



34  
2ej.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**ENSAYO; PRODUCCION DE PLANTAS DE  
CEPELLON, PARA TRASPLANTE EN CULTIVOS  
HORTICOLAS (USO DE COMPOSTAS Y  
SOLUCIONES NUTRITIVAS).**

**T E S I S**

**Que para obtener el Titulo de:**

**INGENIERO AGRICOLA**

**P R E S E N T A N: -**

**JAVIER MEDINA BARRON**  
**ANTONIO CISNEROS MENDOZA**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.**

**1 9 8 6**



## **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.

Se realizó un experimento para evaluar la calidad de tres -- compostas elaboradas con esquilmos agrícolas (cáscara de cacahuate, paja de frijol y cascarilla de arroz), y tres soluciones fertilizantes en la producción de plantas para trasplante con pepiñón, teniendo como parámetro comparativo -- una composta elaborada a partir de bagazo de caña de azúcar y una solución fertilizante utilizada a nivel comercial en Cuautiá Morelos, como testigo principal se utilizó agua y -- venniculita.

Las soluciones fertilizantes tuvieron las siguientes concentraciones: 200 ppm de nitrógeno, 40 ppm de fósforo y 100 ppm de potasio. La comparación de compostas y soluciones fertilizantes se realizó por medio de planta de jitomate (Lycopersicon esculentum) tomando como parámetros de medición: peso seco total, área foliar, diámetro de tallo, crecimiento de raíz, peso seco de raíz y crecimiento total. Para evaluar los resultados se recurrió a un diseño de bloques al azar, aplicando también la prueba de medias de Tukey (DMSH). Se obtuvieron resultados positivos tanto en compostas como en soluciones de fertilización comparando a estas con las utilizadas comercialmente en Morelos. Se recomienda el uso de -- compostas elaboradas con esquilmos propios de la región donde se ponga en práctica esta técnica, así como la elaboración de soluciones fertilizantes a partir de los fertilizantes comerciales de FERTIMEX, probando diferentes materiales, dosis y combinaciones.

# INDICE

|  |     |
|--|-----|
| I.- Presentación -----   | iii |
| II.- Resumen -----   | iv  |
| 1.- Introducción-----  | 1   |
| 2.- Objetivos -----  | 5   |
| 3.- Antecedentes -----   | 7   |
| 4.- Métodos y Materiales -----   | 10  |
| 4.1.- Obtención de Sustratos por Composteo--   | 18  |
| 4.1.1.- Programa Número uno -----  | 20  |
| 4.1.2.- Fase de Fermentado -----   | 23  |
| 4.1.3.- Microbiología de la Materia Orgánica--   | 24  |
| 4.1.4.- Ubicación y Desarrollo Experimental---   | 24  |
| 4.2.- Elaboración de Soluciones de Fertiliz-<br>zación-----  | 27  |
| 4.2.1.- Programa Número dos -----  | 28  |
| 4.2.2.- Fórmula de Fertilización -----   | 29  |
| 4.3.- Programa Número tres -----   | 34  |
| 4.4.- Programa de Riego -----  | 35  |
| 4.5.- Diseño Experimental -----  | 36  |
| 5.- Resultados -----   | 37  |
| 6.- Discusión -----  | 79  |
| 7.- Conclusiones -----   | 95  |
| 8.- Bibliografía -----   | 98  |
| 9.- Apéndice -----   | 104 |
| 9.1.- Descripción de las Técnicas Utilizadas<br>para los Análisis Físico-Químicos de<br>las Diferentes Compostas ----- | 104 |
| 9.2.- Diseño de Bloques Aleatorios -----   | 111 |
| 9.3.- Ejemplo de Cálculo de las Soluciones--<br>Fertilizantes.   | 115 |

En la práctica de la horticultura muchas especies que se cultivan requieren de la operación del trasplante, esta técnica se pone en práctica buscando que el cultivo tenga un desarrollo y floración normal en un período de tiempo más corto que si se tratara de efectuar la siembra directa en el lugar definitivo donde se establecen los cultivos, es decir que se busca con ello la precocidad en la producción.

Para lograr este objetivo se requiere del establecimiento del almácigo, considerado éste como una pequeña superficie del terreno en donde se siembran principalmente semillas de origen hortícola en una alta densidad de siembra sobre un suelo preparado especialmente para este fin y cuyo objetivo principal consiste en proporcionar a la semilla un medio favorable para la germinación y desarrollo de la planta en sus primeros estadios de vida.

Con la practica de la agricultura moderna aplicada a la horticultura y en específico a los almácigos, éstos se han modificado en sus métodos tradicionales para producir plantas para trasplante, no existe en la actualidad un uso generalizado de las innovaciones que se han venido dando en ellos pero ya es factible distinguir en algunas zonas hortícolas su puesta en práctica.

Dentro de las inovaciones que se han planteado está el produ-

cir planta con cepellón en semilleros especialmente fabricados para este fin y en donde se pueden distinguir cuatro factores fundamentales que participan en la aplicación de esta técnica:

- a) Los recipientes adecuados para el cultivo de que se trate.
- b) Los sustratos utilizados como medios de germinación y enraizamiento.
- c) Las soluciones nutritivas que se elaboran a partir de fertilizantes de uso común en el medio agrícola.
- d) La programación de riegos de las soluciones nutritivas.

Con respecto a los recipientes tenemos que la industria petroquímica por medio de los plásticos, resinas y poliestirenos, ha proporcionado al medio agrícola materiales que son fácilmente moldeados y que, a solicitud de las necesidades para establecer semilleros, se han diseñado modelos de recipientes que se adaptan a una gran variedad de cultivos (macetas, charolas, charolas acedadas, etc.)

Por lo que se refiere a los sustratos utilizados como medio de germinación y desarrollo de las plantas en sus primeros estadios de vida se usan en la actualidad algunos de origen inorgánico (vermiculita y perlita) y otros de origen orgánico (musgo, turba, compostas, etc.), los primeros en utilizarse en el medio agrícola fueron la vermiculita y la perlita combinadas con suelo en el Edo. de Sinaloa en la zona hortícola de Culiacán y en la actualidad se ha estado impulsando en el Edo. de Morelos el uso de sustratos de origen orgánico como las compostas.

Por lo que se refiere a las soluciones nutritivas se aplican algunas técnicas hidropónicas en su elaboración y en donde no se utilizan sustancias químicamente puras, esto dá margen a su elaboración a partir de sustancias fertilizantes de fácil acceso.

La programación de los riegos está dada por las necesidades nutritivas de cada uno de los cultivos pero se han aplicado las técnicas utilizadas en Estados Unidos sobre el riego de soluciones fertilizantes en la producción de plántulas para trasplantes.

Todo lo anterior modifica la perspectiva del almácigo tradicional pues en la zona agrícola del Noroeste ya es común el uso de charolas aceldadas de poliestireno, vermiculita y suelo como sustrato y soluciones nutritivas completas, redundando ello en la contratación de personal especializado en la producción de plantas de jitomate. En el Estado de Morelos por parte del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas se ha obtenido un sustrato a través del composteo de bagazo de caña de azúcar y la utilización de fertilizantes comerciales para la elaboración de las soluciones nutritivas así como también el uso de las charolas de poliestireno, todo ello adecuado al medio hortícola del Estado de Morelos.

La necesidad de innovar por parte de los horticultores los ha llevado a efectuar traslados de la planta que se produce en el Estado de Morelos a lugares como Río Verde S.L.P., San Luis

de la Paz y algunas otras zonas de Guanajuato, Hidalgo, etc.

Esto nos permite abrir un ensayo que nos lleve a experimentar con diferentes materiales a partir de esquilmos agrícolas sujetos de biodegradación para la elaboración de compostas y por ende sustratos adecuados para producir planta con cepellón, dado que las soluciones nutritivas tienen su origen en la -- práctica hidropónica también se hace necesario ensayar con algunas de las diferentes fuentes fertilizantes que se expenden comercialmente y producidas por FERTIMEX para hacer más accesible la técnica a otras zonas hortícolas es decir proponer soluciones sencillas que brinden resultados aceptables.



La aplicación de las técnicas agrícolas en los procesos de producción en la rama hortícola en estos últimos 8 años, --- principalmente en los Estados de Sonora, Sinaloa y Morelos - han tenido un avance significativo en lo que respecta al uso de los almácigos adaptados desde luego a la zona productora correspondiente. por ello en esta Tesis se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1.- La producción de sustratos a partir de esquilmos agrícolas a través del composteo que reúnan características agronómicas deseables para la producción de plantas con cepellón, esto será posible ya que todo esquilmo agrícola es buena fuente de celulosa, sujeta de ser biodegradada en corto, mediano o largo período de tiempo, se propone por ello llevar a cabo procesos de composteo con los siguientes materiales:

- a).- Bagazo de caña de azúcar
- b).- Cascarilla de arroz
- c).- Cascarilla de cacahuete
- d).- Paja de frijol (tasol)

Como se indicó, se obtendrán sustratos que se utilizarán en los semilleros para obtener los cepellones donde germinarán y se desarrollarán las plantas en sus primeros -

estadios de vida (25 a 30 días normalmente). Dado que la obtención de plantas con cepellón implica fertilizar el medio para un desarrollo normal, se hace necesario:

- 2.- Formular soluciones nutritivas a partir de las fuentes -  
nutrimientales que expende en el mercado FERTIMEX, esto -  
es proponer las soluciones nutritivas que resulten via-  
bles de ser utilizadas a través del desarrollo experimen-  
tal.
  
- 3.- Con esto se pretende adaptar la técnica de trasplante --  
con cepellón en forma general y aportar a los horticulto-  
res una visión enfocada a la utilización de compostas --  
producidas a partir de desechos agrícolas que se malogran  
en el campo y al uso de fertilizantes de fácil acceso.

El desarrollo de formas alternativas para aumentar la eficiencia en la producción de alimentos busca un equilibrio entre el uso intensivo del suelo, la conservación de los recursos naturales, la buena calidad del ambiente y un desarrollo social y económico satisfactorio (Flores y Pineda 1982; Gómez-Pompa y Toledo 1971).

Los intentos por aumentar la producción en los cultivos están comúnmente asociados a la práctica de tecnología tradicional, combinada con la tecnología moderna principalmente en el área hortícola, en donde el uso de almácigos y la práctica del trasplante se registra en estudios etnográficos e históricos; esta técnica aplicada a la explotación hortícola ha sido el principal recurso empleado por los campesinos para proporcionar abrigo a las plántulas en los primeros momentos de su desarrollo (Haaz 1981). La evidencia de la práctica de trasplante se tiene en México desde la época prehispánica, las bondades de esta técnica agrícola ya eran reconocida por los nativos de Ixtacalco, Santa Anita, San Juanico y Xochimilco en el Valle de México (Rojas 1983); fué en los procesos de estructuración y funcionamiento de la producción chinampera donde se desarrollaron los dos sistemas de producción de plantas para trasplante, a raíz desnuda y con cepellón, estas prácticas surgieron con la necesidad de hacer un uso óptimo del suelo; en el área maya se cuentan algunos antecedentes con el canché y el chem (dos formas de producir -

plantas para trasplante equivalente a los almácigos del Valle de México, Bojorquez citado en Rojas 1933). Aún en estos -- días se ha conservado la explotación agrícola en chinampas, pues sobreviven aún los centenarios métodos indígenas de trabajo sobre la tierra legado de generación en generación -- (Shelton 1933, en Rojas 1933).

Los almácigos son pequeñas superficies de terreno en donde se siembran principalmente semillas de cultivos hortícolas -- que al germinar darán origen a plantas que serán trasplantadas, el objetivo principal de sembrar en almácigo consiste -- en proporcionar a la semilla un medio favorable para su germinación y un buen desarrollo de la planta en sus primeros -- estadios de vida (López 1968). Así mismo el trasplante consiste en transferir la planta de un sitio a otro, esta se -- hace crecer a partir de propágulos vegetativos o semillas en el sitio llamado almácigo, vivero, etc. para después cuando ésta haya alcanzado un cierto tamaño transferirla al lugar definitivo (Kobashi 1931).

Elemento esencial en la explotación chinampera es el almácigo situado generalmente en uno de los extremos de la superficie de trabajo, construido a base de lodo o cieno, formando -- una capa dura y gruesa que descansa sobre una cama de hierbas acuáticas, ya endurecido es cortado formando una cuadrícula que es sembrada en cada una de sus unidades, los pequeños grupos de cubos sembrados reciben el nombre de "chapines". La finalidad de obtener estos volúmenes de suelo sembrado es

tá dirigida a producir plantas de buena calidad, el trasplante acompañado con suelo (cepellón o chapín) obedece a la necesidad de mantener la humedad y en general las condiciones propicias para el logro de una pronta adaptación en el lugar del cultivo definitivo (Fernández; Garza 1983).

Los agricultores que utilizan la técnica del trasplante señalan que existen ventajas en comparación con la siembra directa, por ejemplo, se ahorran una cantidad de semilla considerable, se protege a la semilla durante la siembra de pájaros y roedores durante el proceso de germinación, se logra una germinación más uniforme, se protege con facilidad la planta de pestes y fenómenos ambientales adversos y se puede seleccionar a las plantas más sanas y mejor desarrolladas para el trasplante en su lugar definitivo ( Santos, Astorga y J. Caluste 1981),

Gran parte de las plantas hortícolas se cultivan por medio del trasplante, sus semillas no se siembran en el mismo lugar donde se establece el cultivo definitivo, se hace produciendo plántulas en semilleros preparados especialmente para este fin; la producción en la actualidad se dá a través de dos técnicas: 1) Semilleros o almácigos para obtener plantas con raíz desnuda; 2) Semilleros para obtener plantas con cepellón (Serrano C. 1979). Con los antecedentes mencionados se puede afirmar que la producción de plantas con cepellón tiene su origen en la práctica de la agricultura tradicional, principalmente en el área de Xochimilco por las condi-

ciones especiales de la explotación chinampera (Hazz et al, 1931).

De las dos técnicas mencionadas anteriormente, la primera se caracteriza por representar la forma tradicional de producir plantas para trasplante a excepción de las técnicas utilizadas en las chinampas de Xochimilco, D.F. (Serrano C. 1979, Fernández et al, 1933). Para ello y dependiendo de la especie a cultivar, es necesario el establecimiento del almácigo, -- mismo que puede quedar sobre el terreno o en su defecto se utilizan cajas u otros accesorios que cumplirán con la misma función, en forma general el almácigo en tierra se construye formando un borde del mismo suelo (cana) sobre el cual se coloca una mezcla uniforme preparada a partir de: arena de río, tierra común y estiércol podrido y mullido, todo esto en una proporción de 1:1:1; una vez construido éste se siembra la semilla para obtener plantas para trasplantarse a raíz desnuda (López et al 1966; Fernández et al 1933). La segunda técnica es relativamente nueva y difiere mucho de la primera (Palacios 1980) para ponerla en práctica, existen en el mercado semilleros de origen sintético (poliestireno) cuya presentación son cajas acedadas con capacidad para 120, 200 y 400 unidades. en las cuales se coloca un sustrato previamente preparado que sirve como medio de anclaje y enraizamiento; en ellos se siembra la semilla, germina y crece la plántula que posteriormente se saca con todo y cepellón --- (sustrato) para colocarla en su lugar definitivo (Palacios 1981). Esta última técnica retoma algunos elementos del sis-

tuna de producción agrícola hidropónica, principalmente en - el área correspondiente a "cultivos en agregado" cuyo principio básico de función parte de que las plantas germinan y -- crecen en un sustrato con propiedades de retención de humedad (arena, vermiculita, turba, compostas, etc.), auxiliadas con soluciones nutritivas que se aplican a la superficie del sustrato por medio de sub-irrigación, goteo, capilaridad, etc. (M. Resh 1981; Sánchez, 1979).

Es de todos bien conocido que en México se han establecido - estrategias para lograr el mejor aprovechamiento del recurso agua, para cualquier fin ya sea éste industrial, urbano o -- agrícola. En este último rubro (el agrícola) se tienen serios problemas para hacer un uso óptimo del recurso agua --- (Laroue, 1981), por ello gran parte de la investigación agrícola está dirigida a generar nuevas técnicas que permitan liberar agua en los distritos de riego, administrar las zonas de buen temporal, así como estudiar las posibilidades de las zonas de alto riesgo o temporal incierto (Espinoza, 1978).

Siendo consecuente con esta política la técnica del trasplante ha sido retomada por algunos centros de investigación e - incluso se ha avocado personal en la especialización de estas técnicas (Lee 1981), estas investigaciones tienen como objetivo la eliminación de la primera etapa de desarrollo de algunos cultivos en su lugar definitivo de crecimiento por medio de la implementación de almácigos (Vicuña, Carranza, 1981), algunos resultados parciales han sido reportados por el cen-

tro nacional de métodos avanzados de riego (CENMAR) en melón (Cucumis melo) y en elgajón (Cassipoupa hirsuta) (Astorga y Gallardo, 1981); otros resultados se han dado a conocer por el centro de etafología del colegio de posgraduados en sus trabajos sobre trasplante de maíz y frijol (Larcue y Cajuste, 1981); en Sinaloa se ha puesto en práctica comercial la producción de plantas con cepellón en jitomate (Lycopersicon esculentum); en esta zona horticola se utilizan las técnicas de cultivo hidropónico en agregado definido por Sánchez del Castillo (Sánchez, 1979); el término de cultivo en agregado es convencional y sirve para designar una rama del sistema de producción agrícola hidropónica; en el Estado de Morelos en 1980 se dió a conocer una innovación para producir plantas con cepellón en jitomate (Lycopersicon esculentum), adaptada a los niveles del productor Moreliense, en ella se utiliza como sustrato el bagozo de caña de azúcar y paja de arroz composteados, fertilizantes de fácil acceso y el establecimiento de la periodicidad de riegos nutrimentales, todo ello en charolas de poliestireno eceldados (Palacios, 1980).

A partir de las experiencias acumuladas en torno a esta técnica (producción de plantas con cepellón) se pueden observar -- tres aspectos fundamentales: a) El sustrato utilizado b) La solución de nutrimentos y c) La periodicidad de los riegos (Bacca, 1983).

Por lo que se refiere a los sustratos, estos pueden ser de origen inorgánico (vermiculita, perlita, suelo natural, etc.)



y orgánicos (turbas, musgos, compostas, etc.); los primeros generalmente son de importación e inertes lo que conlleva en su utilización a elevar los costos de producción; en los segundos algunos son de difícil obtención como el musgo y la turba, pero los obtenidos a partir de un proceso de composteo y con características agronómicas deseables pueden ser de uso común ya que el producto (del composteo), puede considerarse como un humus artificial resultante del tratamiento y manejo especializado del material orgánico, propenso a una fácil biodegradación, el origen de estos esquilmos orgánicos pueden ser: agrícola, industrial o urbano (Rubio,1979).

Penningsfeld y Kurzman (1979), indican que un punto decisivo para el éxito en la elaboración de las soluciones nutritivas es saber su composición, ya que la concentración óptima depende de la clase de planta y del clima prevaleciente (Dacca, et al 1983), pues la región de respuesta es diferente en cada especie pero que existen márgenes y rangos que nos permiten movernos en los mínimos, óptimos y máximos de requerimientos nutritivos (Douglas, 1970; Schwarz 1975)(ver cuadros 1,2 y 3).

Generalmente la técnica de irrigación que se utiliza consiste en aplicar la solución nutritiva directamente a la superficie del agregado sin reutilizarla, con ello se ahorran los gastos que ocasionaría una infraestructura complicada, el principal problema a resolver con este método es la periodicidad de los riegos, pues se ha venido utilizando como se

colifican en Estados Unidos de Norte América, de uno a dos riegos en invierno y de dos a tres en verano por semana, en ambos casos se intercala el riego con agua pura o sola para -- mantener las condiciones de humedad adecuadas (Sánchez y Escalante, 1991).

Tomando en cuenta las posibilidades de biodegradación de los esquilmos agrícolas para obtener sustratos que sean utilizados en la producción de plántulas con cepellón para el trasplante y la utilización de fertilizantes de uso común agrícola en la preparación de soluciones nutritivas (Sánchez, et al, 1979), se puede adecuar la técnica a cualquier región hortícola, caso que representa muchas ventajas en comparación con la práctica del almácigo tradicional, por lo que se beneficia a los horticultores que no practican ésta técnica.

| ELEMENTO  | SIMBOLO | FORMA DISPONIBLE  | PESO ATOMICO | PPM     | CONCENTRACION DE TEJIDO SECO % | NUM. RELATIVO DE ATOMOS COMPARADOS CON EL MOLIBDENO |
|-----------|---------|---|--------------|---------|--------------------------------|---|
| Hidrógeno | H       | H <sub>2</sub> O  | 1,01         | 60.000  | 6                              | 60 x 10 <sup>6</sup>                                |
| Carbono   | C       | CO <sub>2</sub>   | 12,01        | 450.000 | 45                             | 35 x 10 <sup>6</sup>                                |
| Oxígeno   | O       | O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O   | 16           | 450.000 | 45                             | 30 x 10 <sup>6</sup>                                |
| Nitrógeno | N       | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                               | 14,01        | 15.000  | 1.5                            | 1 x 10 <sup>6</sup>                                 |
| Potasio   | K       | K <sup>+</sup>  | 39,0         | 10.000  | 1.0                            | 2.5 x 10 <sup>5</sup>                               |
| Calcio    | Ca      | Ca <sup>++</sup>  | 40,08        | 5.000   | 0.5                            | 12.5 x 10 <sup>4</sup>                              |
| Magnesio  | Mg      | Mg <sup>++</sup>  | 24,33        | 2.000   | 0.2                            | 8 x 10 <sup>4</sup>                                 |
| Fósforo   | P       | H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , H <sub>2</sub> Pu <sub>4</sub> <sup>=</sup> | 30,98        | 2.000   | 0.2                            | 60 x 10 <sup>3</sup>                                |
| Azufre    | S       | SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>  | 32,07        | 1.000   | 0.1                            | 30 x 10 <sup>3</sup>                                |
| Cloro     | Cl      | Cl <sup>-</sup>   | 35,45        | 100     | 0.01                           | 3000  |
| Boro      | B       | Bo <sub>3</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>   | 10,82        | 20      | 0.002                          | 2000  |
| Hierro    | Fe      | Fe <sup>+++</sup> , Fe <sup>++</sup>  | 55,85        | 100     | 0.01                           | 2000  |
| Manganeso | Mn      | Mn <sup>++</sup>  | 54,94        | 50      | 0.005                          | 1000  |
| Zinc      | Zn      | Zn <sup>++</sup>  | 65,38        | 20      | 0.002                          | 300   |
| Cobre     | Cu      | Cu <sup>++</sup> , Cu <sup>+</sup>  | 63,54        | 6       | 0.0006                         | 100   |
| Molibdeno | Mo      | Mo O <sub>4</sub>   | 95,95        | 0,1     | 0.00001                        | 1   |

Cuadro No. 1

Concentraciones de elementos esenciales consideradas aceptables para la mayoría de las plantas.  
 Tomado de Howard M. Rusch, ph. D.

