITROGENO
 (PORCENTAJE RELATIVO)
 EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS



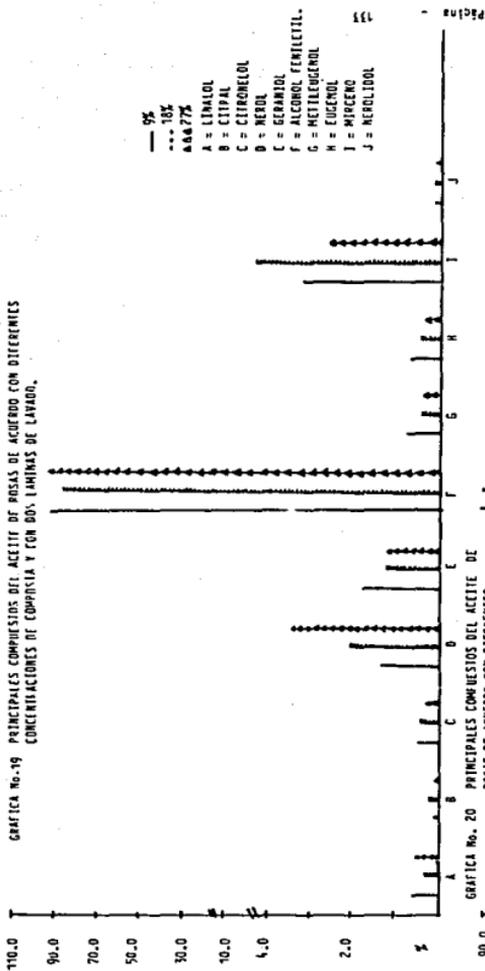
GRAFICA No. 17 PRINCIPALES COMPUESTOS DEL ACEITE DE HOVAS DE ACERBO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE COMPOSTA Y SIN LAMINA DE LAVADO.



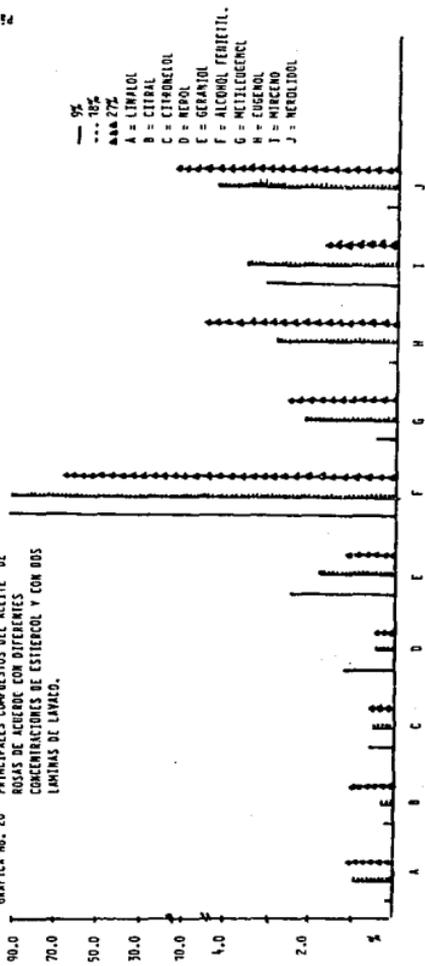
GRAFICA No. 18 PRINCIPALES COMPUESTOS DEL ACEITE DE HOVAS DE ACERBO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ESTIROL Y SIN LAMINA DE LAVADO.



GRAFICA No. 19 PRINCIPALES COMPUESTOS DEL ACEITE DE ROSAS DE AGRUERO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE COPAHUA Y CON DOS LAMINAS DE LAVADO.



GRAFICA No. 20 PRINCIPALES COMPUESTOS DEL ACEITE DE ROSAS DE AGRUERO CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ESTERCOLO Y CON DOS LAMINAS DE LAVADO.



B. Discusión general

Con los datos de los cuadros del 1 al 4 (gráficas 1 y 2) y el cuadro 6 se estableció que el suelo de la chinampa fue salino (Richards, 1985) .

Con base en las 4 floraciones la longitud del tallo siempre fue mayor en los tratamientos con lámina de lavado, la misma tendencia se encontró en el diámetro de la flor, en lo referente a los días a la floración, se presentó primero en la parcela con 2 láminas de lavado, después se inició en la parcela con una lámina de lavado y finalmente en la parcela sin lámina de lavado; el porcentaje de floración fue máximo con lámina de lavado al compararse con los tratamientos sin lámina de lavado; el número de plantas sobrevivientes fue más alto en las parcelas con 1 y 2 láminas de lavado (Cuadros del 10 al 25).

El efecto de las láminas de lavado fue evidente por la eliminación de sales, por lo tanto se obtuvo una mayor eficiencia fisiológica de las plantas, lo que se reflejó en una mejor respuesta. En general lo que ocurrió en todos los tratamientos con lámina de lavado fue un desplazamiento de las sales más solubles en agua, en especial de sodio y cloruros, los sulfatos y bicarbonatos disminuyeron ligeramente con respecto a la mezcla de suelo original, los iones intercambiables y solubles como calcio, potasio y magnesio se encontraron en mayor proporción a mayores dosis de estiércol y con mayor número de láminas de lavado, (Cuadro 28), obteniendo mejores características que los restantes tratamientos, esto originó un mejor desarrollo en el rosal.

En lo referente a la mayoría de respuestas analizadas la aplicación de mejoradores orgánicos dió diferencias

significativas del testigo con respecto a los tratamientos con 18 y 27% de estiércol, también se apreció que a mayor concentración de composta se presentó un menor desarrollo longitudinal, un menor diámetro de la flor, un menor porcentaje de sobrevivencia y un menor porcentaje de floración (Cuadros 10-25), esto se explicó por la concentración de sodio y nutrientes (Cuadro 28); aunque algunas veces las diferencias no se registraron estadísticamente, los tratamientos con estiércol dieron mejor respuesta que con composta (Cuadros del 10 al 25), el efecto del estiércol se atribuyó a que tuvo mayor porcentaje de materia orgánica, mayor capacidad de intercambio iónico y sobre todo a su menor concentración de iones sodio (Cuadro 9), el equilibrio humificación-mineralización así como las propiedades de infiltración, aereación y permeabilidad también pudieron influir.

Los valores de absorbancia fueron ligeramente menores en los tratamientos con estiércol que los de composta, también se observó que a mayor concentración de estiércol hubo mayor absorbancia, esto implicó que las dosis más altas incrementaron la polimerización de las sustancias húmicas, por lo tanto quizás esta pequeña variación permitió un óptimo equilibrio entre la dinámica bioquímica (Cuadro 26, gráficas 4, 5 y 6), lo que dió un mejor desarrollo del rosal.