Cuadro No. 2

Rangos: mínimo, óptimo y máximo de elementos e iones presentes en las soluciones nutritivas según Schwart, 1975, (ppm).

| ELEMENTO O RADICAL      | MINIMO | OPTIMO     | MAXIMO |
|-------------------------|--------|------------|--------|
| $\text{NO}_3^-$         | 200    | 300 - 900  | 1000   |
| $\text{NH}_4^+$         |        | 0 - 40     | 100    |
| P                       | 30     | 30 - 90    | 100    |
| $\text{K}^+$            | 150    | 200 - 400  | 600    |
| $\text{Ca}^{++}$        | 100    | 150 - 400  | 600    |
| $\text{Mg}^{++}$        | 25     | 25 - 75    | 150    |
| $\text{SO}_4^+$         | 150    | 200 - 1000 | 1000   |
| $\text{Cl}^-$           | 30     | - 350      | 600    |
| $\text{Na}^+$           |        |            | 400    |
| $\text{Fe}^{+++}$       |        | 0.5 - 2    |        |
| $\text{H}_3\text{BO}_3$ |        | 0.2 - 1    | 5      |
| $\text{Zn}^{++}$        |        | 0.2 - 2    | 20     |
| $\text{Cu}^{++}$        |        | 0.1 - 2    | 5      |
| $\text{Mn}^{++}$        |        | 1 - 5      | 15     |

Cuadro No. 3

Rangos: mínimo, óptimo y máximo de elementos presentes en soluciones hidropónicas según Douglas, 1970, (ppm).

| ELEMENTO | MINIMO | OPTIMO | MAXIMO |
|----------|--------|--------|--------|
| N        | 150    | 300    | 1000   |
| Ca       | 300    | 400    | 500    |
| Mg       | 50     | 75     | 100    |
| P        | 50     | 80     | 100    |
| K        | 100    | 250    | 400    |
| S        | 200    | 400    | 1000   |
| Cu       | 0.1    | 0.5    | 0.5    |
| Bo       | 0.5    | 1      | 5      |
| Fe       | 2      | 5      | 10     |
| Mn       | 0.5    | 2      | 5      |
| Mo       | 0.001  | 0.001  | 0.002  |
| Zn       | 0.5    | 0.5    | 1      |

Cuadro No. 3

Rangos: mínimo, óptimo y máximo de elementos presentes en soluciones hidropónicas según Douglas, 1970, (ppm).

| ELEMENTO | MINIMO | OPTIMO | MAXIMO |
|----------|--------|--------|--------|
| N        | 150    | 300    | 1000   |
| Ca       | 300    | 400    | 500    |
| Mg       | 50     | 75     | 100    |
| P        | 50     | 80     | 100    |
| K        | 100    | 250    | 400    |
| S        | 200    | 400    | 1000   |
| Cu       | 0.1    | 0.5    | 0.5    |
| Bo       | 0.5    | 1      | 5      |
| Fe       | 2      | 5      | 10     |
| Mn       | 0.5    | 2      | 5      |
| Mo       | 0.001  | 0.001  | 0.002  |
| Zn       | 0.5    | 0.5    | 1      |

4.1.- Obtención de sustratos por composteo.

Hay diversos medios y mezclas que se usan con el fin de colocar semillas a germinar, para tener buenos resultados se requiere que éstos reúnan las siguientes características: el medio debe ser firme y denso para soportar la planta durante la germinación y enraizamiento, su volumen no debe variar mucho ya sea seco o mojado, debe retener la suficiente humedad para que no sea necesario regarlo con mucha frecuencia, debe permitir la buena aireación que necesita la planta en el inicio de su desarrollo, condiciones fitosanitarias aceptables, debe haber una suficiente provisión de nutrimentos para la germinación de semillas (Hartmann y Kiestler, 1975), en este sentido los sustratos utilizados en Xochimilco son exclusivos de la zona y la técnica no se puede trasladar a un medio que no reúna características iguales -- (Sánchez, et al 1979); originalmente los sustratos utilizados en el Estado de Sinaloa eran la vermiculita y el musgo, materiales de importación que han sido desplazados por suelo con perlita. en Morelos los sustratos obtenidos por medio de composteo de esquilmos agrícolas - han dado buenos resultados (Palacios, et al 1981), esto abre la posibilidad de adaptar a cualquier zona agrícola la técnica de trasplante con cepellón en una gran variedad de cultivos (Gallardo 1980) y al obtener sustra-

tos con características microbiológicas y agronómicas - deseables (Carbonero, 1978), se desalman con ello los - proyectos de importación que son antieconómicos (Sánchez et al, 1979). Algunos intentos para obtener sustratos de buena calidad en otros países tendientes a desplazar el uso de la turba, vermiculita y musgo, han dado resultados con algunas combinaciones de: turba y suelos combinados (Van Sherven, 1981), suelo con polvo de cáscara de coco (John, 1966), bajazo de caña de azúcar (Lieverman, 1971), composta vegetal (Iswaran, 1972), compostas de mazorcas de maíz (Corby, 1976). Los resultados han sido buenos en algunos cultivos particulares pero no se puede generalizar ya que la región de respuesta depende en mucho de las especies cultivadas (Baca, 1981).

Tomando en consideración que el composteo es un proceso biológico para transformar desechos orgánicos en productos estables, y que han tenido como principal objetivo - el servir como acondicionador de suelo (Martínez 1974; Elías 1976; López, Vidal y Pereyra 1975 y García, 1969), se puede dada la gran cantidad de esquilmos agrícolas - desechados, enfocar esta descomposición biológica a la obtención de sustratos para formar el cepellón de las - plantas (Palacios, et al, 1981), para ello habría que ensayar con productos locales y los cultivos que ahí se establecen (Baca, 1983).

Se han seguido diferentes procesos para acelerar la



descomposición biológica de la materia orgánica (vertedero abierto, incineración, pirólisis, apilado, etc.), en este caso dado que el enfoque es agrícola se utilizará el método de pilas por ser el más práctico y sencillo que se puede adaptar al medio rural y que consiste en formar pilas de esquilmos agrícolas mediante el proceso normal (Palacios, et al, 1980) que es considerado como lento porque para transformar los desechos agrícolas en compostas se requiere un promedio de dieciseis - semanas, período de tiempo en el que se efectuará la -- prefermentación, fermentación y maduración proceso en - el cual se tendrá que llevar un control que consistirá en tomar temperaturas diarias para detectar la actividad microbiológica de las pilas, efectuando en los primeros quince días dos riegos y volteos simultáneos posteriormente cada quince días se efectuará un riego y volteo simultáneos hasta completar las dieciseis semanas - que se pondrán como límite para observar los resultados del apilado.

Para cumplir con los objetivos planteados y de acuerdo al diseño experimental se estableció el siguiente programa de trabajo para el proceso de composteo:

#### 4.1.1.- Programa uno.

- 1) Selección de esquilmos agrícolas derivados de dos - especies de leguminosas y dos especies de gramíneas.
- 2) Formar pilas para composteo de los esquilmos agrícola-

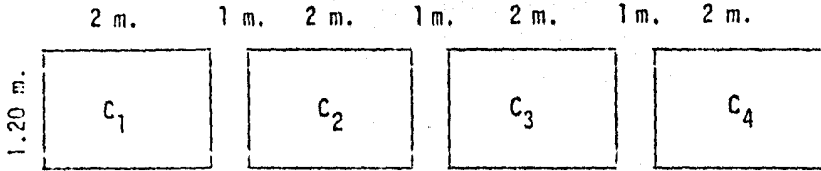
las obtenidos. ( $C_1, C_2, C_3, C_4$ ) con las siguientes dimensiones: 70 cm. de altura, 1.20 cm. de ancho y 2 metros de largo. (ver figura 1 ).

- 3) Practicar volteos: 1) a los 3 y 15 días de formación de las pilas, 3) al 6º a los: 30, 45, 60 y 75 días.
- 4) Registrar datos de temperatura diario de las pilas, antes y después de cada volteo, mantener humedad -- constante de un ciento por ciento en las compostas y registrar temperatura ambiente.
- 5) Parar el proceso de composteo a los tres meses de -- establecido y tamizar las compostas para esterilizarlas y dejarlas listas para la siembra.
- 6) Tomar muestras de las compostas antes de su esterilización para efectuar los siguientes análisis quími-  
cos:
  - a) PH
  - b) Porcentaje de materia orgánica
  - c) Relación carbono/nitrógeno
  - d) Conductividad eléctrica
  - e) Capacidad de intercambio catiónico total
  - f) Cantidad en partes por millón de: fósforo, potasio, magnesio y calcio
  - g) Nitrógeno total.

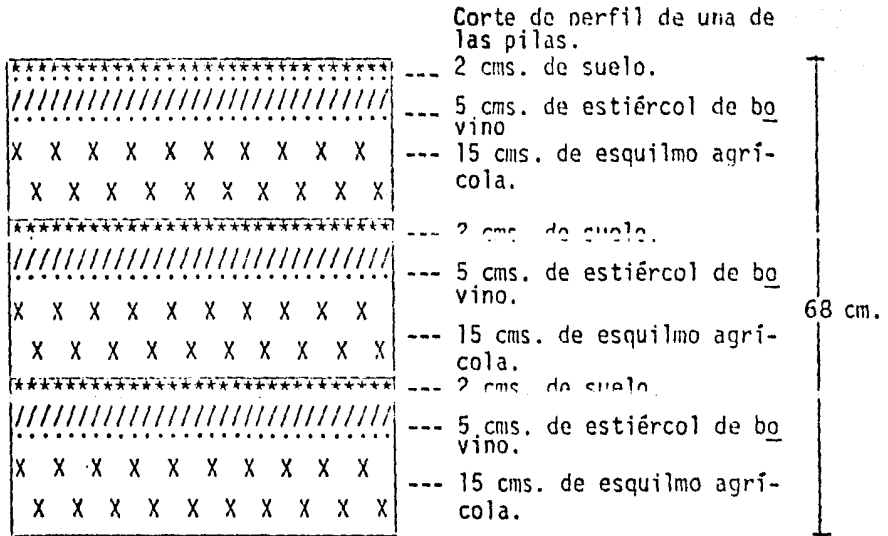
Para la ejecución de este programa se tiene que tomar - en consideración algunos aspectos relevantes en el proceso de composteo para entender cada una de las etapas en la formación de sustratos.

Figura No. 1

Distribución de los campos de fermentación por pilas y un corte de perfil.



Disposición de las pilas en la superficie elegida.



#### 4.1.2.- Fase del fermentado

El proceso natural de apilado se efectúa mediante una fermentación aeróbica de los desechos sólidos, el cual es un proceso exotérmico debido a la presencia y actividad de los microorganismos ya que la pila se constituye por un conjunto orgánico-mineral sumamente complejo que contiene una gran variedad de gómenes vivos y todas las sustancias necesarias para su alimentación y crecimiento. Los desechos agrícolas contienen una gran cantidad de bacterias, hongos y protozoos, así como larvas y huevecillos de parásitos cuya destrucción se persigue; en general este proceso es del tipo de autofermentación, acompañado de reacciones químico-biológicas sumamente complicadas; en cierta forma este proceso (composteo) se puede comparar con el fenómeno de la respiración, en el cual se consume oxígeno y se desprende dióxido de carbono favoreciéndose el metabolismo de ciertos elementos con liberación de energía o calor, que se traduce en un incremento de la temperatura. Por lo anterior es importante mantener las mejores condiciones para lograr la destrucción de los gómenes patógenos y la transformación de los compuestos orgánicos remanentes, evitando pérdidas del producto. Por ello todas las operaciones para completar el proceso se aceptaron porque resultan prácticas en su aplicación (Martínez et al, 1974).

La aereación es el factor básico del proceso y determina el grado de fermentación uniforme que se pueda obtener; diversas investigaciones demuestran que debe suministrar

se una buena ventilación al producto, de tal forma que la producción de gas carbónico sea continua. Lo anterior es particularmente importante en la primera etapa de la fermentación y se logra volteando las pilas.

#### 4.1.3.-Microbiología de la materia orgánica.

La fermentación aeróbica en el método de pilas comienza en un corto periodo de tiempo después de establecida durante el cual, las bacterias y hongos mesófilos predominan. Su actividad en el inicio es sumamente intensa, ya que los microorganismos tienen a su disposición todas las sustancias asimilables de los desechos, esta actividad libera energía que se traduce en un aumento en la temperatura que permite la proliferación de bacterias termófilas a temperaturas de 65°C. Estos dos periodos tienen lugar durante los primeros cinco a seis días de instalada la pila; al final de esta fase y como resultado del consumo de sustancias complejas y el decaimiento de otras, hay un aumento de temperatura constante de tal forma que sólo sobreviven las bacterias termófilas. Para ello y bajo las condiciones de composteo por pilas puede observarse que es inútil tratar de acortar el tiempo de fermentación ya que ciertas especies de bacterias volverían a activarse si no son destruidas totalmente.

#### 4.1.4.-Ubicación y desarrollo experimental.

La actividad experimental tuvo lugar en la Facultad de

Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM., aquí se eligió el terreno cercano al Laboratorio Experimental Multidisciplinario (L.E.M.), se delimitó el área de fermentación, se dividió la superficie en cuatro unidades experimentales ( u.e.), las cuales fueron identificadas como: C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>, siendo bajazo de caña de azúcar, paja de frijol (tasol), cáscara de cacahuete y cascarilla de arroz respectivamente (ver figura No. 1 ), el terreno se apisonó y niveló teniendo las dimensiones que se establecen en el programa de trabajo, el estiércol de bovino utilizado y el suelo para tapar cada una de las capas que formaron la pila se obtuvieron del rancho de la Facultad.

Una vez formadas las pilas de fermentación se procedió a tomar lecturas de las temperaturas en las compostas (ver cuadro No. 4 ), de acuerdo al programa de trabajo se siguieron las indicaciones de riegos y volteos en el lapso de tiempo estipulado.

Las actividades complementarias para la obtención del sustrato correspondiente se dividieron en dos fases: La primera consistió en tamizar el sustrato de composteo con una malla de 0.25 cms. de diámetro, esterilizando el sustrato y envasándolo para su siembra, en esta etapa se incorporó al experimento el testigo principal que consistió en la utilización de verminulita y se le asignó la denominación de C<sub>5</sub> (ver figura 2 ); la segunda

Figura No. 2. Nomenclatura asignada a las charolas de poli-  
estireno, arreglo que se muestra para facilitar el entendi-  
miento de las variables sujetas de experimentación.

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| C1 F1 | C1 F2 | C1 F3 | C1 F4 | C1 F5 |
| C2 F1 | C2 F2 | C2 F3 | C2 F4 | C2 F5 |
| C3 F1 | C3 F2 | C3 F3 | C3 F4 | C3 F5 |
| C4 F1 | C4 F2 | C4 F3 | C4 F4 | C4 F5 |
| C5 F1 | C5 F2 | C5 F3 | C5 F4 | C5 F5 |

F1...  $H_2O$

F2....  $NH_4NO_3 + (NH_4)_2HPO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

F3....  $(NH_2)_2CO + Ca(HPO_4) + K_2SO_4 + H_2O$

F4....  $(NH_4)_2SO_4 + Ca_3(PO_4)_2 + K_2SO_4 + H_2O$

F5....  $KNO_3 + (NH_4)_2SO_4 + H_2O$

C1= Bagazo de caña de azúcar

C2= Paja de frijol (tasol)

C3= Cáscara de cacahuete

C4= Cascarrilla de arroz

C5= Vermiculita

etapa consistió en tomar muestras antes de la esterilización por medio de vapor de las compostas y así efectuar el análisis químico de las pruebas ya indicadas.

Las técnicas para el análisis y cálculos de las compostas aparecen en el apéndice No. 1.

#### 4.2.-Elaboración de soluciones de fertilización.

Se considera una solución verdadera, aquella cuya composición química coincide a la correspondiente dada por su fórmula, es decir que la cantidad total de componentes de las sustancias agregadas en la preparación, puede ser determinado mediante los análisis químicos correspondientes debido a que en ningún caso se excedieron los límites de las solubilidades de dichas sustancias en la mezcla global (Steiner, 1961), así mismo los criterios que deben de tomarse en cuenta para la elaboración de soluciones nutritivas son: una concentración relativa de cationes, una concentración relativa de aniones, una concentración iónica total y un determinado pH (Steiner, 1966); existen más de 300 fórmulas publicadas como composiciones especiales para cierta clase de plantas. es evidente ahora que la mayoría de esas fórmulas provienen de experimentos en los cuales una cierta composición fué usada. Muchas de esas composiciones no son verdaderas soluciones, sino suspensiones donde están presentes partículas o moléculas disociadas (Steiner, 1968).



Las recomendaciones de utilizar directamente fertilizantes de fácil acceso no permiten tener un control preciso de los elementos necesarios agregados en solución, - además de los macro y micronutrientes que proporciona a la planta el sustrato es decir que no se trata de soluciones nutritivas verdaderas (Sánchez, et al, 1979; - Palacios, et al, 1980).

Hasta ahora solo se tiene como punto de partida, la forma propuesta por Palacios en 1981, para fertilizar sustratos provenientes del composteo de esquilmos agrícolas con fertilizantes que se encuentran en el mercado fácilmente, esto nos permite elaborar el siguiente programa de trabajo:

#### 4.2.1.-Programa No. dos.

- 1) Estudiar los fertilizantes básicos que comercializa Fertimex, y seleccionar los de uso común en el medio rural.
- 2) Elaborar las soluciones fertilizantes propuestas, tomando como punto de referencia; una ya conocida y -- usada en explotación comercial.
- 3) Observar las características ácidas de fuentes nitrogenadas y aplicar con criterios para corregir el pH. de sustratos y posibilidades de aplicación (ver cuadros No. 4 y 5)
- 4) Conservar las soluciones fertilizantes en sitio oscuro y baja temperatura con el objeto de evitar reác

ciones indeseables ó inconvenientes.

#### 4.2.2.-Fórmulas de fertilización.

Los criterios para elaborar las soluciones de fertilización están dados por el análisis físico-químico de los sustratos ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$ ); fueron retomados los resultados reportados en cuanto a la cantidad en partes por millón que necesitan las soluciones hidropónicas (Douglas et al, 1970. Ver cuadro No.3 ), considerando el mínimo, óptimo y máximo de los requerimientos nutrimentales de las plantas, la solución para fertilizar en el Estado de Morelos para la producción de planta con cepellón, los fertilizantes básicos que comercializa Fertilizantes Mexicanos (FERTIMEX, ver cuadros 4 y 5), las soluciones de fertilización propuestas solo contienen como punto de partida los tres macroelementos esenciales y algunos elementos que acompañan a los compuestos de las fuentes utilizadas como: Calcio, Magnesio, Azufre, etc. Las fuentes entonces utilizadas son tres y de uso común en el medio rural.

##### A) Nitrogenadas

- 1) Nitrato de Amonio \_\_\_\_\_  $NH_4NO_3$
- 2) Urea \_\_\_\_\_  $((NH)_2CO)$
- 3) Sulfato de Amonio \_\_\_\_\_  $(NH_4)_2SO_4$
- 4) Nitrato de Potasio \_\_\_\_\_  $KNO_3$

##### b) Fosforadas

- 1) Fosfato Diamónico \_\_\_\_\_  $(NH_4)_2HPO_4$

- 2) Superfosfato simple \_\_\_\_\_  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$   
 3) Superfosfato triple \_\_\_\_\_  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

C) Potásicas

- 1) Sulfato de Potasio \_\_\_\_\_  $\text{K}_2\text{SO}_4$   
 2) Cloruro de Potasio \_\_\_\_\_  $\text{KCl}$

Tomando en cuenta el 5% de impurezas que a nivel comercial tienen los fertilizantes, se efectuaron las siguientes formulaciones para agregar en 200 litros de agua, - las concentraciones fueron de 200 partes por millón de nitrógeno, 40 partes por millón de fósforo y 100 partes por millón de potasio, para la evaluación de las fórmulas propuestas se propone como testigo principal el uso de agua y como parámetro de comparación la fórmula dos que es la utilizada en Cuautla, Morelos, a nivel comercial conjuntamente con el bagazo de caña de azúcar composteado.

Fórmulas

F<sub>1</sub> ----- Agua

F<sub>2</sub>      100 grs. -----  $\text{NH}_4\text{NO}_3$   
           35 grs. -----  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$   
           90 grs. -----  $\text{K}_2\text{SO}_4$   
           200 lts. -----  $\text{H}_2\text{O}$

F<sub>3</sub>      92 Grs. ....(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO  
           22 Grs. ....CaH<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>  
           95 Grs. ....K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
           200 Lts. ....H<sub>2</sub>O

F<sub>4</sub>      205 Grs. ....(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
           45 Grs. ....Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>  
           95 Grs. ....K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
           200 Lts. ....H<sub>2</sub>O

F<sub>5</sub>      60 Grs. ....KNO<sub>3</sub>  
           32 Grs. ....(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>  
           170 Grs. ....(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
           200 Lts. ....H<sub>2</sub>O

Las tres últimas fórmulas son las propuestas en este trabajo y el arreglo de la nomenclatura propuesta será la que se utilizará como (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>), respectivamente así como para las compostas será C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> y C<sub>5</sub> que son: bagazo de caña de azúcar, paja de frijol, cáscara de cacahuete, cascarilla de arroz y vermiculita siendo F<sub>1</sub> y C<sub>5</sub> los testigos principales y C<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> los parámetros de comparación de las fórmulas propuestas -- con la utilizada comercialmente en el Estado de Morelos, contando con los elementos necesarios para llevar a cabo la parte experimental final se propuso el siguiente programa de trabajo.

Cuadro No. 4

Fertilizantes básicos que comercializa FERTIMEX, hasta 1985.

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| AMONIACO ANHIDRO    | 82% N                    |
| UREA                | 45% N                    |
| NITRATO DE AMONIO   | 33.5% N                  |
| SULFATO DE AMONIO   | 20.5% N                  |
| ACIDO FOSFORADO     | 52 % $P_2O_5$            |
| SUPERFOSFATO TRIPLE | 43 % $P_2O_5$            |
| SUPERFOSFATO SIMPLE | 18 % $P_2O_5$            |
| CLORURO DE POTASIO  | 45 - 60 % Potasa $K_2O$  |
| SULFATO DE POTASIO  | 48 - 52 % Potasa $K_2O$  |
| FOSFATO DIAMONICO   | 18 - 46 - 0 N y $P_2O_5$ |

Fuente: Comunicado oficial. (ver apéndice no. IV.).

| FÓRMULA   | $(NH_4)_2SO_4$ | $Ca_3H_2(PO_4)_2$ | $Ca_3(PO_4)_2$ | KCl. | $(NH_4)_2HPO_4$ | $NH_4HCO_3$ | $K_2SO_4$ | $MgSO_4$ |
|-----------|----------------|-------------------|----------------|------|-----------------|-------------|-----------|----------|
| 10-10-0   | 476            | 524               |                |      |                 |             |           |          |
| 10-8-4    | 430            |                   | 450            | 70   |                 |             |           |          |
| 15-5-5    | 720            | 150               | 46             | 84   |                 |             |           |          |
| 10-8-6    | 480            | 420               |                | 160  |                 |             |           |          |
| 15-5-5    | 690            | 200               |                | 84   | 26              |             |           |          |
| 12-8-4    | 576            | 314               | 44             | 66   |                 |             |           |          |
| 18-45-3   | 858            | 92                |                | 50   |                 |             |           |          |
| 18-45-3   | 804            | 36                |                | 48   |                 |             |           |          |
| 6-12-6    | 268            | 600               | 12             | 100  |                 |             |           |          |
| 12-6-6    | 576            | 324               |                | 100  |                 |             |           |          |
| 12-8-10   | 576            | 146               | 112            | 100  |                 |             |           |          |
| 12-8-0    | 566            | 422               |                |      |                 |             |           |          |
| 6-10-10   | 248            | 546               |                | 166  |                 |             |           |          |
| 12-6-0    | 576            | 316               |                |      |                 |             |           |          |
| 6-10-15   | 284            | 430               | 40             | 246  |                 |             |           |          |
| 17-8-4    | 759            | 87                |                | 67   | 87              |             |           |          |
| 17-4-8    | 752            | 46                |                | 134  |                 |             |           |          |
| 17-4-8    | 760            |                   | 27             | 133  | 60              |             |           |          |
| 17-4-4    | 800            | 80                | 54             | 66   |                 |             |           |          |
| 14-7-0    | 660            | 320               | 20             |      |                 |             |           |          |
| 9-9-9     | 432            | 382               | 38             | 148  |                 |             |           |          |
| 8-8-8     | 382            | 422               |                | 132  |                 |             |           |          |
| 17-17-17  | 100            |                   |                | 284  | 370             | 246         |           |          |
| 17-4-8    | 780            |                   | 28             | 132  | 60              |             |           |          |
| 18-45-3   | 838            |                   | 92             | 50   |                 |             |           |          |
| 6-10-10   | 286            |                   | 216            | 164  |                 |             |           |          |
| 12-8-12-4 | 260            |                   |                |      | 160             | 120         | 240       | 220      |
| 10-5-10-5 | 400            |                   |                |      | 110             |             | 34        | 452      |
| 12-8-12-4 | 310            |                   |                |      | 160             |             | 200       | 220      |

4.3.-Programa No. tres.

- 1) Llenar las charolas de poliestireno, con la composta esterilizada en cada una de las asignaturas designadas para los tratamientos.
- 2) Sembrar dos semillas de jitonate (Lycopersicum esculentum), variedad ACE a 0.5 cm. de profundidad en cada celda sujeta al experimento, regar y apilar las charolas, tapando la más superficial, para facilitar germinación y registrar temperatura ambiente diariamente.
- 3) Graduar la luminosidad entre un 60 y 50 por ciento, para efectuar el terdido de las charolas en su lugar definitivo.
- 4) Aplicar el programa de riego con las soluciones fertilizantes intercalando riegos con agua de uso común, a partir del momento en que se haga necesario.
- 5) Registrar medidas de crecimiento a partir del momento en que sea factible hacerlo y continuar tomando datos cada cinco días, hasta llegar a los 30 días -- después de la siembra; observar en esta etapa el quitado de la sombra a los quince días después de la -- siembra y dejar las plantas a pleno sol; aclarear las celdas y trasplantar en donde haya necesidad de hacerlo, calcular porcentaje de germinación.
- 6) Al finalizar la fase última experimental, pasados -- treinta días después de la siembra, registrar datos de los siguientes parámetros:
  - a) Area foliar -----AF

- b) Diámetro de tallo-----ØT
  - c) Longitud de raíz-----L.R.
  - d) Crecimiento aéreo total-----C.A.T.
  - e) Peso seco de raíz-----P.S.R.
  - f) Peso seco total-----P.S.T.
- 7) Efectuar evaluación gráfica de los primeros cinco pa  
rámetros.
  - 8) Practicar análisis estadístico con diseño de bloques  
al azar, en peso seco total y efectuar pruebas de me  
dias con la DMSH de Tukey.

Esta última fase experimental se llevó a cabo en el In-  
vernadero de la carrera de Ing. Agrícola, habiendo hecho  
modificaciones leves en cuanto a la disposición del mobi  
liario y a la adaptación de sombras provisionales con --  
plástico.

#### 4.4.-Programa de riego.

El programa de riego que se siguió fue el adoptado por -  
Palacios en 1980, en donde se aplicaron tres riegos por  
semana con las soluciones fertilizantes intercalando en-  
tre éstas, riegos con agua de uso y con aplicaciones dos  
veces al día con el siguiente horario: el primero a las  
8:00 A.M. y el segundo a las 18:00 P.M., la cantidad --  
tanto de agua y solución fertilizante aplicada por riego  
fue de 1000 ml. por cada charola que contenía 120 plan-  
tas. Este programa tuvo una duración de 30 días después  
de la siembra , período en el cual se tomaron las lectu-



ras de crecimiento de las plantas cada cinco días a partir del décimo día después de establecida.

#### 4.5.-Diseño experimental.

Para la evaluación estadística se recurrió a un diseño de bloques al azar (apéndice 2), para determinar si existió diferencia estadística significativa (ver cuadro No. 11), de cada tratamiento se seleccionaron al azar 10 plantas a las cuales se les sacó el promedio aritmético y se vaciaron los datos en el modelo experimental, se aclara que el análisis estadístico solo se aplicó a los resultados de peso seco total ya que nos representa a la cantidad de fotosintatos producidos en el período de tiempo que abarca desde la siembra hasta un crecimiento de 30 días, límite establecido para producir planta para trasplante.

Los resultados experimentales obtenidos en los programas de - trabajo previamente establecidos se desglosan punto por punto a continuación:

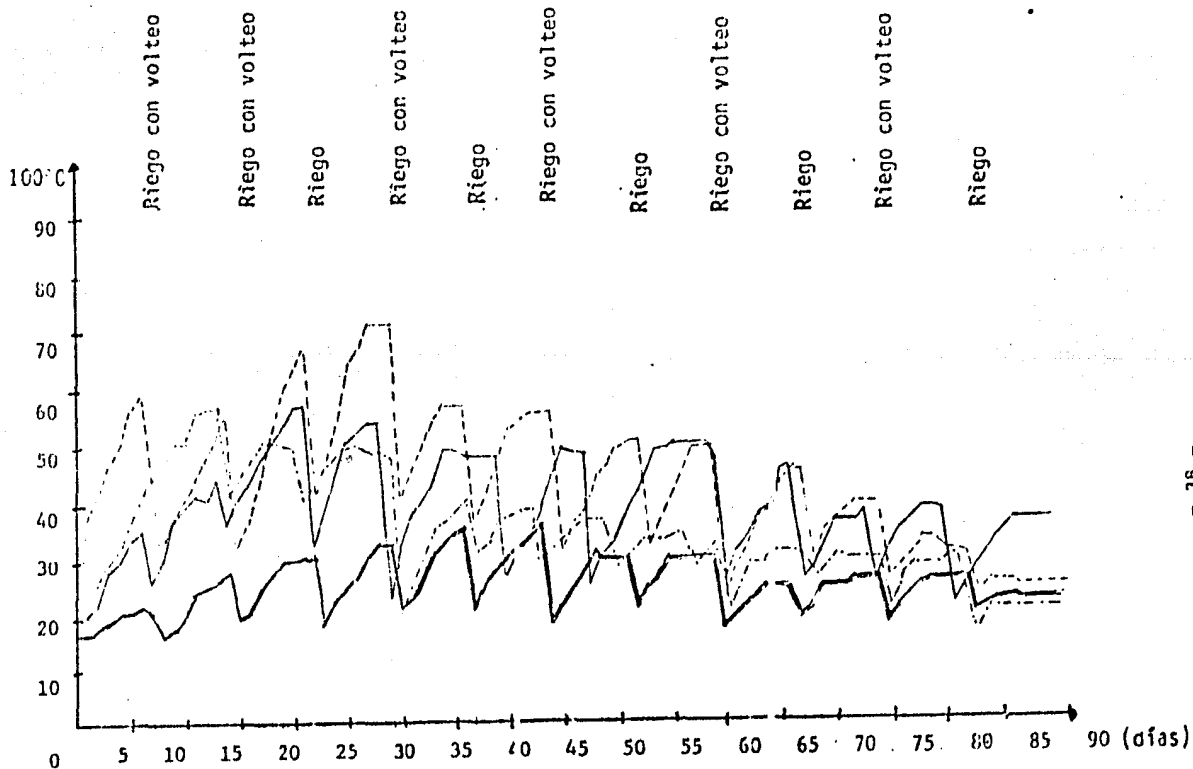
Para el programa No. uno, se obtuvieron los siguientes resultados: Los esquilmos agrícolas se trajeron de Cuautla, Morelos, donde se adquirieron con mayor facilidad naja de frijol (tasol) y cascarilla de cacahuete, el primero es el producto del vareo que se ejecuta al cosechar el frijol y fue obtenido directamente del campo; la cascarilla de cacahuete, se consiguió en la procesadora de alimentos balanceados PROFERM ya -- que no se pudo obtener directamente del campo; el bagazo de caña de azúcar fué obtenido en el Ingenio Casasano en Cuautla, Morelos, y la cascarilla de arroz en la Cooperativa Emiliano Zapata de la misma zona.

Los puntos dos y tres se cumplieron sin contratiempos o factores adversos que pasaran a afectar el proceso; las curvas de comportamiento térmico de las pilas están en la gráfica No. 1, en donde se muestran los efectos de los volteos y riegos, los datos de temperatura para cumplir el punto cuatro se pueden - observar en el cuadro No. 6.

El punto número cinco se cubrió realizando las siguientes -

GRAFICA No. 1

COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA EN C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> Y C<sub>4</sub>  
RIEGOS Y VOLTEOS EN LA FASE DE COMPLETOS



--- C<sub>4</sub>  
- - - C<sub>2</sub>  
— C<sub>3</sub>  
— C<sub>1</sub>

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 9  | 55 | 39 | 47 | 69 | 34 | 9  | 30 | 39 | 48 | 69 | 34 | 9  | 17 | 39 | 28 | 69 | 24 | 9  | 47 | 39 | 37 | 69 | 30 |
| 10 | 39 | 40 | 52 | 70 | 36 | 10 | 36 | 40 | 26 | 70 | 36 | 10 | 20 | 40 | 30 | 70 | 24 | 10 | 50 | 40 | 37 | 70 | 29 |
| 11 | 42 | 41 | 54 | 71 | 38 | 11 | 39 | 41 | 32 | 71 | 36 | 11 | 23 | 41 | 32 | 71 | 24 | 11 | 55 | 41 | 38 | 71 | 29 |
| 12 | 46 | 42 | 55 | 72 | 39 | 12 | 41 | 42 | 34 | 72 | 36 | 12 | 26 | 42 | 34 | 72 | 25 | 12 | 55 | 42 | 38 | 72 | 29 |
| 13 | 50 | 43 | 55 | 73 | 39 | 13 | 40 | 43 | 38 | 73 | 38 | 13 | 25 | 43 | 35 | 73 | 25 | 13 | 40 | 43 | 38 | 73 | 29 |
| 14 | 55 | 44 | 55 | 74 | 39 | 14 | 44 | 44 | 44 | 74 | 24 | 14 | 27 | 44 | 18 | 74 | 25 | 14 | 44 | 44 | 28 | 74 | 20 |
| 15 | 50 | 45 | 50 | 75 | 25 | 15 | 35 | 45 | 49 | 75 | 30 | 15 | 15 | 45 | 20 | 75 | 16 | 15 | 46 | 45 | 30 | 75 | 25 |
| 16 | 55 | 46 | 55 | 76 | 38 | 16 | 40 | 46 | 48 | 76 | 34 | 16 | 20 | 46 | 24 | 76 | 20 | 16 | 50 | 46 | 32 | 76 | 28 |
| 17 | 42 | 47 | 58 | 77 | 30 | 17 | 43 | 47 | 48 | 77 | 36 | 17 | 24 | 47 | 28 | 77 | 22 | 17 | 50 | 47 | 34 | 77 | 28 |
| 18 | 50 | 48 | 44 | 78 | 33 | 18 | 47 | 48 | 25 | 78 | 38 | 18 | 26 | 48 | 30 | 78 | 24 | 18 | 48 | 48 | 36 | 78 | 28 |
| 19 | 58 | 49 | 46 | 79 | 36 | 19 | 50 | 49 | 30 | 79 | 38 | 19 | 24 | 49 | 29 | 79 | 25 | 19 | 49 | 49 | 36 | 79 | 29 |
| 20 | 62 | 50 | 48 | 80 | 31 | 20 | 53 | 50 | 33 | 80 | 38 | 20 | 24 | 50 | 29 | 80 | 25 | 20 | 39 | 50 | 28 | 80 | 29 |
| 21 | 55 | 51 | 50 | 81 | 30 | 21 | 56 | 51 | 38 | 81 | 20 | 21 | 31 | 51 | 29 | 81 | 25 | 21 | 44 | 51 | 30 | 81 | 18 |
| 22 | 50 | 52 | 50 | 82 | 30 | 22 | 57 | 52 | 43 | 82 | 25 | 22 | 31 | 52 | 18 | 82 | 25 | 22 | 46 | 52 | 32 | 82 | 20 |
| 23 | 46 | 53 | 50 | 83 | 23 | 23 | 53 | 48 | 33 | 83 | 28 | 23 | 19 | 53 | 24 | 83 | 16 | 23 | 48 | 53 | 33 | 83 | 22 |
| 24 | 53 | 54 | 56 | 84 | 25 | 24 | 54 | 49 | 34 | 84 | 30 | 24 | 22 | 54 | 25 | 84 | 20 | 24 | 49 | 54 | 32 | 84 | 22 |
| 25 | 63 | 55 | 59 | 85 | 25 | 25 | 45 | 55 | 50 | 85 | 33 | 25 | 21 | 55 | 29 | 85 | 24 | 25 | 49 | 55 | 33 | 85 | 23 |
| 26 | 55 | 56 | 54 | 86 | 25 | 26 | 50 | 56 | 50 | 86 | 35 | 26 | 26 | 56 | 29 | 86 | 25 | 26 | 48 | 56 | 33 | 86 | 22 |
| 27 | 70 | 57 | 49 | 87 | 24 | 27 | 52 | 57 | 50 | 87 | 36 | 27 | 30 | 57 | 29 | 87 | 25 | 27 | 48 | 57 | 28 | 87 | 21 |
| 28 | 70 | 58 | 49 | 88 | 24 | 28 | 53 | 58 | 50 | 88 | 36 | 28 | 32 | 58 | 29 | 88 | 25 | 28 | 47 | 58 | 30 | 88 | 20 |
| 29 | 70 | 59 | 49 | 89 | 24 | 29 | 54 | 59 | 49 | 89 | 36 | 29 | 32 | 59 | 29 | 89 | 25 | 29 | 20 | 59 | 32 | 89 | 20 |
| 30 | 40 | 60 | 25 | 90 | 24 | 30 | 20 | 60 | 20 | 90 | 36 | 30 | 20 | 60 | 16 | 90 | 25 | 30 | 45 | 60 | 20 | 90 | 20 |

actividades: Se tamizaron los sustratos productos del composteo después de tres meses de proceso, se tomaron muestras para cubrir el punto seis del programa y se procedió a la esterilización del resto de los materiales (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>) en esta etapa se incorporó C<sub>5</sub> que también fué esterilizado, se dejaron dos días de reposo al material esterilizado, posteriormente se envasó en las charolas de poliestireno asignándole a éstas la nomenclatura correspondiente como se muestra en la figura No. 2 .

Para cumplir el punto número seis se tuvieron problemas para efectuar el análisis químico de la composta número cuatro -- (C<sub>4</sub>), pues el proceso de biodegradación no fué el suficiente para lograr la maduración, tomando en consideración lo anterior se efectuaron los análisis químicos señalados en el programa solo para C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub>, los resultados se encuentran en el cuadro No.7

En el programa número dos los resultados fueron los siguientes: El punto número uno fué cubierto al asistir a las asesorías que se concertaron con la empresa descentralizada Guanos y Fertilizantes de México, con el Ing. Raul Mercado Jiménez, ahí se nos proporcionaron las listas de los fertilizantes básicos, las mezclas y los compuestos que la empresa comercializa y el grado de impurezas del margen industrial (Ver cuadros 4 y 5).

El punto número dos fué cubierto al preparar las soluciones fertilizantes, solo encontramos problemas para obtener el

Nitrato de Potasio, la solución fertilizante de referencia en este caso viene siendo  $F_2$  que es la utilizada comercialmente en el Estado de Morelos, para el punto número tres se obtuvo el cuadro No. 8 que nos indica el grado de acidificación que ejercen los fertilizantes en el medio, esto se intentó cumplir de esa manera ya que no se tomaron medidas de pH en las soluciones fertilizantes. Para el punto número cuatro no se encontró problema para conseguirlo pues se facilitó el sitio para almacenar las soluciones fertilizantes en cámaras oscuras y con temperatura de  $7^{\circ}C$ , el local se encontró en la Sección de Alimentos en las cámaras de refrigeración.

El programa de trabajo número tres fué cumplido de acuerdo a los planteamientos originales y arrojó los siguientes resultados: El punto uno y dos se cumplieron de acuerdo a lo planeado sin tener contratiempos, ya que tanto materiales e instalaciones fueron facilitadas por las diferentes Secciones a las que se tuvo necesidad de acudir, la siembra se realizó depositando dos semillas por celda a la profundidad señalada y los datos de temperatura ambiente aparecen en el cuadro No. 8, el tapado, regado y aplilado de las charolas se realizó de acuerdo a lo que indica el programa de actividades.

El punto número tres se cumplió colocando plástico negro en el local y por encima de las plantas ya que la imposibilidad de colocar malla para sombra tuvo su origen en la falta de re

CUADRO No. 7 \*\*

RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LAS MUESTRAS DE COMPOSTAS (C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub>).

| MUESTRA        | PH   | % M.O. | % C   | C/N   | C.I.C.T.<br>Req./100 | C.E.<br>Mmos/cm | N. Total | P<br>p.p.m | K<br>p.p.m | Ca<br>p.p.m | Mg.<br>p.p.m. |
|----------------|------|--------|-------|-------|----------------------|-----------------|----------|------------|------------|-------------|---------------|
| C <sub>1</sub> | 6.29 | 20.36  | 11.80 | 7.07  | 72.14                | 1225            | 1.67     | 120        | 2150       | 24488       | 10336         |
| C <sub>2</sub> | 6.3  | 16.42  | 9.5   | 26.5  | 50.9                 | 1400            | 0.358    | 16         | 6200       | 21828       | 9119          |
| C <sub>3</sub> | 8.4  | 25.18  | 14.6  | 44.30 | 52.1                 | 0.825           | 0.329    | 131        | 4750       | 24888       | 8876          |

41 bis,

Cuadro No. 7

Composición media de algunos fertilizantes nitrogenados, ordenados en orden decreciente de poder acidificante.

|                                | INDICE DE ACIDEZ |      |     |      |     |      |     |
|--------------------------------|------------------|------|-----|------|-----|------|-----|
|                                | N                | P2O5 | K2O | CaO  | MgO | S    | Cl  |
| Sulfato amónico                | 20,5             | -    | -   | -    | -   | 23,4 | -   |
| Nitrosulfato amónico           | 26,0             | -    | -   | -    | -   | 13,0 | -   |
| Urea                           | 46,0             | -    | -   | -    | -   | -    | -   |
| Sol. amoniacal+nitrato amónico | 40,0             | -    | -   | -    | -   | -    | -   |
| Urea-form                      | 38,0             | -    | -   | -    | -   | -    | -   |
| Nitrato amónico                | 33,5             | -    | -   | -    | -   | -    | -   |
| Sol. urea+nitrato amónico      | 32,0             | -    | -   | -    | -   | -    | -   |
| Amoniacal anhidro              | 32,0             | -    | -   | -    | -   | -    | -   |
| Sol. amoniacales               | 20-25,0          | -    | -   | -    | -   | -    | -   |
| Nitrato amónico-cálcico        | 20,5             | -    | -   | 10   | 7   | 0,6  | -   |
| Nitrato cálcico                | 15,5             | -    | -   | 27,0 | 2,5 | -    | 0,2 |
| Nitrato sódico                 | 15,5             | -    | -   | -    | -   | -    | 0,6 |



Cuadro No. 8

Temperaturas registradas en el interior del Invernadero de la carrera de Ingeniería Agrícola, donde se llevó a cabo el desarrollo experimental del programa No. tres, las lecturas se tomaron dos veces al día y se tomó el promedio.

| Día | Temperatura |
|-----|-------------|
| 1   | 21°C        |
| 2   | 18°C        |
| 3   | 17°C        |
| 4   | 22°C        |
| 5   | 22°C        |
| 6   | 23°C        |
| 7   | 18°C        |
| 8   | 22°C        |
| 9   | 22°C        |
| 10  | 25°C        |
| 11  | 24°C        |
| 12  | 24°C        |
| 13  | 24°C        |
| 14  | 22°C        |
| 15  | 18°C        |
| 16  | 20°C        |
| 17  | 22°C        |
| 18  | 24°C        |
| 19  | 24°C        |
| 20  | 24°C        |
| 21  | 24°C        |
| 22  | 24°C        |
| 23  | 24°C        |
| 24  | 24°C        |
| 25  | 18°C        |
| 26  | 24°C        |
| 27  | 18°C        |
| 28  | 18°C        |
| 29  | 24°C        |
| 30  | 24°C        |

cursos económicos.

El punto número cuatro se empezó a cumplir a partir del séptimo día pues las charolas se extendieron en su lugar definitivo el quinto día después de la siembra y no hubo necesidad de regar el sexto día. El programa de riegos fué seguido como está estipulado en el programa de trabajo abarcando un período desde el séptimo día hasta los treinta que duró el experimento.

El punto número cinco se cumplió con las siguientes actividades, la toma de medidas de crecimiento fué factible de realizar a partir del décimo día siguiendo el programa de trabajo de toma de datos en intervalos de cada cinco días conforme avanzó el experimento, el plástico negro se recogió a los quince días de establecido y se dejaron las plantas a pleno sol, el porcentaje de germinación calculado tomando en cuenta las dos semillas por celda fué del 85 %, promediando las veinticinco charolas a los doce días después de la siembra, el número de trasplantes realizado fué de nueve por charola en donde no existió germinación (Ver gráficas 2,3,4,5 y 6 de crecimiento).