En los tratamientos con composta y estiércol al 9 y 27%, disminuyeron los valores de absorbancia conforme aumentó el número de láminas de lavado aplicadas, con base a su comportamiento se puede decir que la lámina de lavado tuvo un efecto sobre la aromaticidad de los AH, estas modificaron los procesos de humificación y mineralización, haciéndose más disponibles los nutrientes ya que los microorganismos tuvieron mayor actividad en

condiciones menos calinas que fue lo que originó la aplicación de láminas de lavado.

En la producción de aceites esenciales, la variabilidad o efecto de los tratamientos se explicó por la composición del aceite, lo cual varió con las láminas de lavado aplicadas y con las dosis y tipo de mejorador orgánico, en general, el linalol, citral, geraniol, metileugenol, eugenol y nerolidol estuvieron en mayor proporción en los tratamientos con estiércol, mientras que el citronelol, nerol y mirreno fueron más concentrados con composta. La mayoría de los compuestos del aceite de rosas tuvieron una mayor concentración en los tratamientos con 2 láminas de lavado, tal fue el caso de linalol, nerol, metileugenol, eugenol, mirreno y nerolidol, para tratamientos sin lámina de lavado los compuestos citral, citronelol y geraniol se concentraron más, el testigo presentó mayor porcentaje que el resto de los tratamientos en metileugenol y eugenol (Cuadro 30, gráficos de la 7 a la 20).

VIII. CONCLUSIONES

1. Por las características edáficas encontradas se clasificó al suelo de la chinampa como salino.
2. En el desarrollo del rosal durante las 4 floraciones observadas la lámina de lavado tuvo un efecto favorable en todas las variables de respuesta analizadas, por lo tanto su uso fue necesario para la recuperación del suelo.
3. El tratamiento de estiércol al 18% con 2 láminas de lavado tuvo un alto contenido en carbono y nitrógeno, este último se mantuvo constante con respecto al inicial, así mismo la aromaticidad en los ácidos húmicos fue menor que en la mezcla de suelo, lo cual implicó mejor equilibrio bioquímico.
4. Todos los tratamientos con lámina de lavado eliminaron mayor cantidad de iones solubles sodio, cloruros, sulfatos y bicarbonatos que los tratamientos sin lámina y los iones solubles Ca^{+2} y K^{+} se encontraron en mayor proporción a dosis más altas de estiércol y a mayor número de láminas de lavado aplicadas.
5. Los aceites esenciales tuvieron un comportamiento irregular con respecto al mejorador y láminas de lavado, sin embargo se observó una mayor concentración de los compuestos más pesados en los tratamientos de estiércol y los más ligeros en los de composta.

6. El mejorador orgánico que dió un máximo desarrollo del rosal en el equilibrio bioquímico mineralización-humificación, en la producción de los principales compuestos del aceite de rosas y en la concentración óptima de iones solubles e intercambiables fue el del estiércol a dosis de 18 y 27%.
7. La siembra directa de rosal en un suelo de características semejantes a las analizadas y aplicando las dosis óptimas de estiércol puede ser una alternativa para obtener flores de corte, actividad que actualmente no se desarrolla en Xochimilco.

IX. CONSIDERACIONES FINALES

En los suelos de Xochimilco es necesario continuar con estudios de humificación cuantificando porcentajes de AH, AF y huminas para comprender mejor la dinámica bioquímica de las chinampas en relación a diferentes cultivos, así como caracterizar y probar el efecto de diferentes grados de salinidad en la producción agrícola, de tal manera que se promueva la rehabilitación edáfica en el área, con el fin de alcanzar una óptima productividad.

X. LITERATURA CITADA

- Aceves, M.E. 1979. El encalitramiento de los suelos bajo riego. Colegio de Posgraduados Chapingo, México. pp 27-43; 160-203; 299-346.
- Aguilera, H.N. & Fuentes, C.E. 1951. Estudio físico-químico y electroscópico de la fracción arcilla de 2 micrones de algunos suelos de Xochimilco. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Tomo XII pp 101-118.
- Aguilera, H.N. et al 1987, 1988, 1989. Rehabilitación de suelos de chinampa y sus relaciones con las plantas cultivadas. Informes técnicos a Conacyt. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Aguilera, H.N. 1989. Tratado de Edafología de México. Tomo I. Laboratorio de Edafología, Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. UNAM pp 222.
- Alexander, M. 1980. Microbiología del suelo. AGT Editor. México. pp 231-268.
- Alfaro, S.G. & Orozco, CH.F. 1980. Estudio edafológico del ejido de Xochimilco, Ciénega Grande. Tesis Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Armitage, A.N. & Tsujita, M.L. 1979. The effect of nitrogen concentration and supplemental light on the growth and quality of "caliente" rosas. HortScience 14(5):614-615.
- Balanzario, D.D. 1990. Atlalli-Xochilpan. Censo de productores de ornamentales. Rescate 12:13-15.
- Balanzario, D.D. 1990a. Atlalli-Xochilpan. Sobre la tierra, el agua y las flores. Rescate 5:8-13.
- Baver, L.D. 1956. Soil physics, John Wiley and Sons Inc. New York. Chapman & Hall Ltd. Londres.
- Bitton, G.D.; Pancorbo, O.C. & S.R. Farrah, 1984. Virus transport and survival after land application of

- sewage sludge. *Appl. Environ. Microbiol.* 47:905-909.
- Bouyoucos, G.V. 1961. Directions for marking mechanical analysis of soil by hydrometer method. *Soil Science* 42:25-35.
- Buckman, O.H. & Brady, C.N. 1977. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Montaner & Simons S.A. Barcelona, España. pp 135-167.
- Byrne, T.G.; Ders, R.P. & Tsc, A.T. 1978. Flower and shoot development in the greenhouse roses "cara mia" and "town eric" under several temperature photoperiodic regimenes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 103(4): 500-502.
- Carpenter, W.J.; Rodriguez, P.C. & Carlson, W.H. 1972. Effect of daylength on the growth and flowering of roses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97(1):135-138.
- Castellanos, J. & Reyes, J.L. 1982. La utilización de estiércoles en la agricultura. Memoriae del primer ciclo de conferencias organizado por el tecnológico de Monterrey, Torreón Coahuila, México. pp 60-143.
- Cervantes, R.M. 1989. Comportamiento de las relaciones iónicas $Cl:SO_4$ durante el lavado de un suelo salino. Memorias del XXII Congreso Nacional de la Ciencia del suelo. Colegio de Posgraduados Centro de Edafología. pp 241.
- Chen, Y.; Inbar, Y.; Hadar, Y. 1988. Composted agricultural waste as potting media for ornamental plants. *Soil Science* 145(4):298-303.
- Cordero, L.P. 1990. Ellos crearon el edén chinampero. *Rescate* 8:22-24.
- Cronquist, A. 1981. *An Integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University New York Press.
- Darton, J. 1980. Bulgaria's rare rose oil for perfumes may be rarer after a had winter. *New York Times* 26

- June pp A.10.
- Duchaufour, P. 1984. Edafogénesis y Clasificación. Masson, S.A.N. España pp 87-150.
- Echegaray, A.A. 1970. Estudio biológico de algunos suelos del Lago de Texcoco. Rev.Lat.Amer.Microbiol. 12(2): 93-101.
- Escamilla, G.1981. Manual de catalogación descriptiva. Conacyt. pp 365.
- Escamilla, G. 1981. Reglas de catalogación angloamericanas Instituto de Investigaciones Bibliográficas. UNAM pp 5.
- Escobedo, F.R. 1987. Estudio edafológico de chinampas de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Tesis de Biología, Facultad de Ciencias UNAM.México 80 pp.
- FAO, 1979. China reciclaje de desechos orgánicos en la agricultura. Boletín de suelos No.40. Roma Italia pp 1-28.
- Fassbender, H.N. 1982. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 1a.Ed.3a. reimposición. Costa Rica IICA pp 66-104.
- Fernández, G.M. 1988. Manejo y Recuperación de suelos salino-sódicos en chinampas de Xochimilco, D.F. Tesis de Biología. Facultad de Ciencias. UNAM, 98 pp.
- Fira, 1985. Horticultural Ornamental. Banco de México . 179 pp.
- Fira, 1987. Boletín Informativo No. 188: Banco de México.
- Flores, V.C. 1990. La comercialización de ornamentales en Xochimilco. Rescate 8:45-46.
- Flores, V.C. 1990a. Las chinampas futuro de la producción agrícola en México. Rescate 10:5-11.
- Flores, V.C. 1990b Anteproyecto centro de capacitación para la producción, investigación y enseñanza de la horticultura ornamental en Xochimilco. Rescate

4:19-34.

- Fluck, H. 1963. Intrinsic and extrinsic factors affectin the production of secondary plant products. Chemical Plants Taxonomy. Edited by T. Swain. Academic Press London and New York pp 167-186.
- Frimmel, F.H. & Christma, R.F. 1988. Humic substances and their role in the environment. John Wiley & Sons, New York.
- García L.L. 1969. Algunos intentos de fermentación y transformación de basuras a humus. Tesis de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM 85 pp.
- García, C.N. & Aguilera, H.N. 1980. Efectos de las fracciones de materia orgánica (Ácidos húmicos) y respuesta en las plantas de maíz. Memoria del XIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo Toluca, México. pp 310-322.
- García, M.E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 217 pp.
- García, C.N. ; Galicia, P.M. & Aguilera, H.N. 1990. Grados de humificación en suelos de chinampa. Primer Simposio Nacional sobre degradación de suelos. Instituto de Geología UNAM, Departamento de Edafología, México. pp 23-24.
- Gil, E.J. 1990. Xochimilco si sorá rescatado. Recate 12:18-21.
- Guenther, E. 1952. The essential oil. Individual essential oils of plant families. D. Van Nostrand Company. Inc. New York USA. Vol V pp 3-48.
- Grande, L.R. 1980. Teoría y problemas de edafología. Folleto técnico. Instituto de Geología y Metalurgia Universidad Autónoma de San Luis Potosí No. 75 pp 122-127.
- Harada, Y. & A. Inoko, 1980. Relationship between cation

- exchange capacity and degree of maturity of city refuse compost. *Soil.Sci.Plant.Nutr.* 26:353-362.
- Hughes, H.E. & Hannan J.J. 1978. Effect of salinity in water supplies on greenhouse rose production. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 103(5):694-699.
- Inbar, Y. ; Chen, Y. & Hadar, Y. 1990. Humic substances formed during the composting of organic matter. *Soil.Sci.Soc.Am.J.* 54:1316-1323.
- Jackson, M.L. 1982. *Análisis químicos de suelos.* Omega. Madrid España.
- Kohl, H.C. ; Fosler, G.M. & Welnard, F.F. 1949. Effect of several soil temperatures on flower production on roses. *Proc.Amer.Inc.Hort.Sci.* 54:491-494.
- Kononova, M.M. 1982. *Materia orgánica del suelo, su naturaleza, propiedades y métodos de investigación.* Oikos-Tau S.A. España. 365 pp.
- Kononova, M.M. 1961. *Soil organic matter its nature its role in soil formation.* Pergamon Press. 450 pp.
- Larson, R.A. 1988. *Introducción a la floricultura.* AGT Editor. México. pp 73-94.
- López, M.J. 1980. *Cultivo del rosal en invernadero.* Mundi Prensa. Madrid España pp 11-259.
- López, S & Reyes, Y. 1990. *Historia de un lago.* Pesca 5:14-15.
- Luthin, N.J. 1974. *Drenaje de tierras agrícolas.* Limusa. México. pp 560-571.
- Masada, Y. 1976. *Analysis of essential oil by gas chromatography and mass spectrometry.* 1a. Ed. Halsted Press of John Wiley and Sony Inc. pp 188-191.
- Mercado, S.I.; Garcia, C.N. & Aguilera, H.N. 1991. *Respuesta de un suelo salino-sódico de chinampa a la aplicación de mejoradores biológico, químico e hidrotécnico.* Memorias del XXIV Congreso Nacional de

- la Ciencia del Suelo. Pachuca Hidalgo.
- Moe, R. 1972. Effect of day length, lighth intensity and temperature on growth and flowering in roses. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 97(6):796-800.
- Mordvedt, L.J. 1983. Micronutrientes en agricultura. AGT Editor. México pp 87-150.
- Munsell, 1975. Soil Chart. Edition Munsell Color Co. Baltimore Maryland.
- Muttson, R.H. & Widner R.E. 1971. Effect of solar radiation, carbon dioxide and soil fertilization on Rosa hybride. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 96(4):484-486.
- Oathiner, K. 1980. Oils essential. Technological Encyclopedia. pp 307-332.
- Ortega, T.E. 1981. Química de suelos. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de suelos .México pp 139-158.
- Ortiz, V.B. & Ortiz, S.C. 1987a. Edafología. 6a.Ed. Universidad Autónoma de Chapingo. México. pp 117-133; 160-175.
- Ortiz O.M. 1987. Efecto de la salinidad edáfica sobre la distribución de Na^+ y K^+ en dos variedades de *Phaseolus vulgaris* de diferente tolerancia a la salinidad, bajo condiciones de invernadero .Tesis de M en C (Biología) Facultad de Ciencias, UNAM 211 pp.
- Palacios, V.O. & Aceves, N.E. 1970. Instructivo para el muestreo, registro de datos e interpretación de la calidad del agua para riego agrícola, 49 pp.
- Páramo, P.C. 1990. Nuevas técnicas de cultivos en hortalizas y floricultura. Rescate 10:34-37
- Patrick, D.A. & Emeka, E. 1980. The effect of cattle fodd lot manure and inorganic fertilizer on the improvement of subsoil productivity of two soil. *Soil Science* 129(4):212-217.
- Post, K. & Seeley, J.G. 1947. Automatic watering roses.