En el punto número seis se tomaron medidas de los siguientes parámetros: Area foliar dada en centímetros cuadrados, en donde los tratamientos que se comportaron similarmente al parámetro de referencia fueron:  $C_1F_2$ ,  $C_1F_4$ ,  $C_2F_5$ ,  $C_3F_3$ ,  $C_3F_4$ ,  $C_3F_5$ ,  $C_4F_4$  y  $C_4F_5$ ; el diámetro de tallo (D.T) se tomó en milí

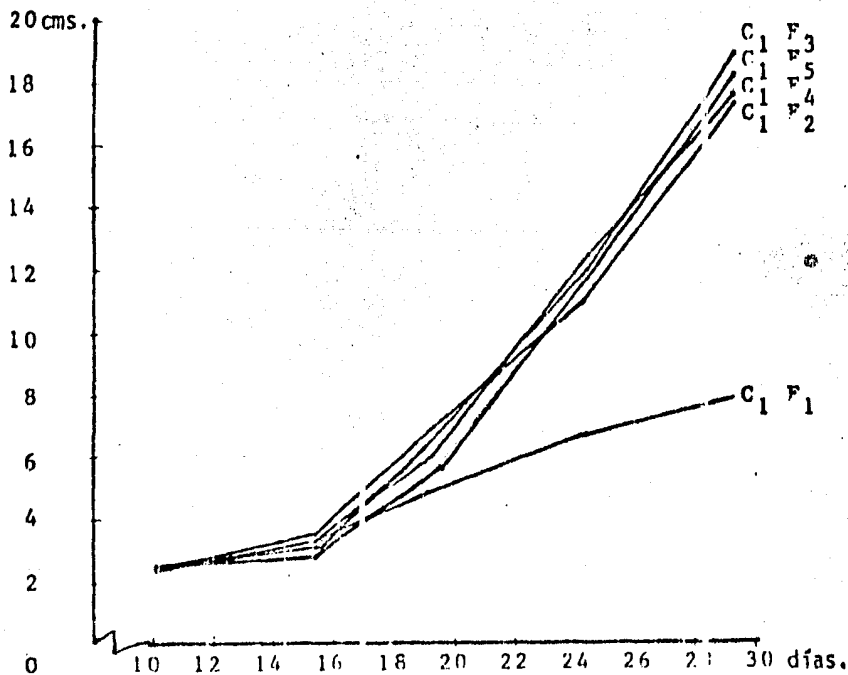
metros y medidos con un vernier, en este caso también y en los sucesivos se dan los tratamientos que tuvieron un comportamiento similar o superior que el parámetro de comparación siendo (3 mm) para el diámetro de tallo los tratamientos más destacados los siguientes:  $C_1F_3$ ,  $C_1F_4$ ,  $C_1F_5$ ,  $C_2F_2$ ,  $C_2F_3$ , --  $C_2F_4$ ,  $C_2F_5$ ,  $C_3F_3$ ,  $C_3F_4$  y  $C_3F_5$ ; los datos de longitud de raíz no se considera en esta comparación puesto que se muestran homogéneos y un tanto inversos a los esperados, esto se tratará de aclarar en la sección de análisis; los datos de crecimiento total más sobresalientes fueron:  $C_1F_2$ ,  $C_1F_3$ ,  $C_1F_4$ , --  $C_1F_5$ ,  $C_2F_3$ ,  $C_2F_4$ ,  $C_2F_5$ ,  $C_3F_4$  y  $C_3F_5$ ; el peso seco de raíz tuvo sus resultados más sobresalientes en:  $C_1F_2$ ,  $C_1F_3$ ,  $C_1F_4$ , --  $C_1F_5$ ,  $C_2F_2$ ,  $C_3F_2$ ,  $C_3F_4$ ,  $C_4F_4$  y  $C_5F_4$ ; la cuota fija para peso seco total se tomó de 0.3 grs. teniendo los tratamientos más sobresalientes en:  $C_1F_2$ ,  $C_1F_5$ ,  $C_3F_2$  y  $C_3F_4$ . Estos resultados pueden ser observados en el cuadro No. 9 donde se señala con asteriscos en cada uno de los parámetros medidos los tratamientos más sobresalientes destacando que  $C_1F_2$  es el parámetro de comparación y el tratamiento ya utilizado comercialmente, puede observarse también en la evaluación gráfica el comportamiento de los ya mencionados parámetros (ver gráficas correspondientes).

Los resultados para cumplir el número siete como ya se indicó en la sección de métodos y materiales los conteos se realizaron sobre diez muestras de cada uno de los tratamientos hechos al azar; se sacó la media aritmética de las plantas que se pusieron a peso constante y los datos que se obtuvie

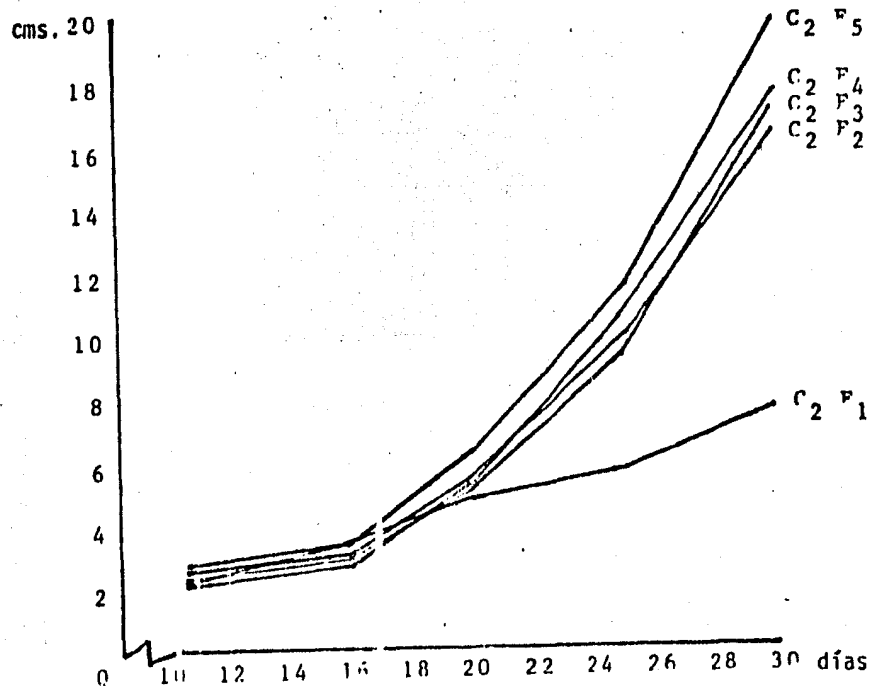
|    | C1       | C2      | C3      | C4     | C5      | PARAMETROS   |
|----|----------|---------|---------|--------|---------|--------------|
| F1 | 10.6     | 8.42    | 12.71   | 8.5    | 3.95    | AREA FOLIAR  |
| F2 | 38.02*   | 33.55   | 31.71   | 18.35  | 24.43   | Cuota mínima |
| F3 | 32.7     | 34.68   | 39.6*   | 23.00  | 15.33   | 2            |
| F4 | 36.54*   | 39.27*  | 41.4*   | 47.26* | 33.61   | 35 cm.       |
| F5 | 34.1*    | 43.00** | 43.00** | 37 *   | 30.57   |              |
| F1 | 1.93     | 2.11    | 2.3     | 2.09   | 1.43    | DIAMETRO DE  |
| F2 | 2.79     | 2.99*   | 3.05**  | 2.63   | 2.69    | TALLO        |
| F3 | 3.22     | 2.99*   | 3.16**  | 2.97   | 2.2     | Cuota mínima |
| F4 | 3.26**   | 3.35*   | 3.26**  | 3.29** | 2.52    | 3 mm.        |
| F5 | 3.02     | 3.12    | 3.26**  | 3.06** | 2.7     |              |
| F1 | 10.36    | 9.51    | 10.8    | 12.37  | 12.42   | LCGITUUD DE  |
| F2 | 9.68     | 9.25    | 9.63    | 10.9   | 9.62    | PAIZ         |
| F3 | 11.33    | 3.54    | 11.04   | 8.75   | 11.34   | Sin cuota    |
| F4 | 10.74    | 8.36    | 9.04    | 8.45   | 10.96   | mínima.      |
| F5 | 8.59     | 8.44    | 9.56    | 9.73   | 9.75    |              |
| F1 | 7.87     | 7.24    | 7.91    | 6.7    | 4.31    | CRECIMIENTO  |
| F2 | 17.2*    | 16.13   | 16.23   | 11.6   | 10.75   | TOTAL        |
| F3 | 18.8*    | 16.91*  | 16.21   | 12.3   | 8.01    | Cuota mínima |
| F4 | 17.25*   | 17.27*  | 17.95   | 16.12  | 12.16   | 17 cms.      |
| F5 | 19.0*    | 19.72   | 19.65   | 15.6   | 10.9    |              |
| F1 | 0.021    | 0.028   | 0.035   | 0.019  | 0.012   | PESO SECO    |
| F2 | 0.049*   | 0.071*  | 0.052*  | 0.045* | 0.041   | DE PAIZ      |
| F3 | 0.053*   | 0.0417  | 0.050*  | 0.030  | 0.026   | Cuota mínima |
| F4 | 0.045*   | 0.039   | 0.041   | 0.047* | 0.046** | 0.045 grs.   |
| F5 | 0.230*** | 0.037   | 0.036   | 0.040  | 0.043   |              |
| F1 | 0.099    | 0.092   | 0.132   | 0.074  | 0.035   | PESO SECO    |
| F2 | 0.342**  | 0.2564  | 0.293** | 0.158  | 0.153   | TOT-FL       |
| F3 | 0.239    | 0.2161  | 0.285   | 0.143  | 0.116   | Cuota mínima |
| F4 | 0.233    | 0.211   | 0.300   | 0.217  | 0.180   | 0.3 grs.     |
| F5 | 0.476**  | 0.260   | 0.241   | 0.1923 | 0.167   |              |

Cuadro No. 9

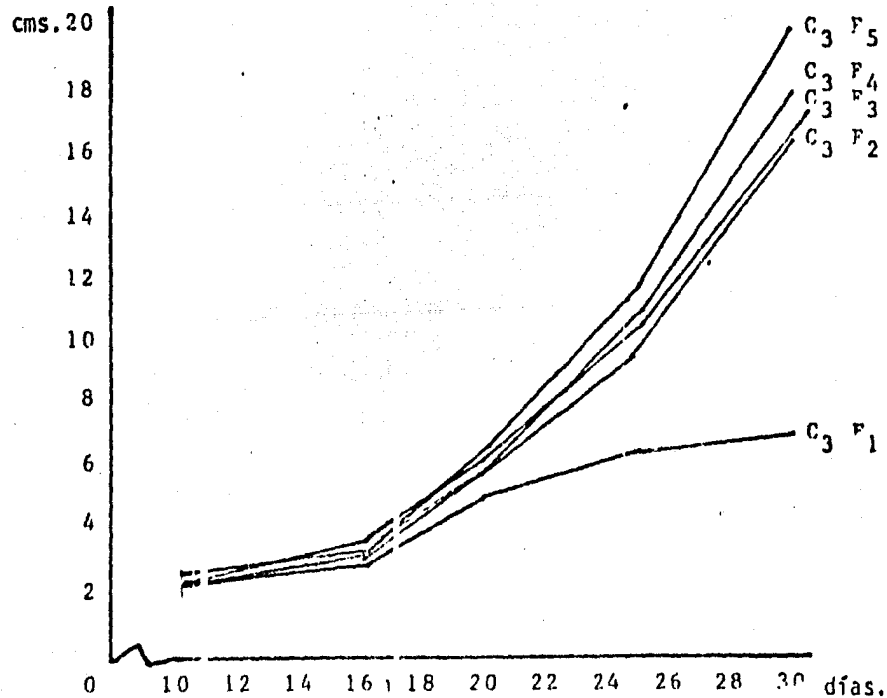
Resultados obtenidos en cada tratamiento de compostas y soluciones fertilizantes.  
\* Plantas más sobresalientes.



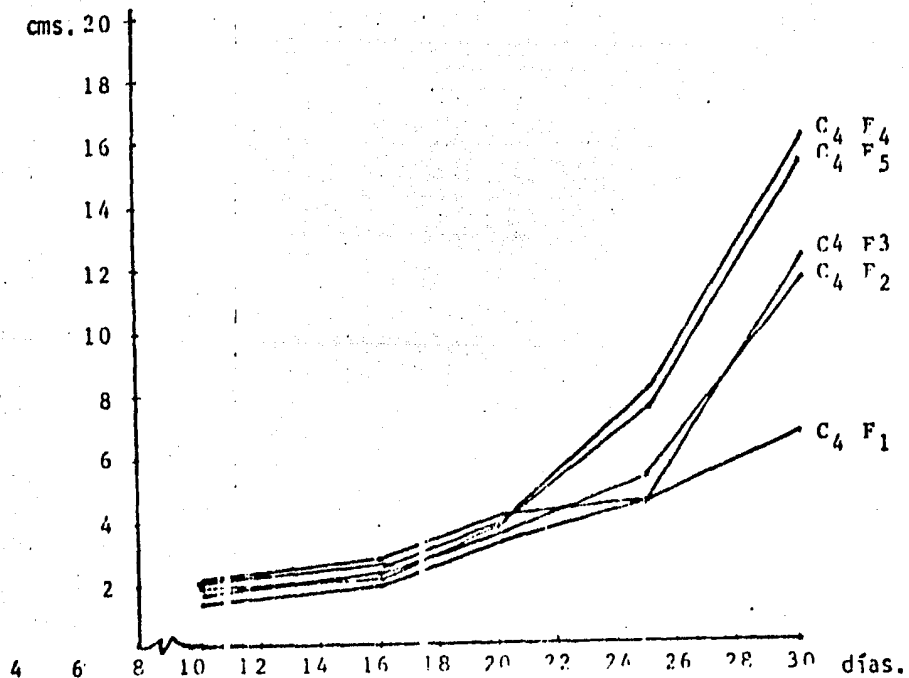
Gráfica No. 2 Crecimiento aéreo comparativo de las plantas de jitomate sembradas en C<sub>1</sub> y comparadas en su crecimiento total con las cinco soluciones fertilizantes (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>).



Gráfica No. 3 Crecimiento aéreo comparativo de las plantas de jitoiate sembradas en C<sub>2</sub> y comparadas en su crecimiento total con las cinco soluciones fertilizantes (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>), lecturas de datos tomadas cada cinco días a partir del décimo día y hasta los 30 días después de la siembra.

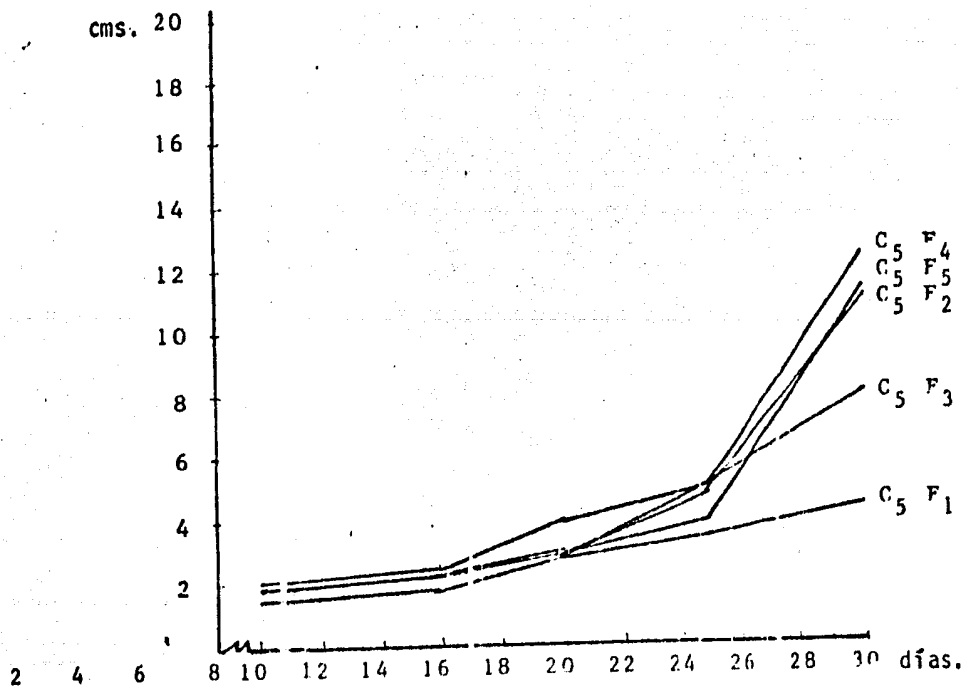


Gráfica No. 4 Crecimiento aéreo comparativo de las plantas de jitomate sembradas en C<sub>3</sub> y comparadas en su crecimiento total con las cinco soluciones fertilizantes (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>), lecturas de datos tomadas cada cinco días a partir del décimo día y hasta los 30 días después de la siembra.

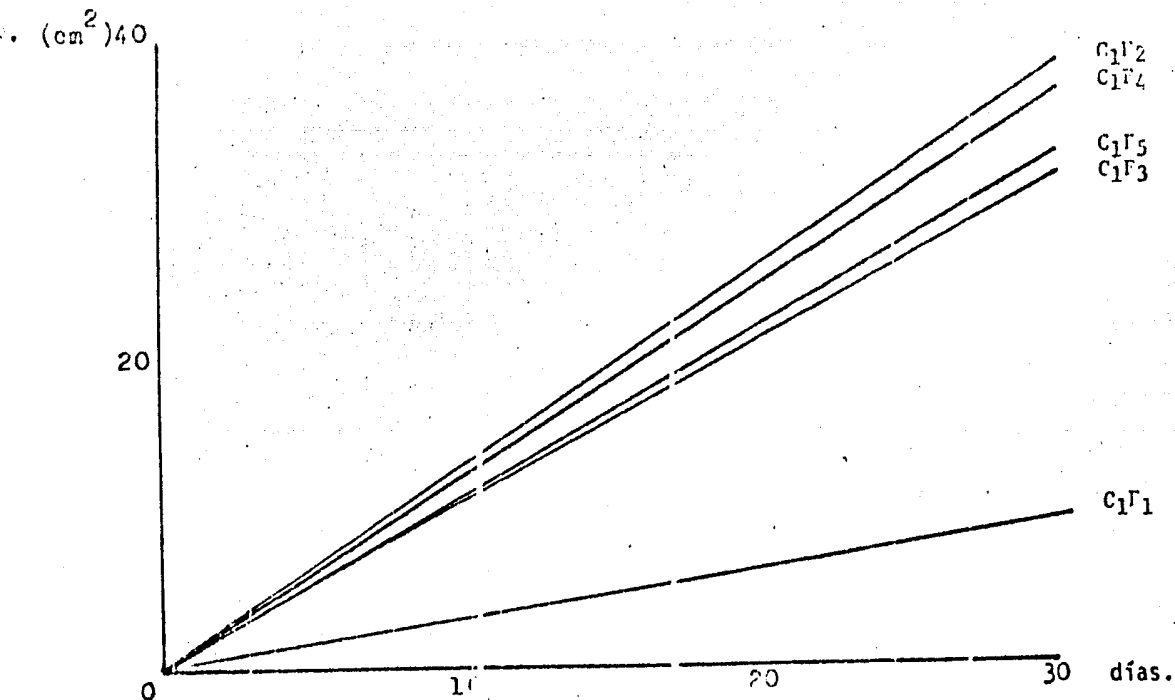


Gráfica No. 5 Crecimiento aéreo comparativo de las plantas de jitomate sembradas en C<sub>4</sub> y comparadas en su crecimiento total con las cinco soluciones fertilizantes (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>), lecturas de datos tomadas cada cinco días a partir del décimo día y hasta los 30 días después de la siembra.

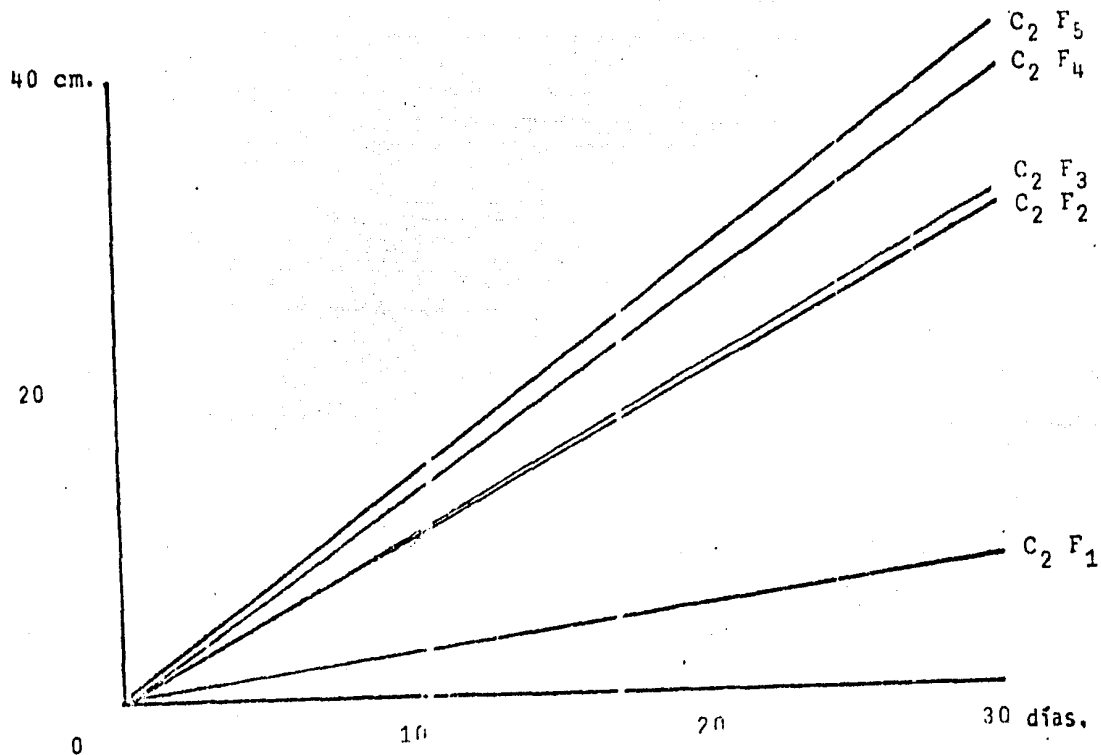




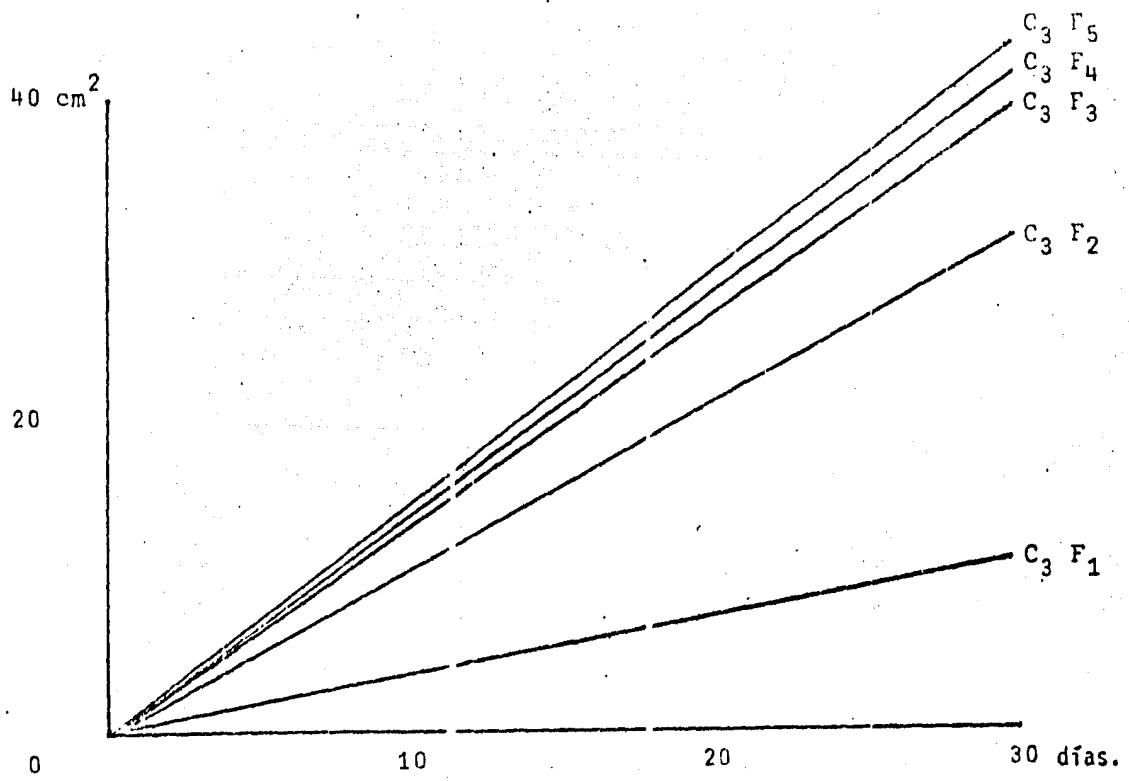
Gráfica No. 6 Crecimiento aéreo comparativo de las plantas de jitomite sembradas en C<sub>5</sub> y comparadas en su crecimiento total con las cinco soluciones fertilizantes (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>), lecturas de datos tomadas cada cinco días a partir del décimo día y hasta los 30 días después de la siembra.



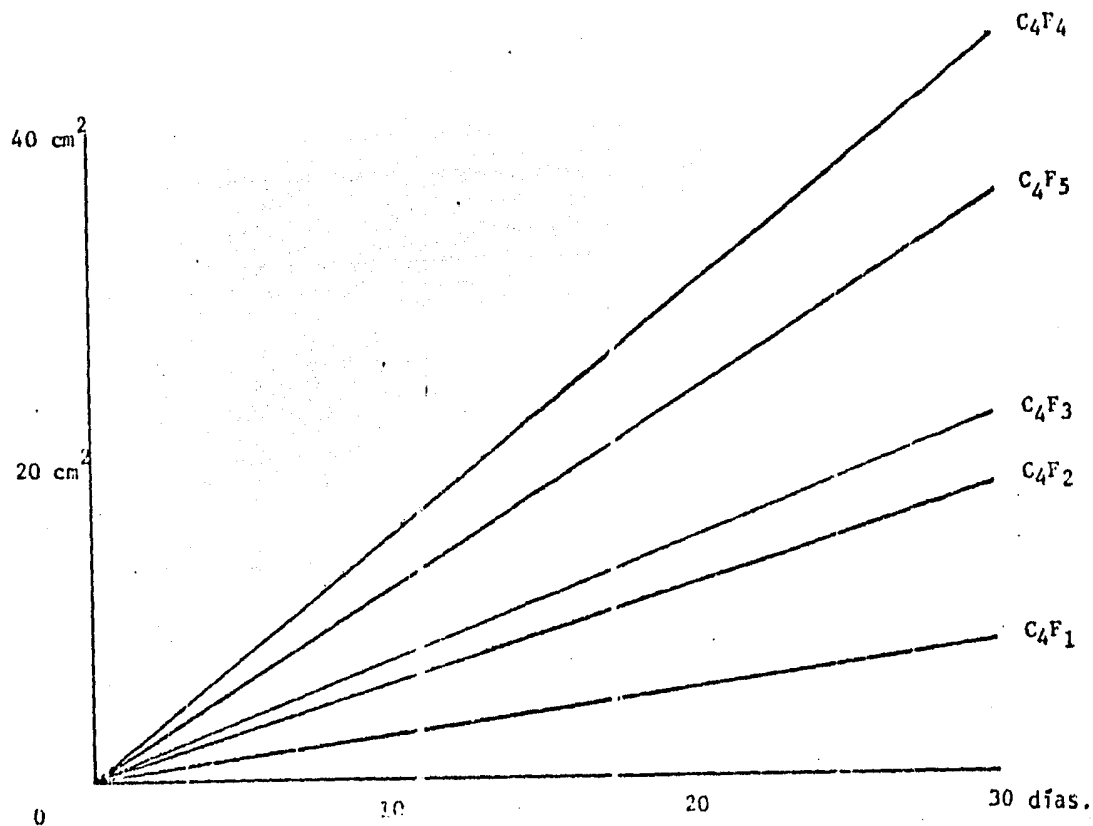
Gráfica No. 7. Área foliar, producida hasta los 30 días después de la siembra, dada en  $\text{cm}^2$ . Datos tomados en  $C_1$  y comparada con las cinco soluciones fertilizantes ( $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5$ ).



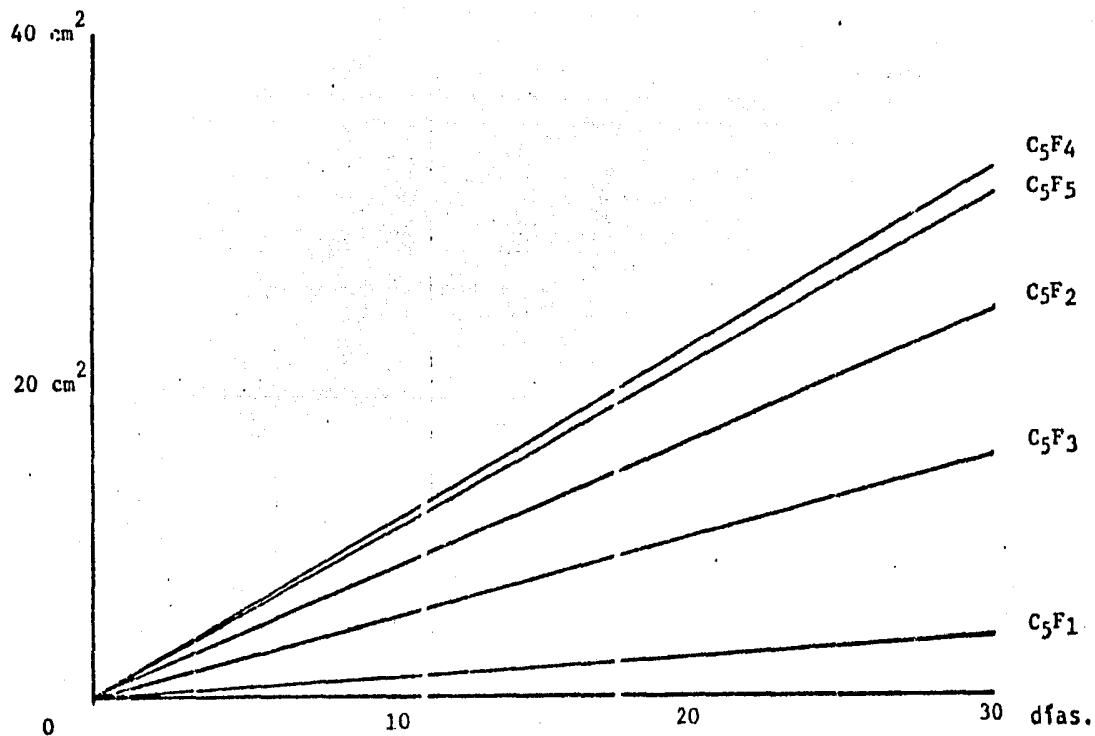
Gráfica No. 8 Area foliar, producida hasta los 30 días después de la siembra, dada en cm<sup>2</sup> datos tomados en C<sub>2</sub> y comparada con las cinco soluciones fertilizantes (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>)



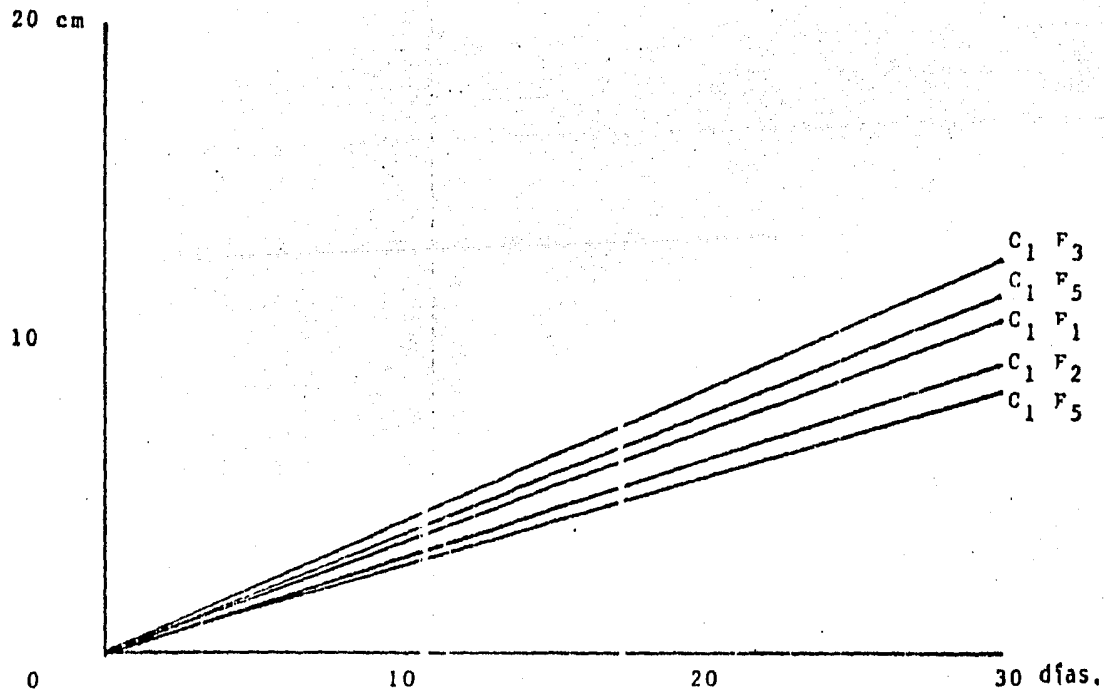
Gráfica No. 9 Area foliar, producida hasta los 30 días después de la siembra; dada en cm<sup>2</sup> dato: tomados en C<sub>3</sub> y comparada con las cinco soluciones fertilizantes (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>).



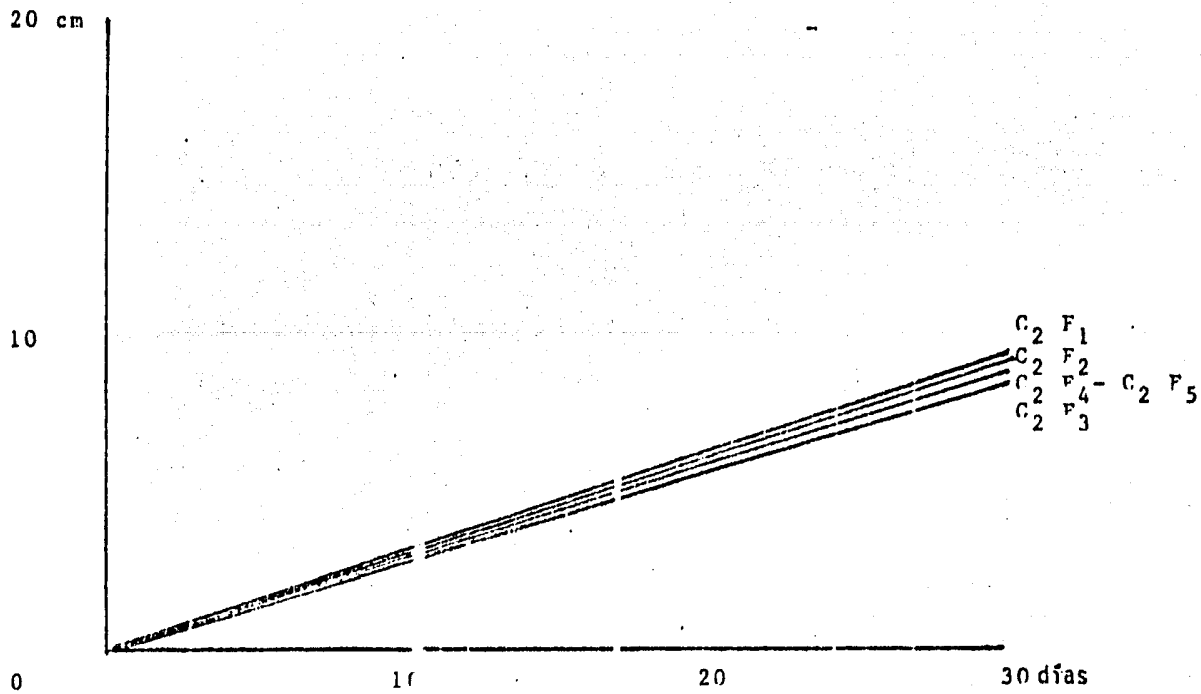
Gráfica No. 10 Área foliar, producida hasta los 30 días después de la siembra; dada en cm<sup>2</sup> datos tomados en C<sub>4</sub> y comparada con las cinco soluciones fertilizantes (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>).



Gráfica No. 11 Área foliar, producida hasta los 30 días después de la siembra; dada en cm<sup>2</sup> datos tomados en C<sub>5</sub> y comparada con las cinco soluciones fertilizantes (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>).

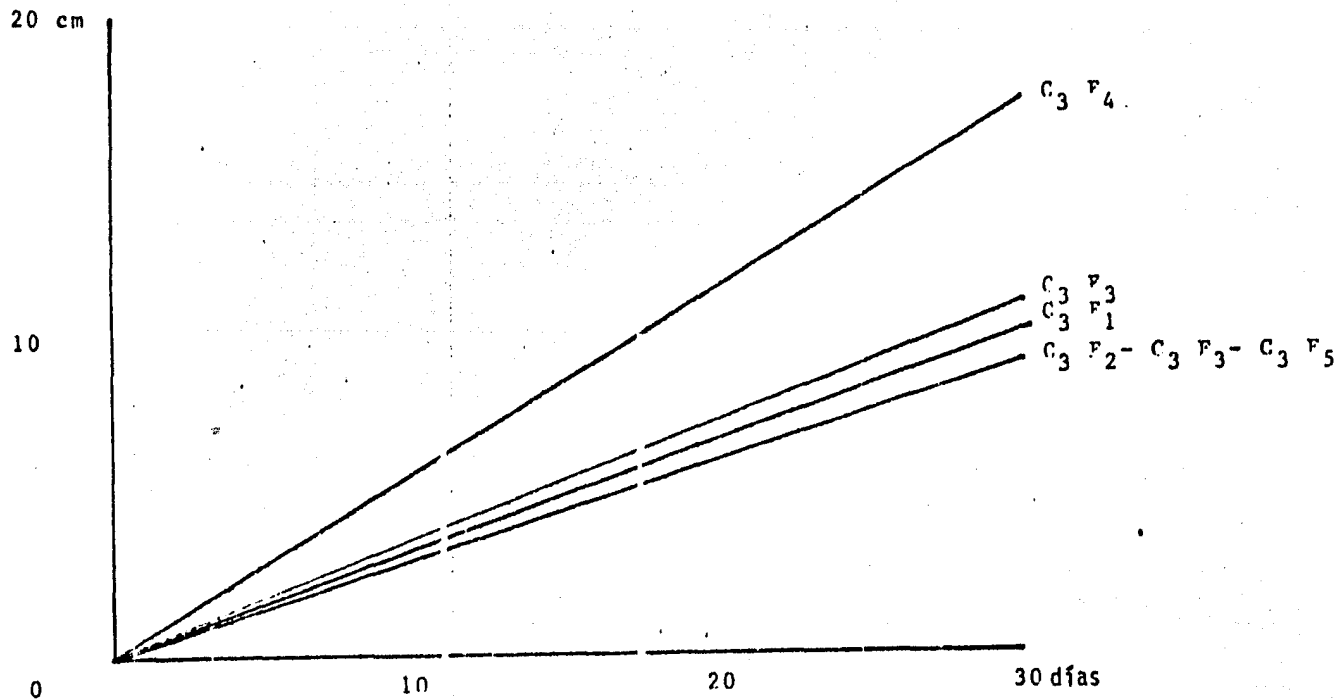


Gráfica No. 12 Crecimiento de raíz dado en cm. en C<sub>1</sub> y comparado con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>), datos tomados hasta 30 días después de la siembra.

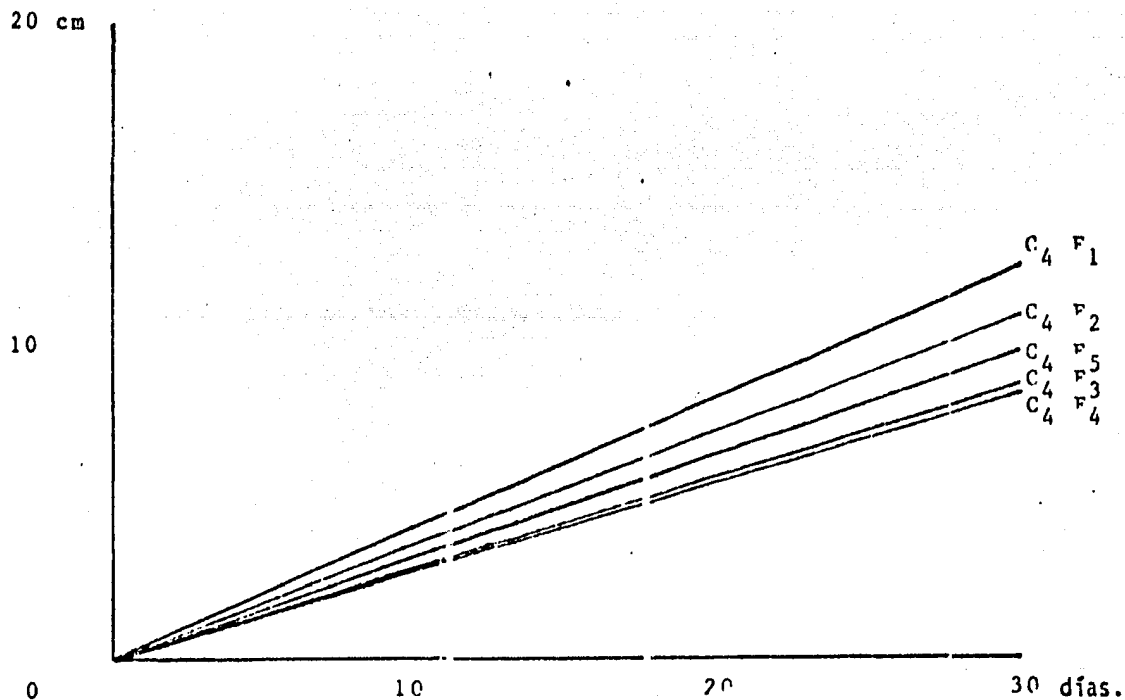


Gráfica No. 13 Crecimiento de raíz dado en cm. en C<sub>2</sub> y comparado con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>), datos tomados hasta 30 días después de la siem-

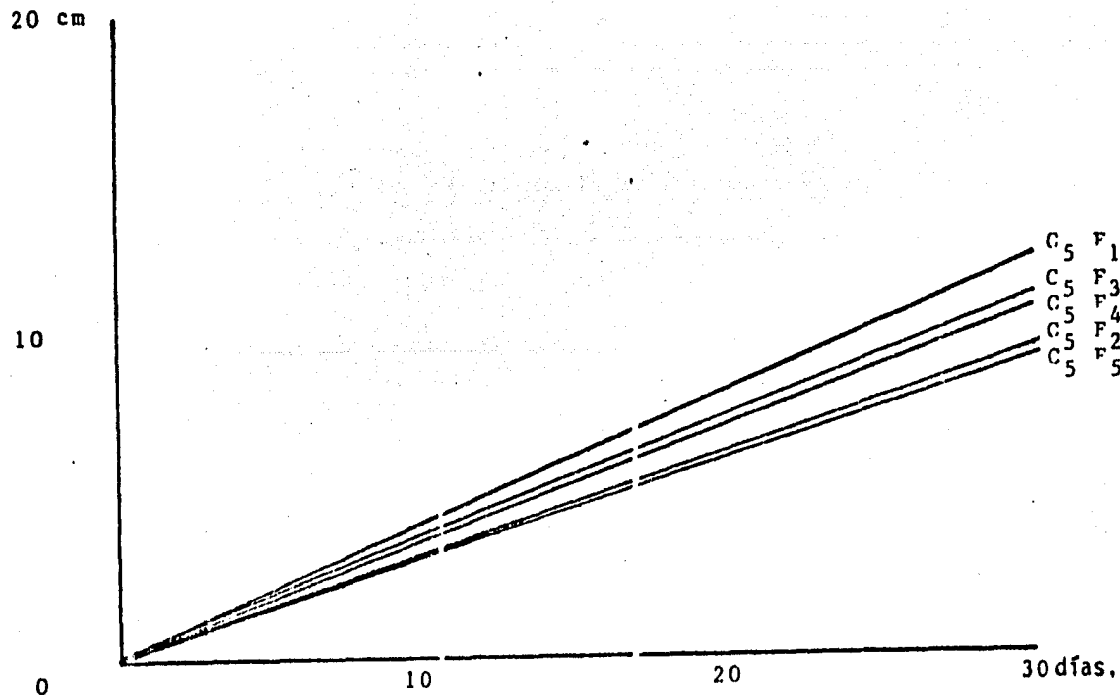




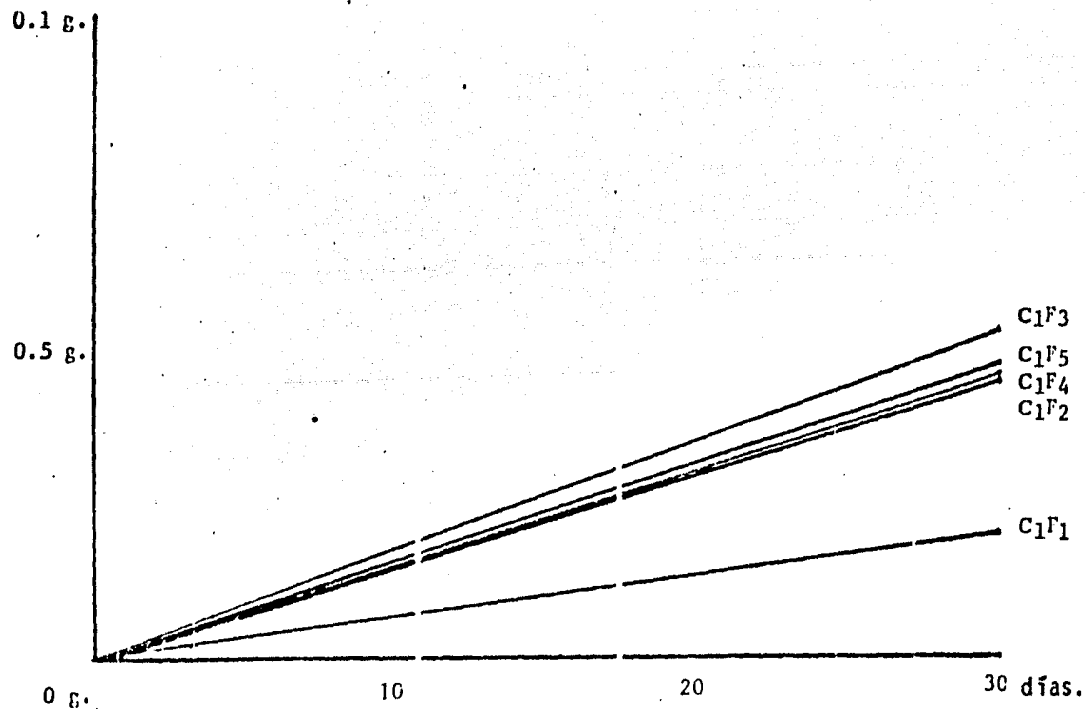
Gráfica No. 14 Crecimiento de raíz dado en cm. en  $C_3$  y comparado con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ,  $F_5$ ), datos tomados hasta 30 días después de la siembra.