- Amer.Soc.Hort.Sci.Proc. 53:478-483.
- Prince, J.L.; Robertson, J.L. & Chatfield, L.K. 1980. Factors affecting the marketability of roses. J.Am.Soc.Hort.Sci. 105(3):388-393.
- Reyes, H.S. 1982. Diseño de Experimentos. Limusa. México pp 225.
- Reyes, J.I. 1985. Efectos de algunos mejoradores químicos en suelos sódico-salinos del ejido de Xochimilco, D.F. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencia, UNAM.
- Reyes, O.A.L & García, C.N. 1990. Respuestas del rosal a láminas de lavado y mejoradores orgánicos en un suelo salino. Memoria del 1o. Simposio Nacional de degradación del suelo. Instituto de Geología UNAM. pp 89-90.
- Reyes, O.A.L.; García, C.N.; Aguilera, H.N.; Pérez-Amador, B.M.; Marquez, A.C., García, A.A. & García, J.F. 1991. Análisis del aceite esencial de rosas cultivadas en suelo sometido a diversos tratamientos. Memoria del XXVII Congreso Mexicano de Química pura y aplicada. Sociedad Química de México.
- Reza, E. 1990. Los canales de Xochimilco seguirán conriendo al mundo. Rescate 10:34-37.
- Richards, L.A. ; Allison, L.E. ; L.E. Brown; J.W. Hayward; H.E. Bernetein; L. Fireman; H. Pearson; G.A. Wilcox; L.D. Bower; J.T. Hatcher; Reeve, R.C. 1985. Diagnóstico y rehabilitación, suelos salinos y sódicos. Limusa. México. 172 pp.
- Roig, A. ; Lax, A.; Ceguera, J.; Costa, F. & Hernández, M. 1988. Cation exchange capacity as a parameter for measuring the humification degree of manures. Soil Sci. 146(5):311-316.
- SAPH, 1985. Anuario estadístico de la producción agrícola nacional. Dir.Gr.Est.Inf.
- Schnitzer, M. & Khan, S.V. 1978. Soil organic matter.

- Elsevier Scientific Publishing Company New York.
- Schrock, D. & Hannan, J.L. 1981. The effect of low temperature on yield and renewal cane production in relation to carbohydrate levels in roses. *Scientia Horticulturae* 14:69-76.
- Seeley, J.G. 1949. The response of greenhouse roses to various oxygen concentration in the substratum. *Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.* 53:451-465.
- Shaviy, A. ; Jury, W.A. & Pratt, P.F. 1986. Exchange fixation and precipitation of cations during leaching of soils amended with manure 1. column experiments. *Soil Science* 141(1):237-243.
- Singh, L.B. 1970. Utilization of saline alkali soils for agroindustry without prior reclamation. *Economic Botany* 24(4):439-442.
- Singh, L.B. 1970a. Utilization of saline alkali soil without prior reclamation *Rosa damascena*, its botany cultivation and utilization. *Economic Botany* 30:389-393.
- Bosa, G.M. 1990. Las azaleas. *Rescate* 9:46-47.
- Tamhane, R.V. & Motiramani, D.P. 1986. Suelos: Su química y fertilidad en zonas tropicales. Diana. México. pp 214-268.
- Tate, L. III.R. 1987. Soil organic matter biological and ecological effects. John Wiley & Sons.
- Trease, G.E. & Evans, W.C. 1987. Tratado de Farmacognosia. Interamericana. México. pp 441-442.
- Twigg, M. 1953. The whys of poor keeping qualities of roses. *Roses Inc. Bulletin* 183:1-3.
- USDA, 1986. Ornamental crops report. National market trends. P.P.R..
- Walkley, A.L. 1947. A rapid determination of soil organic matter. *Jour.Agr.* 25(598):63-68.
- Widriechner, P.M. History and utilization of *Rosa*

damascena. Economic Botany 35(1):45-58.

Withers, B. & Vipond, B. 1986. El riego. Diana, Mexico.
pp 128-147.

Zieslin, N. 1981. Plant management of greenhouse roses,
flower cutting procedure. Scientia Horticulturae,
15:179-186.

APENDICE

LOCALIZACION DEL AREA DE TRABAJO
MAPA NO 1

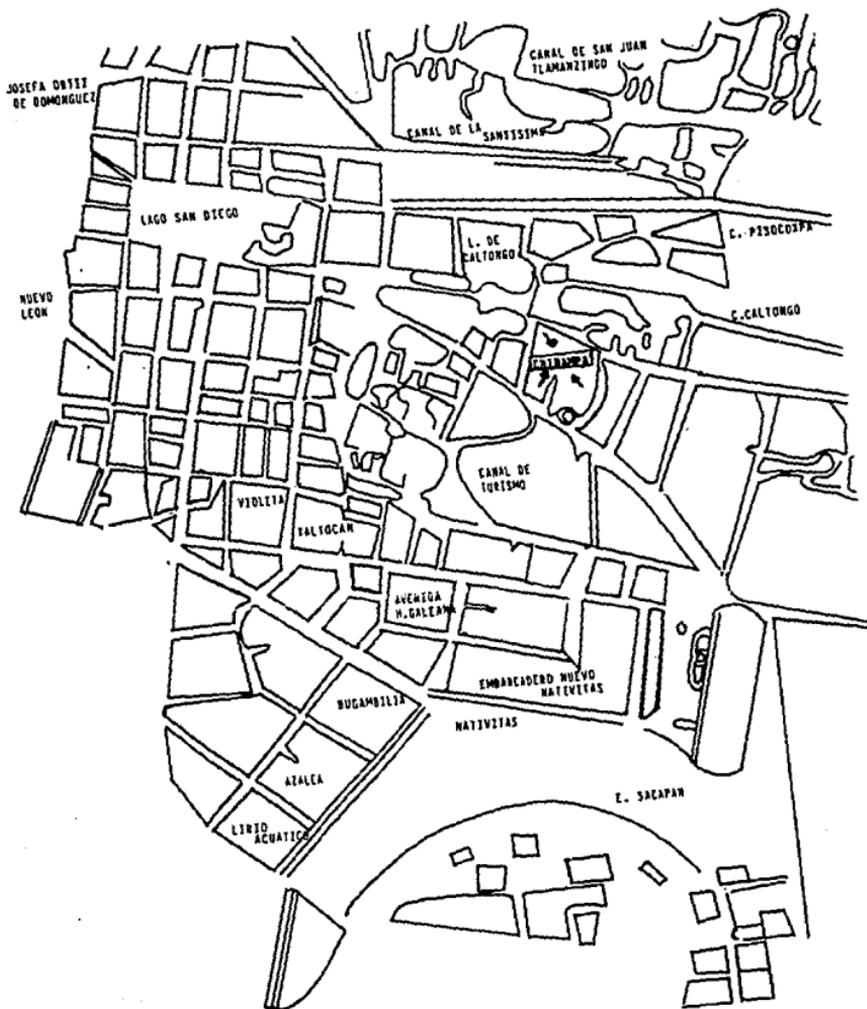


FIGURA Nº 1 ESQUEMA DE LOS PROCESOS DE HUMIFICACION MINERALIZACION
(Diseñado a través de diferentes fuentes bibliográficas).