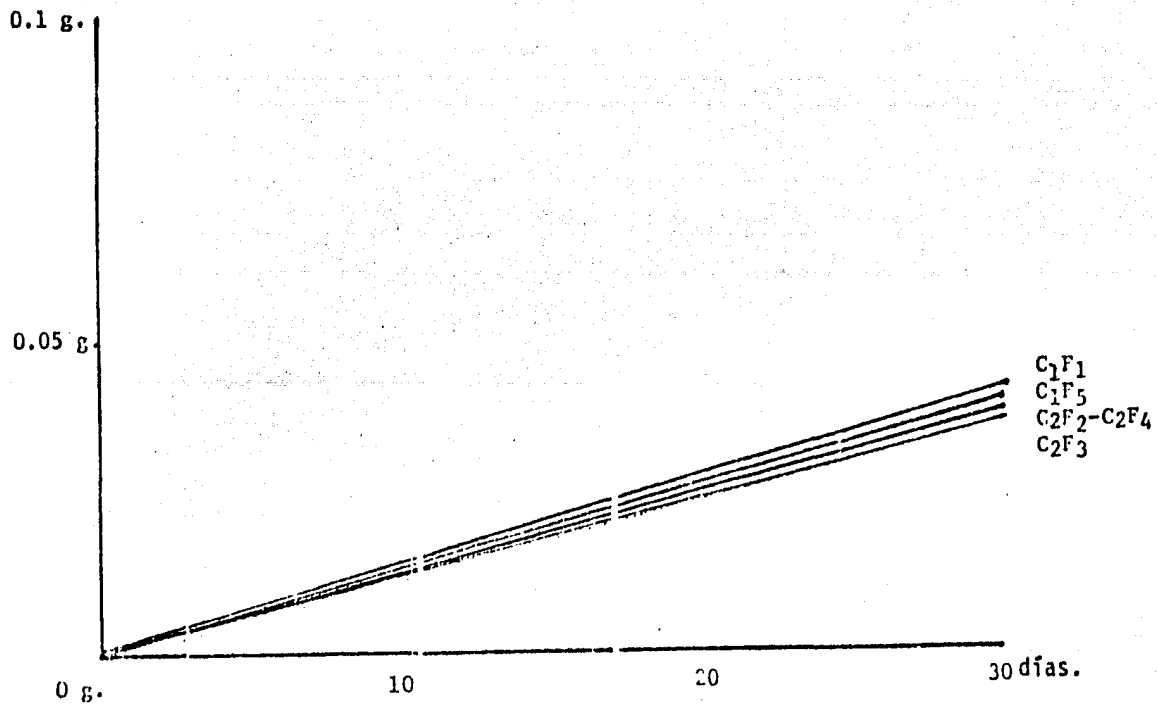
Gráfica No. 15 Crecimiento de raíz dado en cm. en C<sub>4</sub> y comparado con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>), dato: tomados hasta 30 días después de la siembra.



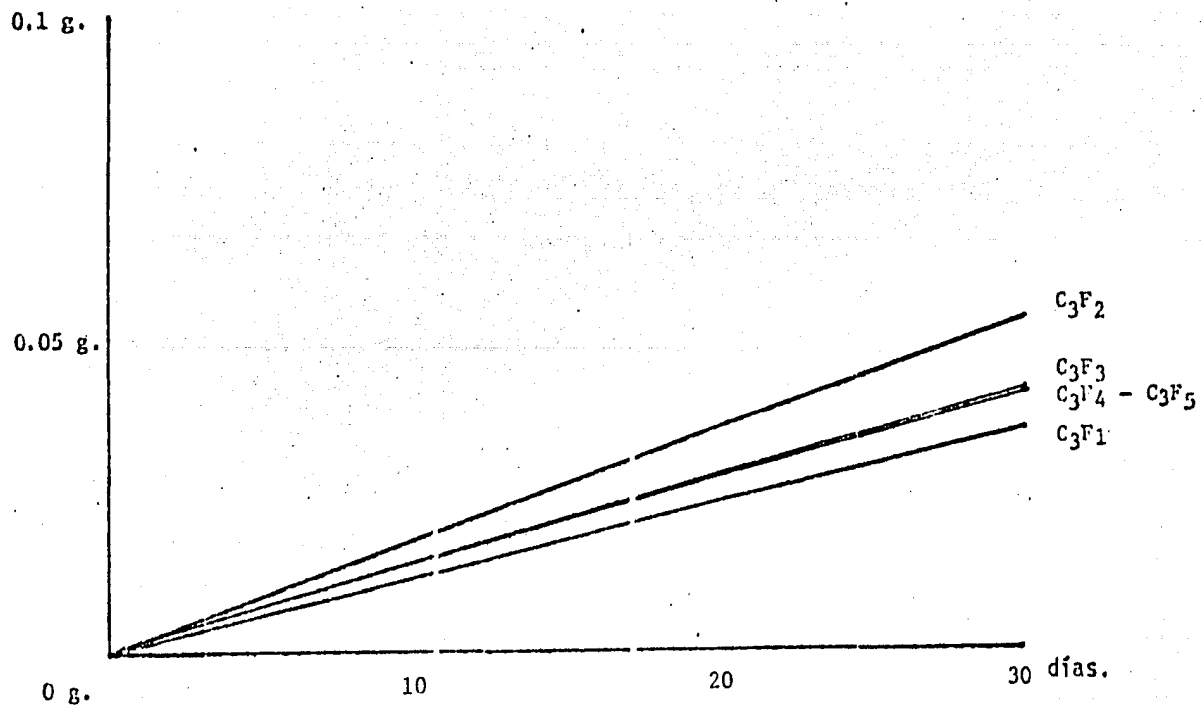
Gráfica No. 16 Crecimiento de raíz dado en cm. en C<sub>5</sub> y comparado con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>), datos tomados hasta 30 días después de la siembra.



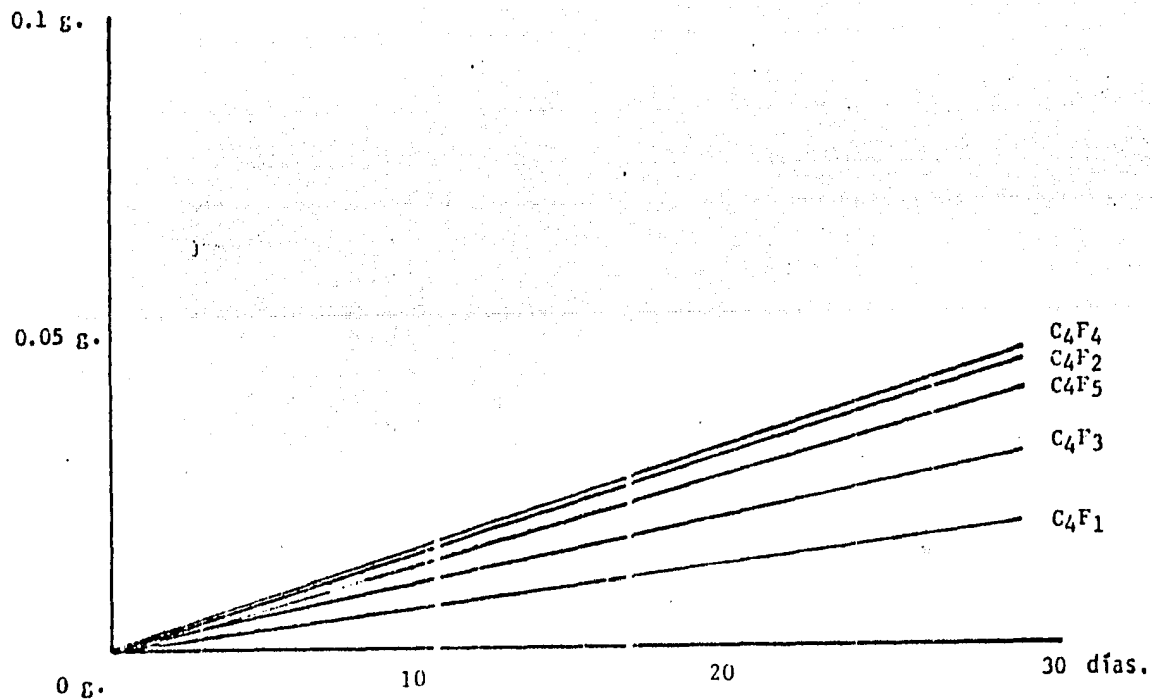
Gráfica No. 17 (comparación del peso seco de raíz (PSR) en C<sub>1</sub>, con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas, datos tomados hasta 30 días después de la siembra.



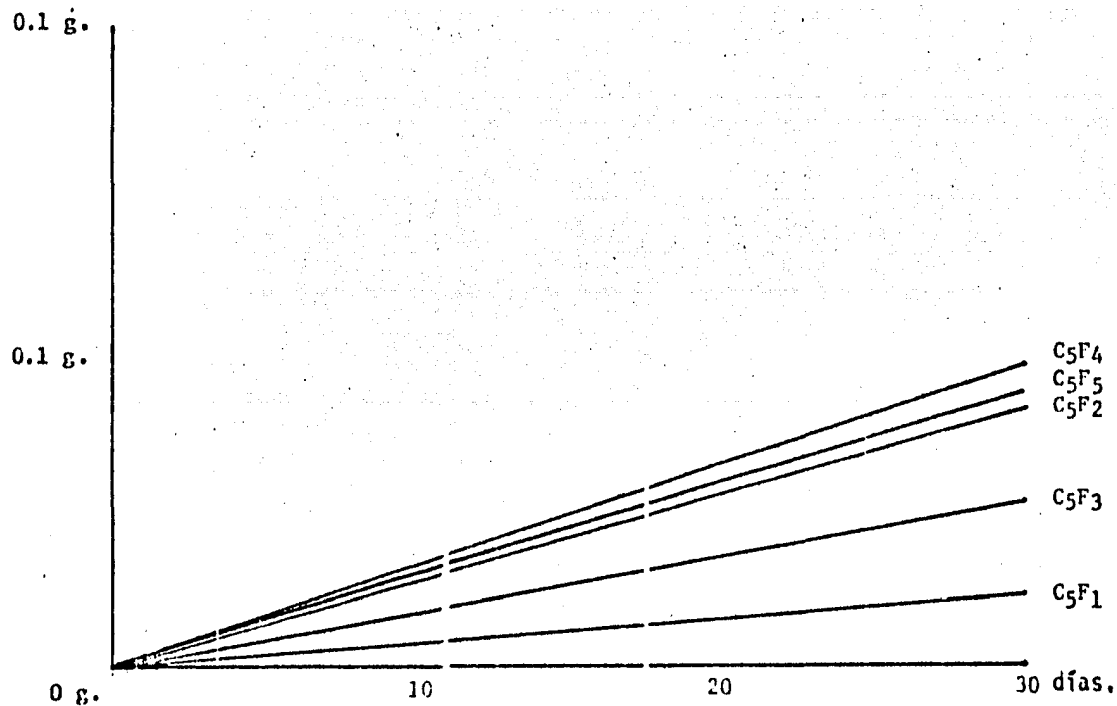
Gráfica No. 18 Comparación del peso seco de raíz (PSR) en C<sub>2</sub>, con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas, datos tomados hasta 30 días después de la siembra.



Gráfica No. 19 Comparación del peso seco de raíz (PSR) en C<sub>3</sub>, con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas, datos tomados hasta 30 días después de la siembra.

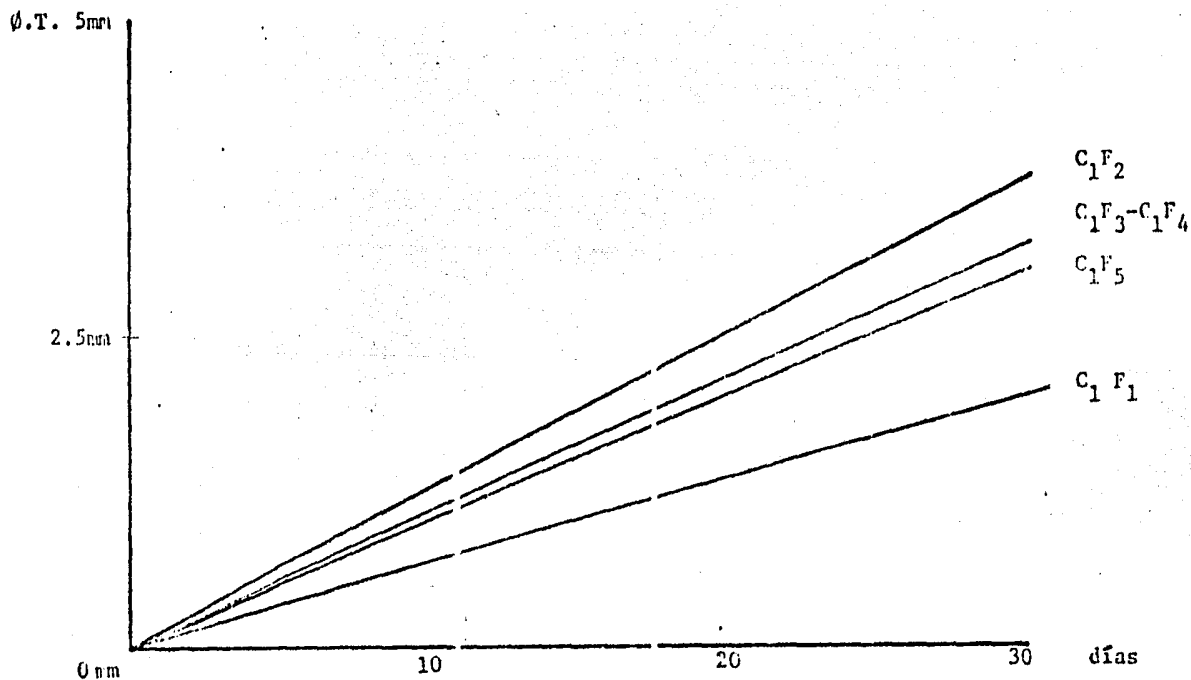


Gráfica No. 20 Comparación de: peso seco de raíz (PSR) en C<sub>4</sub>, con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas, datos tomados hasta 30 días después de la siembra.

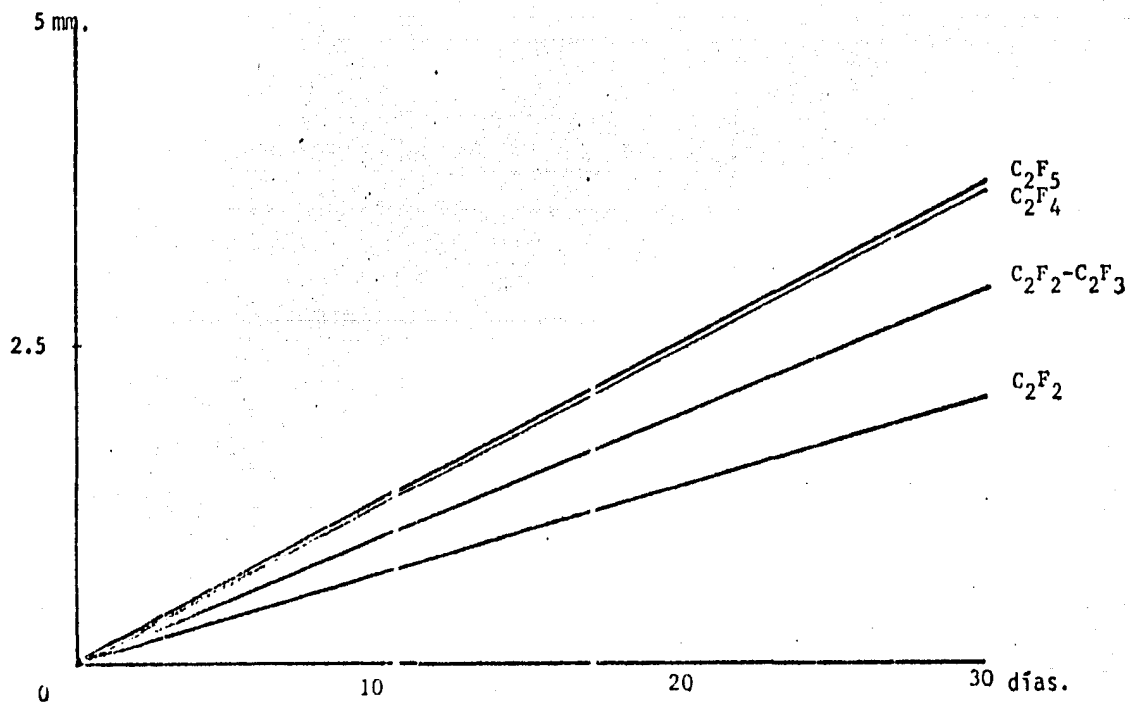


Gráfica No. 21 (comparación del peso seco de raíz (PSR) en C<sub>5</sub>, con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas, datos tomados hasta 30 días después de la siembra.

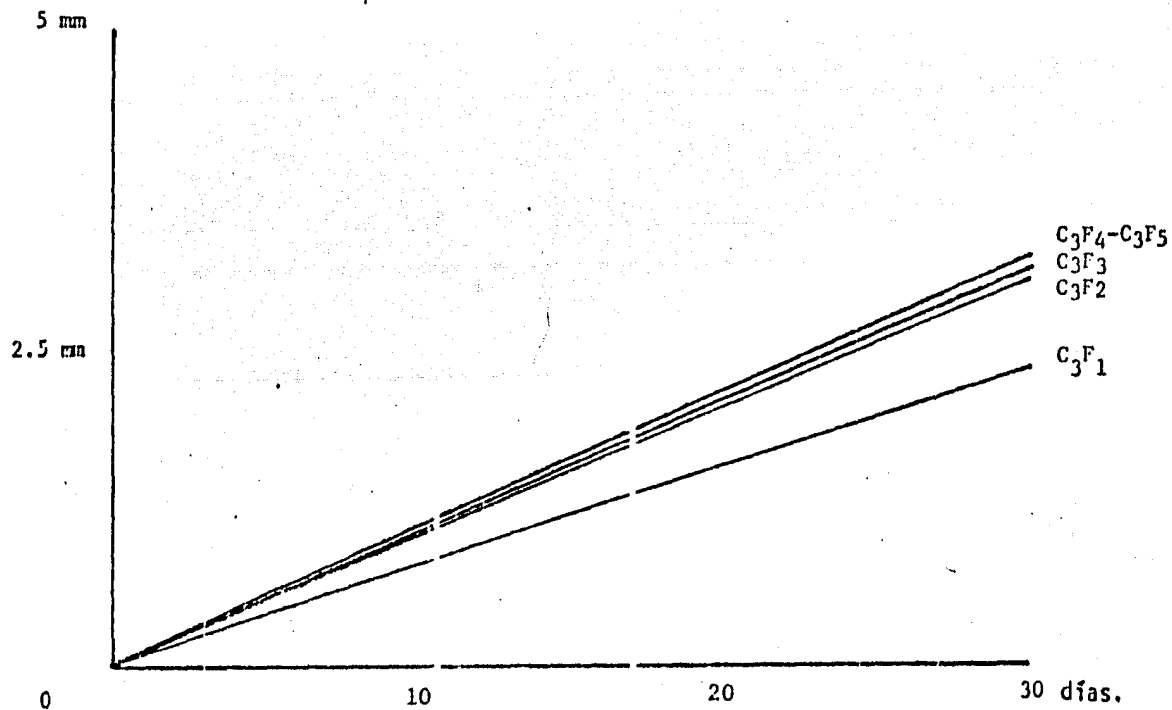




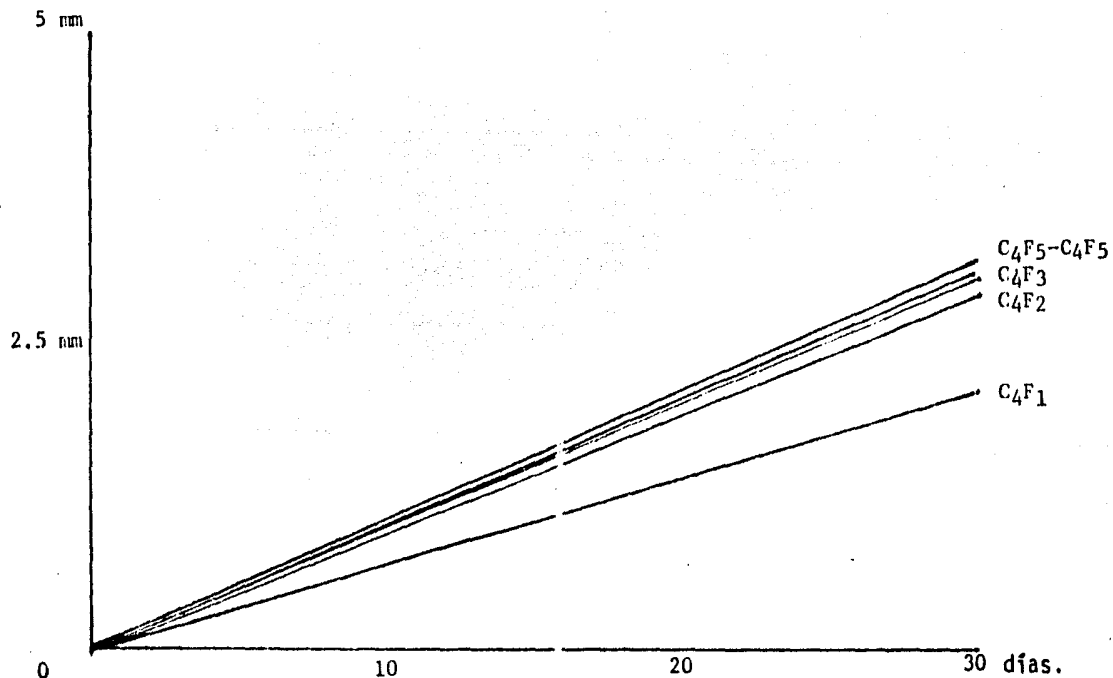
Gráfica No. 22 Comparación de diámetro de tallo Ø.T. en C<sub>1</sub> y con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas, datos tomados 30 días después de la siembra.