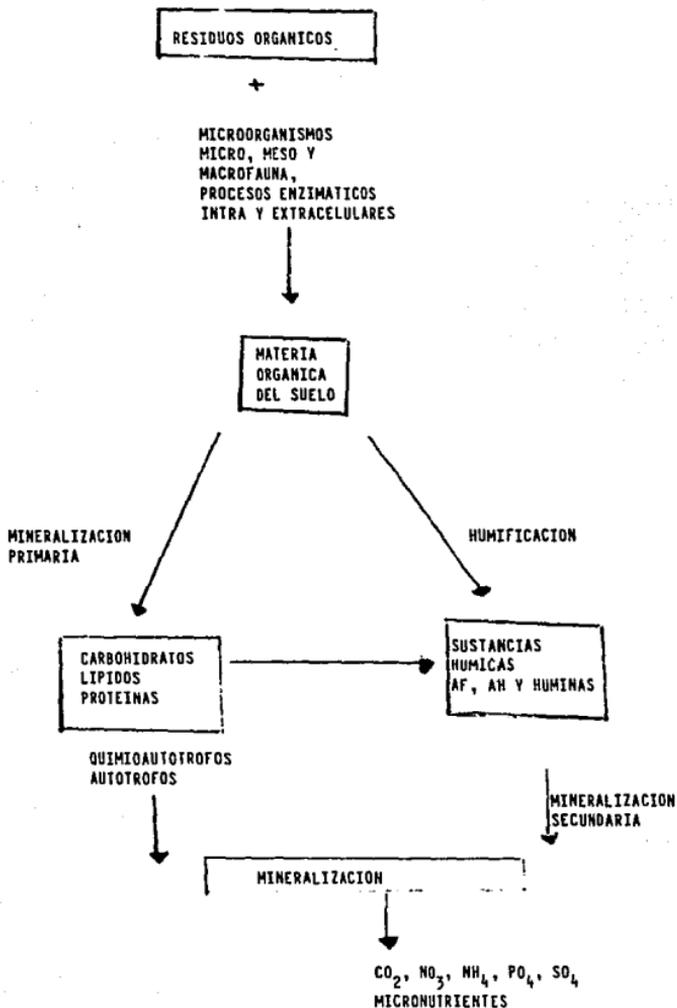
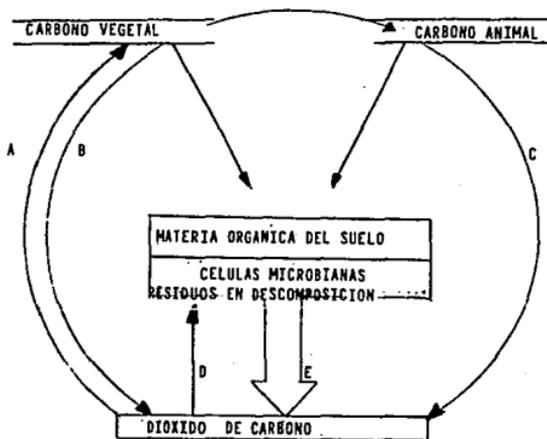


FIGURA Nº 2 CICLO DEL CARBONO (Alexander , 1980).



A. FOTOSINTESIS B. RESPIRACION VEGETAL C. RESPIRACION ANIMAL D MICROORGANISMOS AUTOTROFOS.

FIGURA Nº 3 CICLO DEL NITROGENO EN EL SUELO (Frimmel & Christma ,1988).
 (1) Amenificación . (2) Nitrificación. (3) Inmovilización
 (4) Fijación . (5) Denitrificación . (6) Lixiviación .

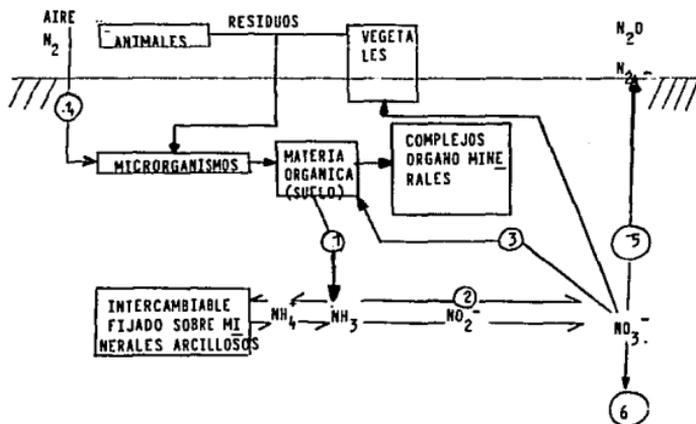


FIGURA Nº 4 CICLO DEL AZUFRE (Schnitzer & Khan , 1978).

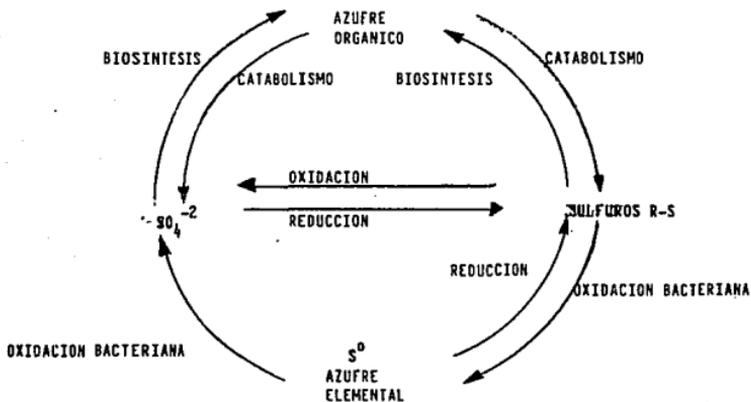


FIGURA Nº 5 REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS MODELOS DE FORMACION DE SUSTANCIAS HUMICAS (Frimmel & Christma , 1988).

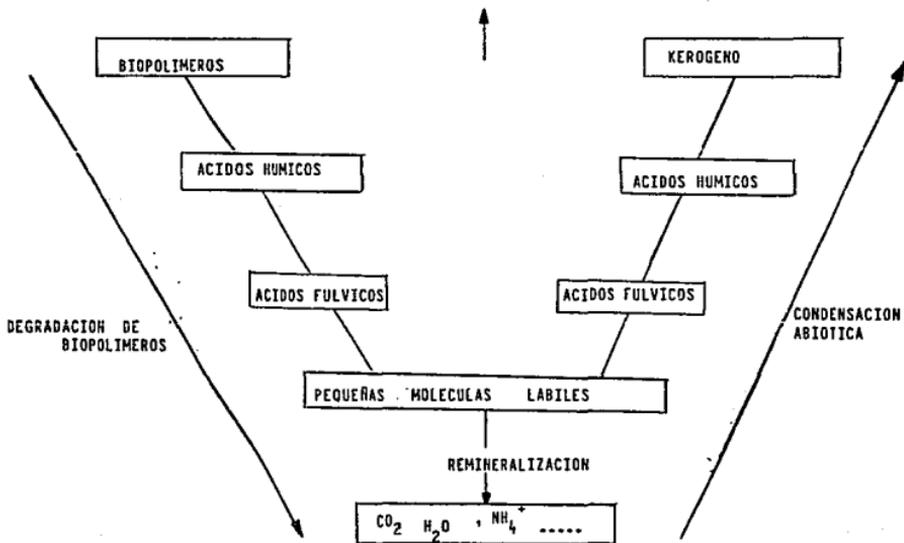


FIGURA Nº 6. VIA DEGRADATIVA PARA LA FORMACION DE SUSTANCIAS HUMICAS
(Frimmel & Christma , 1988) .