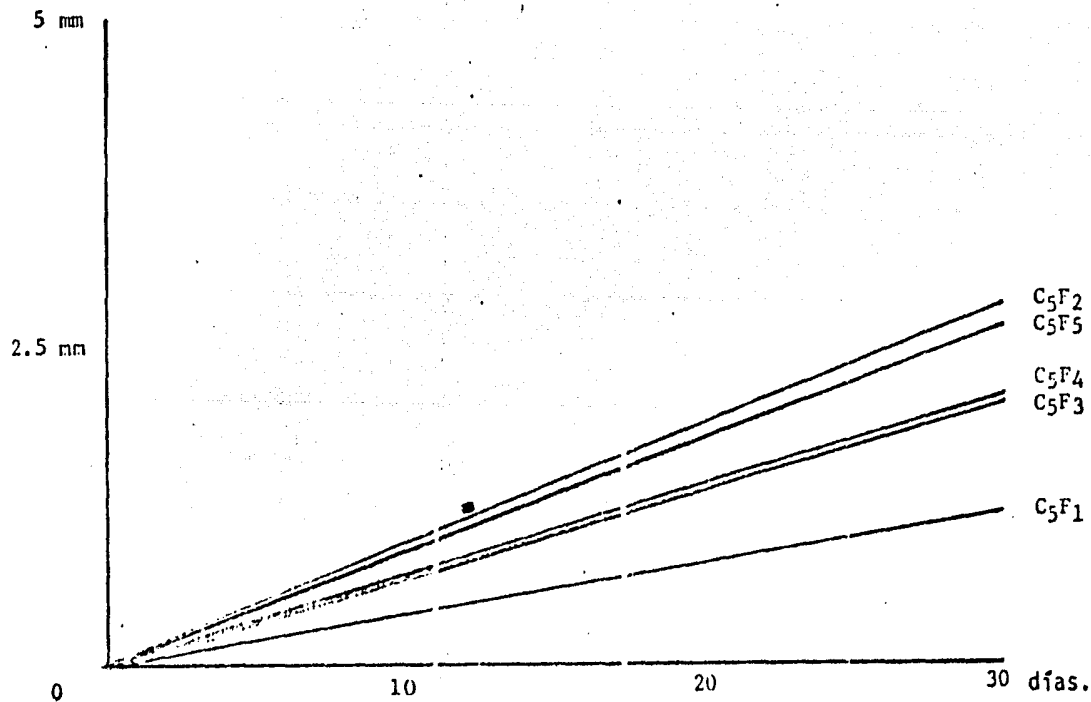
Gráfica No. 23 Comparación de diámetro de tallo Ø.T. en C<sub>2</sub> y con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas, datos tomados 30 días después de la siembra.



Gráfica No. 24 Comparación de diámetro de tallo Ø.T. en  $C_3$  y con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas, datos tomados 30 días después de la siembra.



Gráfica No. 25 Comparación de diámetro de tallo Ø.T. en C<sub>4</sub> y con las cinco soluciones fertilizantes aplicadas, datos tomados 30 días después de la siembra.



Gráfica No. 26 Comparación de diámetro de tallo Ø.T. en C<sub>5</sub> y con las cinco soluciones fertilizantes aplicada, datos tomados 30 días después de la siembra.

ron en balanza analítica al pesarlas y promediarlas como ya se indicó se muestran en el cuadro siguiente:

|                | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> | F <sub>4</sub> | F <sub>5</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| C <sub>1</sub> | 0.0994         | 0.3418         | 0.2386         | 0.2331         | 0.2346         |
| C <sub>2</sub> | 0.0950         | 0.2504         | 0.2161         | 0.2110         | 0.2592         |
| C <sub>3</sub> | 0.1321         | 0.2925         | 0.2849         | 0.2910         | 0.2411         |
| C <sub>4</sub> | 0.0723         | 0.1517         | 0.1421         | 0.2170         | 0.1923         |
| C <sub>5</sub> | 0.0385         | 0.1617         | 0.1163         | 0.1797         | 0.1665         |

Cuadro No.10

Datos de promedio aritmético del peso seco total (gr) de 10 plantas por tratamiento

A partir de los datos conjuntados en el cuadro No. 10 se procedió a efectuar el cálculo del diseño experimental, quedando los datos organizados como lo indica esta técnica en el cuadro siguiente:

Cuadro No.11 Diseño de bloques al azar aplicado en datos.

|                | BLOQUES        |                |                |                |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| H              | F <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> | F <sub>3</sub> | F <sub>4</sub> | F <sub>5</sub> | X <sub>i</sub> | R <sub>i</sub> |
| C <sub>1</sub> | 0.0994         | 0.3418         | 0.2386         | 0.2331         | 0.2346         | 1.1475         | 0.2295         |
| C <sub>2</sub> | 0.0950         | 0.2504         | 0.2161         | 0.2110         | 0.2592         | 1.0282         | 0.2056         |
| C <sub>3</sub> | 0.1321         | 0.2925         | 0.2849         | 0.2910         | 0.2411         | 1.2416         | 0.2483         |
| C <sub>4</sub> | 0.0723         | 0.1517         | 0.1421         | 0.2170         | 0.1923         | 0.7754         | 0.1551         |
| C <sub>5</sub> | 0.0385         | 0.1617         | 0.1163         | 0.1797         | 0.1665         | 0.6627         | 0.1325         |
| X <sub>j</sub> | 0.4338         | 1.1981         | 0.9980         | 1.1318         | 1.0937         | 4.8554         |                |
| X <sub>j</sub> | 0.0867         | 0.2396         | 0.1996         | 0.2264         | 0.2187         |                |                |

Cálculos.

$$C = \sum x_i = 1.1475 + 1.0282 + 1.2416 + 0.7754 + 0.6627 = 4.8554$$

$$C = \frac{(\sum x_i)^2}{r \times t} = \frac{(4.8554)^2}{5 \times 5} = \frac{23.5749}{25} = 0.943$$

Donde:

$$r = 5 \text{ y } t = 5$$

$$SCTL = \sum x_{ij}^2 - C = (0.0994)^2 + (0.095)^2 + \dots + (0.1923)^2 + (0.1665)^2 - C = 0.1407953$$

$$SCTR = \frac{\sum x_i^2}{r} - C = \frac{(1.1475)^2 + \dots + (0.6627)^2}{5} - C = 0.04819$$

$$SCBL = \frac{\sum x_j^2}{t} - C = \frac{(0.4333)^2 + \dots + (1.0937)^2}{5} - C = 0.763562$$

$$SCER = SCTL - (SCTR + SCBL)$$

$$= (0.1407953) - (0.0763562) = 0.0162491$$

El análisis de varianza (ANDEVA), de los factores de variación se presenta en el cuadro siguiente:

| F.V.    | g.l. | SC       | CM        | Fc    | Ft0.05 | Ft0.01 |
|---------|------|----------|-----------|-------|--------|--------|
| TRATS.  | 4    | 0.04819  | 0.0120475 | 11.9  | 3.01   | 4.77** |
| BLOQUES | 4    | 0.076356 | 0.0190891 | 18.79 | 3.01   | 4.77** |
| ERROR   | 16   | 0.016249 | 0.0010156 |       |        |        |
| TOTAL   | 24   |          |           |       |        |        |

Cuadro No. 12

Análisis de ANDEVA al 0.05 y al 0.01 donde se muestran que los tratamientos tienen diferencia estadística altamente significativa.

Dados los resultados que arrojó el análisis de varianza se puede observar que  $F_c > F_t$  en los casos del cinco por ciento y de uno por ciento, de lo que se deduce que los tratamientos son estadísticamente diferentes con alto grado de significancia por lo que se procedió a efectuar la prueba de medias para detectar la diferencia exacta entre los tratamientos, por ello se procedió a aplicar la prueba de medias utilizando la prueba de Tukey (Hurley 1980). Esta técnica a través de su desarrollo retoma las medias  $\bar{X}_i$ ,  $\bar{X}_j$  para detectar diferencias en tratamientos de compostas y de soluciones fertilizantes.

Ya que los tratamientos fueron diferentes se procedió a la formulación de las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula =  $H_0$

Hipótesis alternativa =  $H_a$

Donde

$$H_0: UF_1 = UF_2 = UF_3 = UF_4 = UF_5$$

$$H_a: UF_1 \neq UF_2 \neq UF_3 \neq UF_4 \neq UF_5$$

Aplicando la técnica DMSH, donde:

$$DMSH = q.a.a.g.l. \cdot S_{\bar{x}}$$

$$\text{Siendo } S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{MS_{\text{error}}}{r}}$$

Y q.a.a.g.l. = Factor obtenido de tablas de rango estudiantizado con niveles de significancia y los grados de libertad.



Se aclara que cualquier diferencia entre dos medias se declara estadísticamente significativa si excede el valor de DMSH.

Desarrollo

$$DMSH = q, a, g . 1 . . S \bar{x} = 4.33 \sqrt{\frac{0.0010155}{5}} = 0.0617 \text{ al } 5\%$$

$$DMSH = q, a, g . 1 . . S \bar{x} = 5.49 \sqrt{\frac{0.0010155}{5}} = 0.078254 \text{ al } 1\%$$

Al ordenar las medias para observar el efecto de fertilizantes o bloques tenemos el siguiente ordenamiento de menor a mayor

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| $F_1$ | $F_3$ | $F_5$ | $F_4$ | $F_2$ |
| 0.087 | 0.199 | 0.213 | 0.226 | 0.239 |

El ordenamiento de la relación se da como se muestra en el siguiente cuadro.

| FORMULA | RELACION    | PLANTEAMIENTO | DIFERENCIA | SIGNIF. | AL 5% | AL 1%   |
|---------|-------------|---------------|------------|---------|-------|---------|
| $F_2$   | $F_2 - F_1$ | 2 - 1         | 0.152      | *       | 2>1   | * 2>1   |
|         | $F_2 - F_3$ | 2 - 3         | 0.040      | N.S.    | 2=3   | N.S 2=3 |
|         | $F_2 - F_5$ | 2 - 5         | 0.021      | N.S.    | 2=5   | N.S 2=5 |
|         | $F_2 - F_4$ | 2 - 4         | 0.013      | N.S.    | 2=4   | N.S 2=4 |
| $F_4$   | $F_4 - F_1$ | 4 - 1         | 0.139      | *       | 4>1   | ** 4>1  |
|         | $F_4 - F_3$ | 4 - 3         | 0.027      | N.S.    | 4=3   | N.S 4=3 |
|         | $F_4 - F_5$ | 4 - 5         | 0.008      | N.S.    | 4=5   | N.S 4=5 |
| $F_5$   | $F_5 - F_1$ | 5 - 1         | 0.131      | *       | 5>1   | * 5>1   |
|         | $F_5 - F_3$ | 5 - 3         | 0.019      | N.S.    | 5=3   | N.S 5=3 |
| $F_3$   | $F_3 - F_1$ | 3 - 1         | 0.112      | *       | 3>1   | * 3>1   |

Cuadro No. 13

Ordenamiento de medias para observar diferencias significativas y no significativas, se observa que todos los tratamientos son no significativos a excepción de  $F_1$ , que tiene diferencias significativas con todos los demás.

Podemos inferir que todos los tratamientos con soluciones fertilizantes son factibles de ser utilizados en la producción de plantas con cepellón a excepción de  $F_1$  que se utilizó como testigo principal, conteniendo en su aplicación agua de uso común.

Gráficamente el resultado de la prueba de medias quedaría como se expone:

$$\frac{F_2 \quad F_4 \quad F_5 \quad F_3}{F_2 = F_4 = F_5 = F_3} \neq \frac{F_1}{F_1}$$

La producción de peso seco total fué mayor en  $F_2$  lo que significa que la fórmula de fertilización utilizada en Cuautla Morelos para producir plantas almacenadas en charolas de polietileno es la más eficiente, esto no implica el rechazo de  $F_4$ ,  $F_5$  y  $F_3$  que son las soluciones propuestas, por el contrario estadísticamente son iguales con un 99% de probabilidad para obtener los mismos resultados que  $F_2$ .

En cuanto a las compostas utilizadas se realizó la prueba de medias DMSH, misma que fué utilizada en las soluciones fertilizantes en donde se efectuó el mismo ordenamiento de menor a mayor y que ya desglorado quedó de la siguiente manera:

| $C_5$ | $C_4$ | $C_2$ | $C_1$ | $C_3$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.132 | 0.155 | 0.205 | 0.229 | 0.248 |

El ordenamiento para establecer la relación entre compostas se puede observar en el cuadro siguiente:

| FORMULA        | RELACION                        | PLANTEAMIENTO | DIFERENCIA | SIGNIF. AL 5% | AL 1%   |
|----------------|---------------------------------|---------------|------------|---------------|---------|
| C <sub>3</sub> | C <sub>3</sub> - C <sub>5</sub> | 3 - 5         | 0.116      | * 3>5         | * 3>5   |
|                | C <sub>3</sub> - C <sub>4</sub> | 3 - 4         | 0.093      | * 3>4         | * 3>4   |
|                | C <sub>3</sub> - C <sub>2</sub> | 3 - 2         | 0.043      | N.S. 3=2      | N.S 3=2 |
|                | C <sub>3</sub> - C <sub>1</sub> | 3 - 1         | 0.019      | N.S. 3=1      | N.S 3=1 |
| C <sub>1</sub> | C <sub>1</sub> - C <sub>5</sub> | 1 - 5         | 0.097      | * 1>5         | * 1>5   |
|                | C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub> | 1 - 4         | 0.074      | * 1>4         | N.S 1=4 |
|                | C <sub>1</sub> - C <sub>2</sub> | 1 - 2         | 0.024      | N.S. 1=2      | N.S 1=2 |
| C <sub>2</sub> | C <sub>2</sub> - C <sub>5</sub> | 2 - 5         | 0.073      | * 2>5         | N.S 2=5 |
|                | C <sub>2</sub> - C <sub>4</sub> | 2 - 4         | 0.050      | N.S. 2=4      | N.S 4=4 |
| C <sub>4</sub> | C <sub>4</sub> - C <sub>5</sub> | 4 - 5         | 0.023      | N.S. 4=5      | N.S 4=5 |

Cuadro No. 14

Ordenamiento de medias para observar diferencias significativas y no significativas en todos los tratamientos con compostas, se infiere que el efecto de compostas tiene diferencias significativas a nivel estadístico .

Gráficamente el resultado de la prueba de medias en composta - quedaría como se expone:

$$\begin{array}{cccccc}
 C_3 & C_1 & C_2 & C_4 & C_5 & \\
 \hline
 C_3 = C_1 = C_2 & & & & & \\
 \hline
 C_1 = C_2 = C_4 & & & & & \\
 \hline
 C_2 = C_4 = C_5 & & & & & 
 \end{array}$$

Las compostas utilizadas difirieron en cuanto su actividad participativa en la producción de peso seco total, sabemos que  $C_1$  es la composta utilizada en el estado de Morelos y -- que la  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$  son las compostas propuestas, estas ultimas como puede observarse en la prueba de medias de Tukey resultaron que  $C_3$ ,  $C_2$  y  $C_1$  son iguales estadísticamente,  $C_3$  mayor eficiencia que  $C_1$  y  $C_2$ , así mismo  $C_1$  es igual a  $C_4$  y a  $C_2$  en contrándose diferencia con  $C_5$  que fué el testigo para compostas. Por lo que se refiere a  $C_2$  se vé en la comparación gráfica que nos indica igualdad con  $C_4$  y  $C_5$ , no existiendo diferencia entre estas dos últimas, dadas las pruebas de medias se infiere que las compostas propuestas más viables de ser utilizadas son  $C_3$ ,  $C_2$ , y que son las más destacadas teniendo como parámetro comparativo a la  $C_1$ , también se puede observar que  $C_4$  y  $C_5$  no son muy eficientes aunque estadísticamente podría ser factible su utilización, hay imposibilidad física en  $C_4$  y económica en  $C_5$ .

Sobre los efectos de compostas.

El proceso de humificación natural suele ser lento, sin embargo este puede ser acelerado amontonando la materia orgánica y promoviendo en ella el proceso llamado "Composting", que consiste en la humificación artificial y acelerada de la materia orgánica heterogénea por una población microbiana heterogénea, en condiciones controladas de humedad y temperatura.

Durante el proceso de composteo de los esquilmos agrícolas utilizados en el presente trabajo se tuvo la oportunidad de observar variaciones importantes de temperatura y pH en función del tiempo que duró el experimento, esto se puede explicar -- por el efecto aislante de las pilas y el calor generado como consecuencia del proceso metabólico microbiano ya que tendió a aumentar la temperatura del mismo, la temperatura máxima alcanzada en las pilas y el tiempo necesario para llegar a ella dependió principalmente del origen de los esquilmos agrícolas utilizados, contenido de humedad, tamaño de la pila, volteos y riegos aplicados.

Con respecto a los últimos cuatro factores, se ejerció control de la siguiente manera, el contenido de humedad en las cuatro pilas ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  y  $C_4$ ) fué el mismo, medido y controlado por medio de un Higrómetro; el tamaño de la pila fué constante para cada esquilmo agrícola, es decir las pilas tuvieron las -- mismas dimensiones, 70 cms. de altura, 1.20 de ancho y 2 me-

tros de largo. Los volteos y riegos fueron aplicados en igual número y tiempo sobre cada una de las pilas atendiendo al comportamiento térmico de la que aumentaba más rápidamente y a las necesidades de humedad que tenía, los factores que pudieron hacer variar los resultados fueron: el origen de los esquilmos agrícolas y la microfauna que cada uno contenía tomando en cuenta lo anterior se analiza cada composta por separado atendiendo a las siguientes fases del proceso del composteo: Mesófilo, Termófilo, Fase de enfriamiento y la Maduración, observando las recomendaciones de tres meses como límite para la maduración.

El comportamiento térmico de la composta  $C_1$  puede observarse en la gráfica comparativa número 1, en la cual se vé que la temperatura máxima alcanzada está entre 55 y 58°C entre los 5 y 40 días de intervalo de tiempo total. Tomando en cuenta que la fase mesófila termina cuando la temperatura pasa de los 40°C, esto hace suponer que en esta etapa los microorganismos mesófilos se multiplicaron rápidamente y que como consecuencia de esta actividad metabólica la temperatura se elevó y bajó el pH por la producción de ácidos orgánicos, este aumento de temperatura se pudo captar a través del registro diario y la caída del pH por medio de análisis parciales aunque no tuvo una caída mayor de 6.5 si se alcanzó a detectar en lecturas posteriores a la primera original, es decir todas las lecturas de pH parciales se tomaron con los volteos y pudo observarse una baja al principio del proceso con una recuperación tendiendo a alcalino en lecturas posteriores; al pasar -

de los 40°C de temperatura a los 53°C, se detectó un incremento de pH, esto se debe a que al dejar de actuar la fase mesófila da paso a la termófila caracterizada por un incremento de la temperatura y la volatilización del nitrógeno existente en forma amoniacal, como consecuencia de lo anterior se incrementó el pH volviéndose alcalino, como la composta no pasó de -- los 60°C y que paulatinamente fué descendiendo hasta estabilizarse en la fase de enfriamiento que abarcó el intervalo de tiempo de los 45 a los 80 días, se puede deducir que microorganismos termófilos, esporangíneos y actinomicetos sobrevivieron al proceso, teniendo en el periodo de maduración una baja ligera en el pH alcalino (ver cuadro 7).

El comportamiento térmico de C<sub>2</sub> tuvo características diferentes ya que la temperatura se elevó rápidamente entre los 0 y 7 días después de establecida la pila, la fase mesófila duró muy poco tiempo entrando inmediatamente la fase termófila y teniendo su temperatura máxima entre los 20 y 22 días de establecida la pila, a partir del día 30 empezó a bajar la temperatura en la fase de enfriamiento, la cual se prolongó durante los tres meses teniendo temperaturas mínimas entre 30 y -- 35°C, esto implica el mismo movimiento de pH pues a los 7 días del primer riego con volteo simultáneo ya empezaba a rebasar el pH neutro, en el segundo volteo el pH era alcalino, en el cuarto volteo permanecía estático hasta la lectura final de 8.3 de pH; esto implica que el periodo de maduración no se dió y por ende su estabilización térmica, la composta al estar expuesta a temperaturas mayores de 30°C se supone que -

sufrió una pérdida considerable de nitrógeno que puede ser observada en la relación carbono-nitrógeno y en el resultado de nitrógeno total en los análisis químicos efectuados (ver cuadro No. 7 \*\*)

La composta No. tres, arrojó datos diferentes a las dos anteriores; la explicación de estas irregularidades pudieron tener su origen en dos puntos principalmente: 1) La cascarilla de cacahuete proviene de la Factoría de alimentos balanceados PROFERM de Cuautla Morelos en donde es apilada para su procesamiento, cuando se recibió tenía un alto contenido de humedad, aparte al comercializarse los campesinos tienen que esperar en el campo un período determinado de tiempo mientras se acumulan volúmenes suficientes para sacarla al mercado. Todo lo anterior puede tener consecuencias en la fase mesófila y termófila. Es decir probablemente al someterla al proceso de composteo la amonificación estaba bastante avanzada y la relación carbono/nitrógeno que es bastante alta tuvo su consecuencia en las generaciones de microorganismos mesófilos, que -- no encontraron el suficiente nitrógeno para desarrollar sus actividades metabólicas y por ello la no degradación total. 2) El tratamiento en la fase experimental pudo haber tenido errores con respecto a este esquilmo, pero la razón de más peso recae en el primer punto; Las temperaturas fueron constantes y los análisis de pH parciales siempre fueron alcalinos con una ligera caída en el último volteo, (ver cuadro 7\*\*).

La composta No. cuatro elaborada a partir de cascarilla de --

\*\* Ver fé de erratas.



arroz presentó sus temperaturas máximas entre los 15 y 35 días después de establecida la pila, fueron 70°C el máximo de temperatura a la que trabajó, sin embargo a través de los volteos se pudo detectar que era difícil de biodegradarse el esquileo agrícola composteado, este se mantuvo a temperaturas superiores a los 40°C, se considera que la fase mesófila fué incompleta y que necesitaba períodos más prolongados de tiempo para biodegradar la celulosa y lignina que existía en abundancia en el sustrato, los análisis químicos no pudieron ser realizados como en las compostas anteriores; el material presentó dificultad para manejar una mayor superficie de exposición pues éste estaba íntegro y sin haber sufrido gran alteración en su composición original.