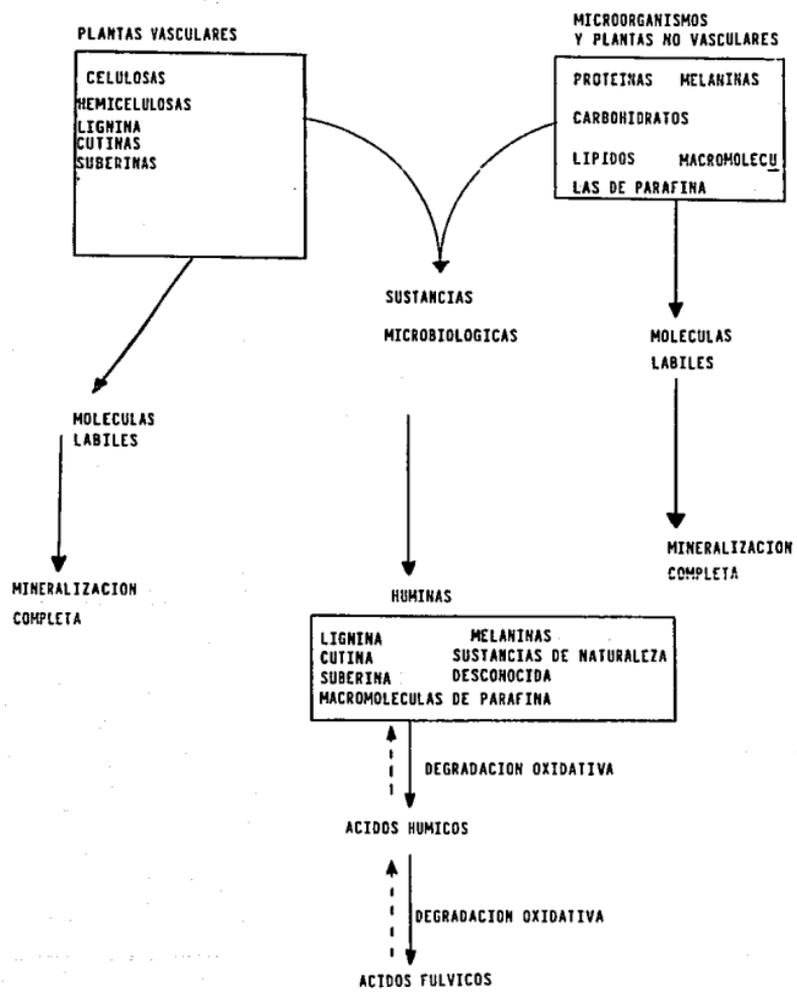


FIGURA Nº 7 RESUMEN ESQUEMATICO DE LOS PROCESOS DE HUMIFICACION (Frimmel & Christma , 1988).

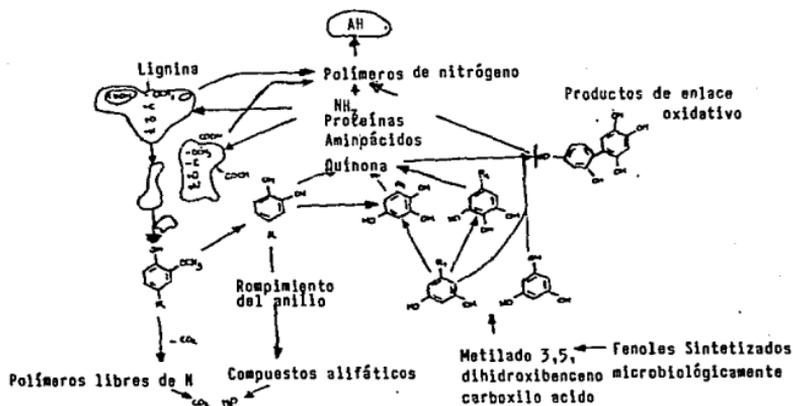
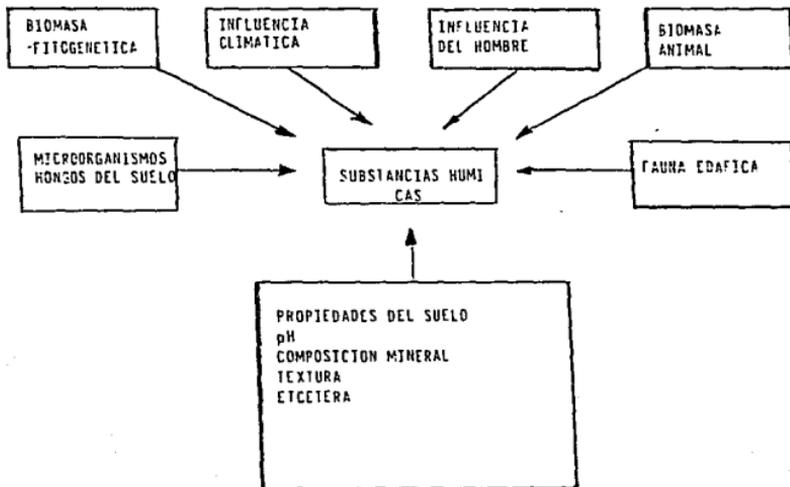


FIGURA Nº 8 FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL SISTEMA DE FORMACION DE LAS SUSTANCIAS HUMICAS (Frimmel & Christma , 1988).



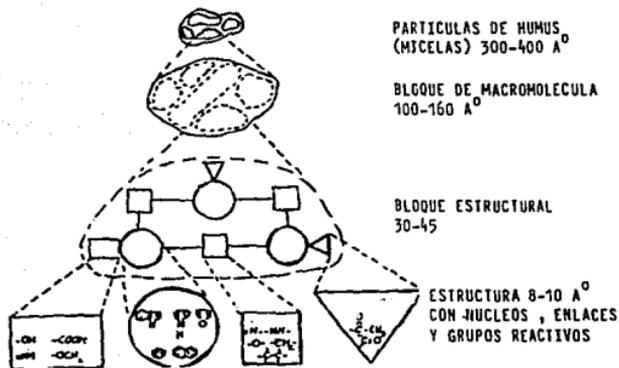


FIGURA Nº 9 LA ESTRUCTURA DE LAS MOLECULAS DE HUMUS
(Frimmel & Christma, 1988).

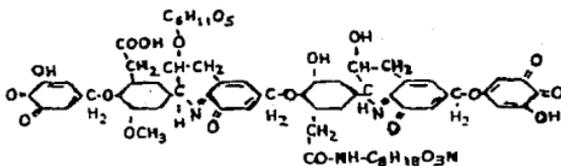


FIGURA Nº 10 ESTRUCTURA DE LA MOLECULA DE ACIDOS HUMICOS SEGUN DRAGUNOV
(Frimmel & Christma, 1988)

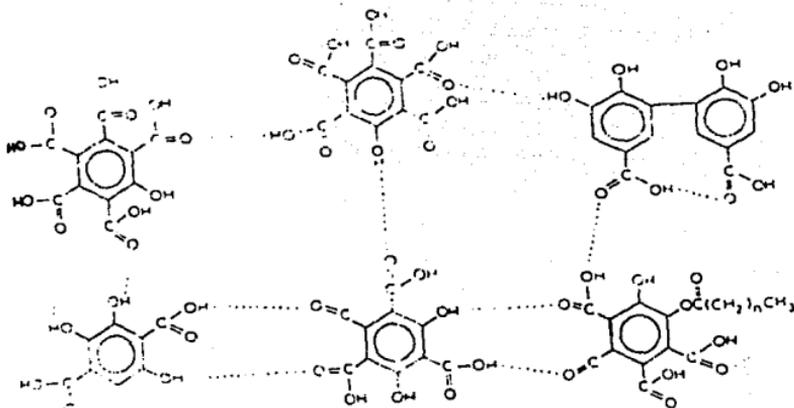


FIGURA NO 11 ESTRUCTURA DE LOS ACIDOS FULVICOS (Shnitzer & Khan , 1978).

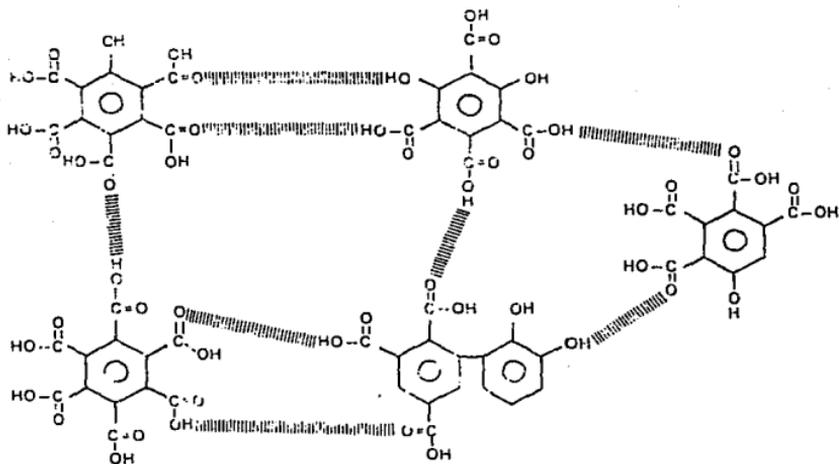


FIGURA NO 12 BLOQUE ESTRUCTURAL DE ACUERDO CON EL MODELO MOLECULAR PROPUESTO POR (Shnitzer & Khan , 1978) .

FIGURA NO 13 FORMACION DE UN QUELATO (Schmitzer & Khan , 1978) .

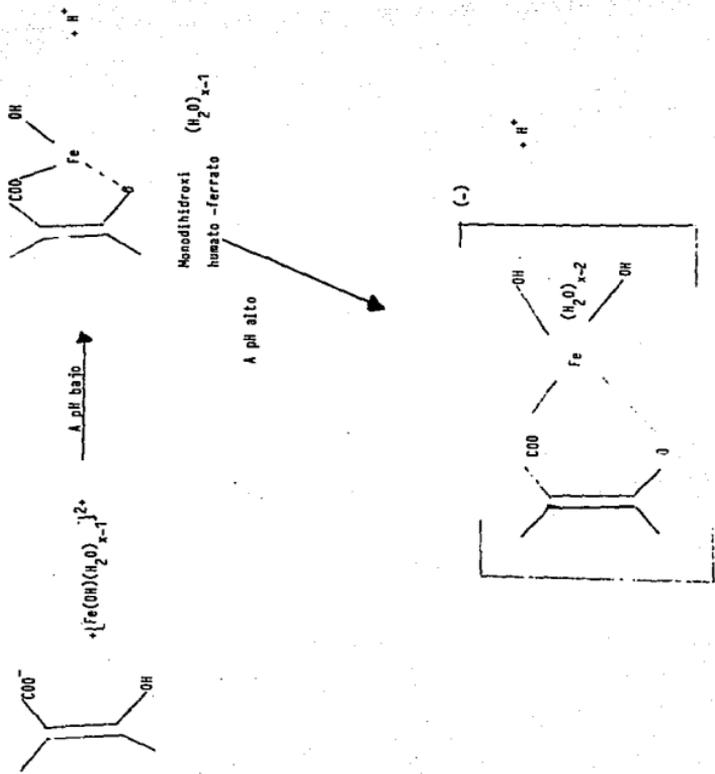
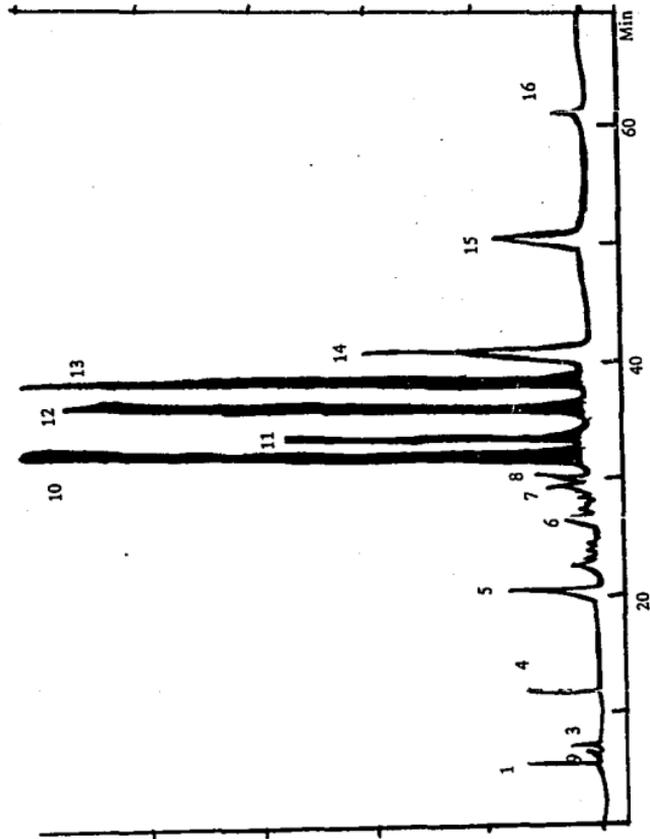


FIGURA 14
CROMATOGRAMA TÍPICO DE ACEITE DE ROSAS



1. Pineno , 3.Limoneno , 4.Octavol , 5. Linalol , 6.Acetato de citromelol , 8.Citral , 9. Pineno
10. Citronelol , 11. Nerol , 12.Geraniol ,13.Alcohol feniletílico, 14. Merileugenol , 15.Eugenol ,
16. Farsenol.

FIGURA 15 - Diseño Bifactorial con Arreglo de Parcelas Divididas
Distribución en el campo

IV	a_5b_1 84	a_6b_1 83	a_3b_1 82	a_4b_1 81	a_2b_1 80	a_1b_1 79	a_6b_1 78	PARCELA GRANDE b_1
III	a_2b_1 71	a_6b_1 72	a_1b_1 73	a_5b_1 74	a_3b_1 75	a_6b_1 76	a_4b_1 77	
II	a_3b_1 70	a_1b_1 69	a_6b_1 68	a_6b_1 67	a_2b_1 66	a_4b_1 65	a_5b_1 64	
I	a_4b_1 57	a_5b_1 58	a_3b_1 59	a_2b_1 60	a_6b_1 61	a_6b_1 62	a_1b_1 63	
IV	a_1b_2 56	a_6b_2 55	a_2b_2 54	a_6b_2 53	a_4b_2 52	a_5b_2 51	a_3b_2 50	PARCELA GRANDE b_2
III	a_6b_2 43	a_4b_2 44	a_5b_2 45	a_1b_2 46	a_2b_2 47	a_3b_2 48	a_6b_2 49	
II	a_2b_2 42	a_3b_2 41	a_4b_2 40	a_5b_2 39	a_6b_2 38	a_1b_2 37	a_6b_2 36	
I	a_6b_2 29	a_1b_2 30	a_6b_2 31	a_3b_2 32	a_4b_2 33	a_2b_2 34	a_5b_2 35	
IV	a_5b_0 28	a_6b_0 27	a_2b_0 26	a_6b_0 25	a_3b_0 24	a_1b_0 23	a_4b_0 22	PARCELA GRANDE b_0
III	a_4b_0 15	a_1b_0 16	a_6b_0 17	a_3b_0 18	a_5b_0 19	a_6b_0 20	a_2b_0 21	
II	a_2b_0 14	a_6b_0 13	a_5b_0 12	a_1b_0 11	a_4b_0 10	a_3b_0 9	a_6b_0 8	
I	a_3b_0 1	a_2b_0 2	a_6b_0 3	a_4b_0 4	a_1b_0 5	a_6b_0 6	a_5b_0 7	

CUADRO A CLASIFICACION Y PROPIEDADES DE LOS ACIDOS HUMICOS (Según Scheffer & Ulrich , 1960)

Características	Acidos Fúlvicos	Acido húmico melánico	Acido húmico pardo	Acido húmico gris	Humina
Color	Amarillo , amarillo-marrón	Marrón	Marrón Oscuro	gris-negro	Negro
Solubilidad en					
Bromuro de acetilo	Soluble	Soluble	insoluble	insoluble	insoluble
Agua	Soluble	insoluble	insoluble	insoluble	insoluble
alcohol	Soluble	soluble	insoluble	insoluble	insoluble
soda	Soluble	soluble	soluble	soluble	insoluble
Precipitabilidad con ácidos en extractos de soda	no factible	condicional	factible	muy factible	-
Contenido en Carbono	43-52%	58-62%	50-60%	58-62%	n.d.
Peso atómico equiv.	100	150-200	300	250	n.d.

Aumento de la profundidad del color , aumento de tamaño de partículas , aumento de grado de polimerización , aumento de peso equivalente , aumento de peso atómico total , disminución de la solubilidad , disminución del carácter ácido

CUADRO B ANALISIS DE UN MODELO DE ACIDOS HUMICOS Y ACIDOS FULVICOS (Valores Promedio)
(Schnitzer & Khan , 1978) .

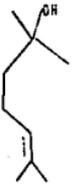
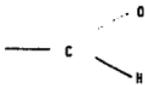
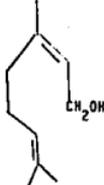
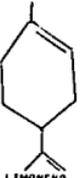
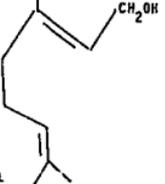
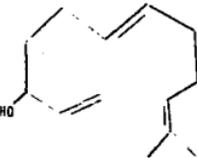
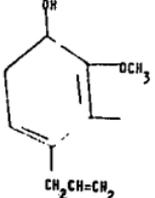
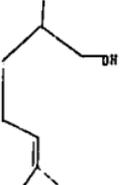
Elemento (%) -	Acidos húmicos	Acidos fúlvicos
Carbono	56.20	45.70
Hidrógeno	4.70	7.40
Nitrógeno	3.20	2.10
Azufre	0.80	1.90
Oxígeno	35.50	44.80
Grupos funcionales meq/gr		
Acidez Total	6.70	10.30
CO ₂ H	3.60	8.20
OH Fenólico	3.90	3.00
OH Alcohólico	2.60	6.10
C=O quinónico	2.90	2.70
C=O cetónico		
OCH ₃	0.60	0.80
E ₄ /E ₆	4.80	9.60

CUADRO C EXPORTACION DE FLORES FRESCAS durante 1983-1984 DE MEXICO
 VOLUMEN (toneladas) VALOR (Miles de dólares)

Especie	1983		1984	
	Volúmen	Valor	Volúmen	Valor
Orquideas (Bulbos , plantas y flores)	76.80	91.10	13.30	20.40
Gladiola	26.70	73.10	29.80	120.20
Clavel	262.90	829.60	895.00	1067.90
Crisantemo	1.90	1.90	3.50	7.10
Pompón	31.60	85.20	10.8.90	238.20
Rosas	168.00	827.40	308.10	1390.20
Gypsophila	3.50	3.30	14.70	10.20
Statice	36.10	40.00	203.80	217.50
Gerbera	0.10	0.80	0.2	0.40
Margarita	16.90	10.10	129.10	74.40

Fuente : informática IMCE con datos del Banco de México
 De la parte de producción correspondiente a exportación.

CUADRO D ESTRUCTURA QUIMICA DE LOS PRINCIPALES COMPUESTOS DEL ACEITE DE ROSAS
(Morrison, 1984)

 <p>LINALOL</p>	 <p>CITRAL</p>	 <p>NEROL</p>
 <p>MIRCENO 2-OL</p>	 <p>LIMONENO</p>	 <p>GERANIOL</p>
 <p>NEROLIDOL</p>	 <p>EUGENOL</p>	 <p>CITRONELOL</p>



FOTOGRAFIA Nº 1 Forma como se midió el diámetro de la flor.



FOTOGRAFIA Nº 2 Aspecto general de las flores colectadas del tratamiento a_2b_2 (18% de estiércol + 2 láminas de lavado).



FOTOGRAFIA Nº 3 Comparación de diferentes tratamientos de estiércol con 2 láminas de lavado, donde se aprecia un mayor desarrollo en longitud de tallo y en diámetro de la flor en la dosis de 18% (a_5b_2).