Los resultados de los análisis químicos realizados en las muestras obtenidas durante el proceso llevado a cabo se encuentran dentro de los parámetros establecidos y los cuales se corroboran con estudios anteriores (Martínez et al, 1974; Elías et al 1976; López, Vidal y Pereyra et al, 1975 y García et al--1979), aquí cabe mencionar que hay una diferencia mínima que puede tener su origen en el manejo y en las condiciones ambientales o a diferentes condiciones de experimentación. el análisis de la relación carbono / nitrógeno esto es el contenido carbón a nitrógeno está en relación directa con el carácter y origen de los desechos mismos. Si la relación es muy alta o sea la cantidad de carbono es mayor que la de nitrógeno, los microorganismos utilizarán todo el nitrógeno disponible y únicamente la cantidad necesaria de carbono para sumi-

nistrar energía requerida en el metabolismo del nitrógeno, esto propiciará un metabolismo lento en el material procesado, caso aplicable a las compostas  $C_3$  y  $C_4$  y como consecuencia la microfauna necesitará mayores intervalos de tiempo para consumir el carbono disponible, primero en los materiales que originan la putrefacción y luego convirtiéndolos en bióxido de carbono hasta lograr que la relación carbono/nitrógeno alcance un nivel adecuado para lograr la estabilización de la masa total de desechos. Algunas experiencias han demostrado que la relación óptima se encuentra entre 12 y 20; los resultados químicos en este aspecto nos indican que  $C_3$  tiene una relación bastante alta y por ello la justificación de su comportamiento térmico, a  $C_4$  aunque no se le practicaron análisis químicos se supone que en un principio su relación carbono/nitrógeno no era baja ya que la pila tuvo un comportamiento térmico diferente y la disponibilidad de ceras, celulosas y lignina permanecieron intactas, se considera que el material disponible trabajó eficientemente en un principio y cuando la relación era adecuada al aumentar la temperatura se cree que existió un desequilibrio aumentando con ello la relación significativamente al volatilizarse el nitrógeno, este supuesto para este equilibrio da su justificación térmica. El comportamiento térmico de la composta número dos en relación al parámetro carbono/nitrógeno nos indica que la relación va en aumento al digerirse el nitrógeno disponible por la microfauna aparte de la volatilización que pudo haberse dado, aunque su fase de maduración necesita más de tres meses pues las temperaturas para cumplir esta última fase se consideraron altas; la relación -

carbono/nitrógeno más favorable fué presentada por la composta número uno, pues es más baja que las consideradas en parámetros óptimos aunque existe un poco de contradicción con la cantidad arrojada de nitrógeno total que se considera debería ser más alta; el comportamiento térmico implica gran actividad termófila, lo que permitió mayor eficiencia en la biodegradación de  $C_3$ , esto puede observarse en los análisis químicos realizados. La otra explicación estaría justificada que - bajo un proceso de argilización en donde la cantidad de carbono disponible fuera poco y conocido el dato de nitrógeno total que no es significativo en su valor agrícola, se podría suponer que la composta tuvo buen lapso de tiempo en su maduración, esto implica cierta contradicción por que el bagazo de caña de azúcar es rico en ceras y lignina y difícilmente biodegradable, la explicación más lógica para este resultado puede estar en poner en duda el dato proporcionado en el Ingenio sobre la fecha de origen del esquileo agrícola ya que la información con que se contó indicaba que tenía 10 días después de su procesamiento u origen.

El análisis de capacidad de intercambio catiónico en la materia orgánica en la casi totalidad de su valor es dependiente del pH en las fracciones correspondientes a ácidos húmicos y fúlvicos, los valores de capacidad de intercambio catiónico - en 200 grs. de suelo oscila entre 200 y 900 Meq. esto es indicativo de que a valores mayores de pH donde el efecto ácido - se distingue por disminuir la capacidad de intercambio catiónico, en este caso las compostas arrojaron los resultados de

pH alcalino y la justificación de los valores existentes en ellas de capacidad de intercambio catiónico está en función del pH alcalino aunque se observa que C<sub>1</sub> tiene mayor capacidad de intercambio catiónico y que su pH es más bajo, hay que tomar en cuenta la maduración presentada y la relación carbono/nitrógeno que le son más favorables. Con respecto a C<sub>2</sub> y C<sub>3</sub> observamos en el cuadro No. 7\*\* que estos valores disminuyen pero que también existe un incremento de pH y que las relaciones carbono/nitrógeno no le son muy favorables, esto explica el cumplimiento de las fases del proceso de composteo en C<sub>2</sub> y en C<sub>3</sub> que como puede observarse en la gráfica No. 1 tienen un comportamiento irregular.

Los resultados de conductividad eléctrica que implican concentración de sales dan una idea del valor agronómico de las -- compostas, esto es su aceptación con lo que se refiere a este parámetro pues se puede observar que no existe problema alguno para sembrar los diferentes cultivos en ellas.

El porcentaje de materia orgánica es alto en cuanto a los valores óptimos considerados para un suelo de uso agrícola, este factor es favorable ya que al establecer plantas con cepellón se está incorporando materia orgánica al suelo y por ende mejorando los efectos de una textura pesada, esto podría -- considerarse no significativo en un ciclo agrícola pero podría tener resultados favorables a largo plazo.

Se estableció que los resultados obtenidos por medio de los -

análisis químicos de los elementos: fósforo, potasio, calcio y magnesio son ilógicos ya que las muestras tomadas son de las mismas compostas y que el calcio en alta concentración que se presenta proviene de la degradación de las paredes celulares, el magnesio de la concentración existente en las moléculas de clorofila, el fósforo y el potasio de la acumulación de material orgánico, así estos resultados son presentados como normales porque incluso en otros procesos de composteo pueden existir en niveles superiores.

Sobre los efectos de las soluciones fertilizantes.

De acuerdo a los criterios de Steiner , 1964, se propone el nombre de "soluciones fertilizantes" y no hidropónicas como lo maneja Sánchez , 1980, ya que no existe en realidad un control químico adecuado en cuanto a los elementos participantes en la producción de plantas con cepellón, esto es se toman fertilizantes con un grado de impurezas determinado estadísticamente y se desconoce la participación de las compostas en los niveles nutricionales, ya que en este trabajo no existió un análisis químico de los oligoelementos disponibles. Esto refleja un control poco estricto a nivel científico pues de todas las variables participantes solo se tuvo ese control con el proceso macro y observable complementado con análisis que dan idea de las razones de dicho comportamiento experimental.

Las fuentes fertilizantes utilizadas, principalmente las nitrogenadas, hay que tomarlas en cuenta en cuanto al efecto que pu

dieran tener con el pH de las compostas y aclarar si existe una tendencia hacia la acidificación del medio de cultivo. - Todos los fertilizantes seleccionados tienen cierta tendencia acidificante en las compostas utilizadas, esto es hablando de las fuentes nitrogenadas, ya que se observa en el cuadro No. 8 que éstas, pueden tener un efecto benéfico para el medio sembrado pues este tendería hacia la neutralidad, cuestión deseable en los criterios agronómicos. esta rectificación de bajar el pH de las compostas hacia valores más favorables para los cultivos se infiere que se dan en este caso pues hay que recordar que el riego se da tres veces por semana y por ende se supone una rectificación favorable en el transcurso de regado y por la intensidad del mismo.

Podemos inferir a través del análisis estadístico algunas diferencias en peso seco total en la aplicación de las soluciones fertilizantes ( $F_1, F_2, F_3, F_4, F_5$ ). El efecto esperado -- por cuestiones lógicas en la aplicación de  $F_1$  sería la respuesta que cada una de las compostas podría dar a la planta en su desarrollo, esto es los macro y micronutrientes disponibles existentes en ellas serían los que darían la capacidad de producción de materia orgánica total, independientemente de el vigor de la semilla y cantidad de sustancias de la reserva que se consideraron constantes en todos los tratamientos, para el efecto de compostas en el desarrollo de plantas ver cuadro N 14. donde se aclara que  $C_3$  es la que muestra mayor eficiencia, esto es consecuente con la prueba de medias efectuadas y que corrobora los resultados arrojados a través

de los análisis estadísticos. Con respecto a  $C_2$ ,  $C_1$ ,  $C_4$  y  $C_5$  hay que aclarar entonces que al utilizar a  $F_1$  como testigo de las soluciones fertilizantes y cuyo componente es agua se espera que no haya respuesta a la solución fertilizante y solamente se exprese el potencial nutrimental de las compostas. Observable este en la relación carbono/nitrógeno existente en las plantas.

En relación al peso seco de raíz y a la longitud de la misma considerando existente un peso seco total pudimos inferir que en  $F_1$  existe un desequilibrio marcado en la relación carbono/nitrógeno de la planta, esto se observa en los datos de longitud de raíz, peso seco de raíz y el crecimiento total en cada una de las plantas, aparte de que existe un área foliar raquíutica, el grosor del tallo se reduce como consecuencia de lo anterior en este tratamiento fertilizante, ya que se pudo observar además de los aspectos ya mencionados los síntomas clásicos de carencia de nitrógeno, fósforo y potasio.

El tratamiento fertilizante número dos estadísticamente fué el que menores resultados arrojó ( $F_2$ ), esto se explica en función de que el fertilizante principal fué el nitrato de amonio y como secundario el sulfato diamónico, entendemos que al fertilizar con estos compuestos se tiene una respuesta rápida en el efecto de la planta ya que los iones son asimilados en su estado químico existente y que el ion nitrato no es retenido por el complejo arcillo-húmico. Así pues es absorbido por las raíces o permanece en la solución del suelo exis-

tiendo una cantidad de lavado y por consecuencia pérdidas de nitrato; por lo que respecta al ión amonio, que tiene la capacidad de ser adsorbido por el complejo arcillo-húmico de las -- compostas, se proporcionó en los compostos nitrogenados que contienen en la fórmula, existiendo este ión en la composta se -- cree que fué cedido al medio por la capacidad de intercambio catiónico y que en su mayor parte fué nitrificado, tomando el mencionado programa de riego se infiere que el nitrógeno siem -- pre estuvo presente en forma asimilable.

La respuesta del tratamiento en función de las compostas utilizadas se puede observar en el dato de peso seco total en el cuadro número 7\*\*, en la segunda columna donde se observa los resultados de  $C_1$  y la solución fertilizante  $F_2$  lo cual refleja la más alta capacidad de la producción de fotosintatos --- (pst), le siguen función de eficiencia las compostas  $C_3$ ,  $C_2$ ,  $C_5$  y  $C_4$  tomando en consideración que en  $C_4$  está el material - cascarilla de arroz que no fué sujeto de biodegradación en su mayor parte, se infiere que la superficie de exposición es pe -- queña y por eso la baja retención de agua y fertilizantes, -- no existiendo en las plantas nutrientes capaces de ser foto -- sintetizados se explica entonces porqué ésta composta es in -- ferior en el comportamiento deseado y que además es superada ligeramente por el testigo, que tiene gran capacidad de absor -- ción de agua y fertilizantes (vermiculita).

La relación carbono/nitrógeno disminuyó haciendo más favora -- ble el proceso metabólico de la planta, estos datos podemos -



observarlos en la longitud de raíz y la comparación de peso seco total con peso seco de raíz, el área foliar es correspondiente a los resultados en peso seco, así como el diámetro del tallo y la altura de planta en los tratamientos  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$  - puede observarse que rebasó los 16 cms. siendo más alta  $C_1$  que  $C_3$  y  $C_2$  que  $C_1$  esto si se observan los datos el porque estadísticamente  $C_3$ ,  $C_1$  y  $C_2$ , son iguales y solo difieren muy poco hay que tomar en consideración que  $C_1$  y  $F_2$  son tratamientos -- del testigo de comparación potencial y que los parámetros tomados considerados como límite están dados en consideración de los resultados arrojados por éste tratamiento independientemente - de que haya sido evaluado con el testigo principal  $C_5$ ,  $F_1$ .

La fórmula fertilizante No. tres elaborada con la fuente nitrogenada a partir de urea, se sometió a experimentación por -- dos razones principales:

- 1) Es el fertilizante nitrogenado sólido más concentrado que puede encontrarse en el mercado y que no necesita equipo es pecial para su aplicación.
- 2) Su solubilidad permite el empleo en la preparación de soluciones nitrogenadas y su empleo directo como abonado foliar mediante pulverizaciones de soluciones acuosas, su acción - es acidificante y de efectos retardados en planta en forma de aplicación sólida o perdigones, y en solución acuosa su respuesta es inmediata.

Esta solución nutritiva tuvo los siguientes efectos en las di -

ferentes compostas: en la composta número tres se pueden observar resultados más sobresalientes en la producción de materia seca total, existe la misma relación de los efectos en las otras compostas donde  $C_1$  tiene mayor rendimiento que  $C_2$  y  $C_4$ , en este tratamiento se muestra más eficiente que  $C_5$  pero no igual a las anteriores. Se observa que la relación carbono/nitrógeno se incrementa ligeramente sobre el tratamiento con  $F_2$ , aparte de que se distingue mayor crecimiento aéreo, esto nos lleva a pensar un poco sobre una sobrefertilización que redunde en tallos frágiles y hojas flexibles o endebles que puedan ser -- víctimas fáciles de condiciones ambientales ligeramente adversas. Si tomamos en cuenta el diámetro del tallo, área foliar, altura de planta, longitud de raíz y peso seco de la misma podríamos observar que en las primeras tres compostas obtenemos resultados excelentes, en cuanto a la distribución física nos encontramos con una planta medianamente vigorosa, con gran capacidad de fotosintetización y gran capacidad de enraizamiento y anclaje, entonces la acción de la urea tiene efectos satisfactorios que deben de observarse con recelo ya que el nitrógeno no proporcionado puede ser asimilado muy rápidamente y producir plantas "bofas" que no son deseables principalmente en lo que se refiere a la actividad del trasplante.

La forma de fertilización número cuatro ( $F_4$ ) elaborada a partir de la fuente nitrogenada con sulfato diamónico, que es el fertilizante nitrogenado con poder acidulante más acentuado -- por la disociación de los iones anonio y por la adsorción que se dá con el complejo arcillo-húmico de composta sugiere una

corrección mayor del pH de las compostas ya que su mayor eficiencia podría esperarse en aquellas que tienen características alcalinas.

Podemos observar que la acción de la composta número tres -- fue la más eficiente en todos los parámetros a excepción del peso seco total, sin embargo el comportamiento sajuído es idéntico a la respuesta dada por  $F_2$  y  $F_3$  en  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_4$  y  $C_5$ . En estas plantas podemos observar características en cuanto al balance de los parámetros evaluados y su distribución en función del peso seco total, el área foliar es más desarrollada que en  $F_2$  y  $F_3$  así como el implante en el diámetro del tallo y su mayor altura, esto nos infiere un balance adecuado de la relación carbono/nitrógeno, sin embargo el peso seco total sigue siendo ligeramente menor que en la  $F_2$ , esta solución fertilizante comparada con la acción ejercida en la planta puede equipararse a la  $F_2$ , los resultados son consecuentes con el análisis estadístico.

La fórmula número cinco ( $F_5$ ) elaborada a partir de tres fuentes nitrogenadas contiene en la producción de peso seco total menor eficiencia que  $F_2$ ,  $F_3$  y  $F_4$  y la relación carbono/nitrógeno es menos favorable también en  $C_1F_5$ , no siendo así en las compostas  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  y  $C_5$ , esto puede ser un indicativo de la existencia de una interacción negativa o de un dato mal tomado, el comportamiento si difiere en la secuencia de eficiencia en las compostas, en donde  $C_2$  es más eficiente que  $C_3$  y  $C_1$  y donde  $C_4$  y  $C_5$  tienen el mismo comportamiento, se nota --

exuberancia aérea, el diámetro de tallo y profundidad de raíz empiezan a tener resultados no muy deseables precisamente en la relación carbono/nitrógeno y el vigor de la planta se supone solo aparente, (ver gráficas de parámetros medidos y cuadro No. 7\*\*).

Los pasos seguidos en el desarrollo del experimento fueron -- consecuentes con los planteamientos de los programas establecidos, el diseño experimental originalmente planteado se realizó de acuerdo a lo dispuesto, no se presentaron problemas en el desarrollo salvo que hayan existido errores involuntarios no previstos.

El comportamiento de las variables probadas en el desarrollo experimental, compostas y soluciones fertilizantes, tuvieron efectos en la producción de plantas con cepellón, (siendo estos favorables de acuerdo a lo esperado, se reafirma lo anterior con el análisis e interpretación de los resultados obtenidos ya que permitió obtener información importante principalmente la relacionada con las soluciones fertilizantes aplicadas a las plantas en las condiciones descritas en párrafos anteriores) y de acuerdo con el análisis efectuado se concluye:

1. - La utilización de las compostas elaboradas a partir de -- los esquilmos agrícolas ya conocidos, en la formación del cepellón de la planta es posible y puede diversificarse de acuerdo a los esquilmos agrícolas producidos en diferentes zonas de cultivo . En este caso particular se obtuvieron los mejores resultados con la composta elaborada a partir de cáscara de cacahuato ( $C_3$ ) que superó ligeramente a la composta elaborada con bagazo de caña de azúcar, tomada ésta como parámetro secundario de evaluación ( $C_1$ ). También se obtuvieron resultados favorables en la composta elaborada a partir de paja de frijol (tasol), siendo ésta ligeramente menos eficiente que  $C_1$ , pero estadísticamente iguales; de las compostas propuestas solo se obtuvieron características no deseables en la que fué elaborada a partir de cascarilla de arroz ( $C_4$ ) justificando su rechazo como producto sujeto a composteo ya que el proceso de

biodegradación no fué eficiente por las condiciones intrínsecas del material, esto conlleva a un proceso de composteo mucho muy largo y a la utilización de nitrógeno extra para llegar a la maduración.

Lo anterior reafirma que se obtienen buenos resultados con -- los sustratos orgánicos y que existen posibilidades de utilizarlos en explotación comercial, abatiendo los costos de producción ya que pueden ser sustitutos de la vermiculita, perlita y otros materiales económicamente más caros y menos accesibles para pequeños productores.

2.- La aplicación de las soluciones fertilizantes nos permitió evaluar sus efectos en los parámetros registrados, haciéndose mayor énfasis en los resultados de peso seco total, ya -- que fué la capacidad de respuesta de la planta a la disposición de los elementos necesarios para su desarrollo metabólico normal, así la producción total de fotosintatos nos indica cual de las fuentes fertilizantes fué la más adecuada; tomando en consideración al tratamiento de referencia afirmamos que -- los tratamientos propuestos producen los mismos efectos que -- éste y que pueden ser utilizados con la misma eficiencia en -- el rendimiento de peso seco total y bajo las condiciones de -- trabajo sobre la técnica que aquí se siguió.

Debe considerarse la distribución de peso seco total para inferir la relación carbono/nitrógeno más favorable para el desarrollo de la planta y evitar aquellas con características -

observables como adecuadas y que no tengan resultados satisfactorios en el lugar definitivo de desarrollo.

En el desarrollo experimental y en la evaluación estadística se infirió que las fuentes nitrogenadas utilizadas en la elaboración de las soluciones fertilizantes dieron resultados similares, existiendo ligeras diferencias que en grado de mayor a menor en el peso seco total, se puede observar que de las fuentes nitrogenadas aplicadas la más eficiente fue la de nitrato de amonio seguida de la preparada con sulfato de amonio que son estadísticamente iguales a la del complejo amónico y urea, esto significa que todas las soluciones propuestas pueden ser aplicadas con la misma eficiencia que la solución de referencia lo cual se presenta como alternativa a tomarse en cuenta.

Se recomienda la elaboración y el desarrollo de compostas con otros esquilmos agrícolas de zonas particulares para su utilización y evaluación, así como sus combinaciones con diferentes soluciones fertilizantes elaboradas a partir de fertilizantes de fácil acceso.

- 1.- Astorga,C.M. y Gallardo.1981. Avances de la Investigación en Trasplante de Algodonero en la Comarca Lagunera (1975-1980) Simposium CEICADAR, Puebla.
- 2.- Baca,C.1979. Implementación Hidropónica en Regiones con Recursos de Suelo o Agua Limitados como Solución Complementaria al Desarrollo Rural en México, Primera Etapa. -- Avances en la Enseñanza y la Investigación.C.P.Chapingo. México, p.282.
- 3.- Baca,C.G.1983. Experiencias con Soluciones Nutrimientales y Sustratos en la Producción Hidropónica de Pepino, Melón y Jitomate. Tesis para obtener el grado de Maestría. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.
- 4.- Carbonero,P.1978. Bioquímica de Productos Agrícolas. Monografía de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- 5.- Corby,H.L.P.1976. A Method of Making Pure Culture Peat Type Legume Inoculants Using a Substitute for Peat. In - Symbiotic Nitrogen Fixation in Plants, Nutman Cambridge Univ. Press England.p. 169-173.
- 6.- Douglas,S.L.1970.Hidroponia como Cultivar sin Tierra, Ed. Ateneo. Madrid,España.



- 7.- Elías M. 1976. Planta Industrializadora de Desechos Sólidos, Tesis Profesional. ENA de Cd. Universitaria.
- 8.- Espinoza, de L. E. 1978. El agua, su Uso y Manejo en la -- Agricultura de México. Ciclo de Conferencias la Alianza - para la Producción en Marcha CIAM (Memorias).
- 9.- Fernández, O.V.M. 1985. Apuntes para el Programa de Hortalizas UACH. Fitotécnia.
- 10.- García L.F. 1969. Algunos Intentos de Fermentación y Transformación de Basura a Humus. Tesis Profesional, Fac. de - Ciencias de Cd. Universitaria.
- 11.- Gómez - Pompa, A. y Toledo, V.M. 1971. Medio ambiente y desarrollo. Publicación especial de CONACYT. México. 1:71-83.
- 12.- Haaz, P.E. 1981. La Práctica del Trasplante de Maiz en el Area de Xochimilco. Ponencia al Simposium "Trasplante de Maiz y Frijol" Centro de Ecodesarrollo CONACYT, CEICADAR, Puebla (Memorias).
- 13.- Hartmann, H.T. v Kiester, D.E. 1975. Propagación de Plantas (Principios y Prácticas) CECSA, México. P.P. 42-43.
- 14.- Iswaran, B. A. Sen y R. Appe. 1972. Plant Compost. As Sustitute for Peat for Legume Inoculants. Curr. Sc. 41(8):299.

- 15.- John K.P. 1966. J. Rubber Res. Inst. Malaya 19:173.
- 16.- Kohashi, S.J. 1981. Experiencias con Espalderas y Poda en Frijol de Guía Trasplantado, Ponencia al Simposium "Trasplante de Maíz y Frijol, Centro de Edafología, Colegio de posgraduados Chapingo. CEICADAR, Puebla.
- 17.- Larque Saavedra A 1981. Introducción al Simposium de Trasplante de Maíz y Frijol CEICADAR, Puebla, 1981. Colegio - de Posgraduados Chapingo, México.
- 18.- Lee, R.V. 1981. Trasplante en CENAMAR. Presentación de los Trabajos Realizados en la Laguna, al Simposium, Trasplante de Maíz y Frijol, CEICADAR, Puebla.
- 19.- Cajuste, J.L. y Quezada, B.C. 1981. Efecto de la Época, Edad y Fertilización en el cultivo de maíz establecido por trasplante. Centro de Edafología, Colegio de Posgraduados, Chapingo México. Simposium Trasplante de Maíz y Frijol, ----- CEICADAR, Puebla.
- 20.- Lieverman J. 1971. Bagasse as and Exipient for Legume Inoculants. Revista Industrial Agrícola de Tucuman. 48:51-58
21. López, G.J., Vidal F.M. Pereira. Basura Urbana Recoqida, - Eliminación y reciclaje. Primera Edición. Ed. Tec. Asds. - S.A. Barcelona España. 1975

- 22.- López L.F. 1968. Preparación de Almácigos en el Bajío, Novedades Hortícolas (México) INIA, Vol. V. No. 2., Vol. V. No. 3, México.
- 23.- Martínez, L.L. Proyecto para el manejo de desechos sólidos en la Ciudad de Tijuana B.C. Tesis Profesional. Esc. de Química, Cd. Universitaria (1974).
- 24.- Morales, H.L. y G. Pineda. 1982. Bioenergética y desarrollo Rural. Ponencia al Encuentro Interdisciplinario sobre Energía y Sociedad, México, D.F. (Memorias).
- 25.- Muñoz, V.J. y García, L.R. 1978. Disponibilidad de las tierras para usos agropecuarios y calidad de los suelos de México. Ciclos de Conferencias la Alianza para la Producción en Marcha CIAM (Memorias).
- 26.- Palacios, A.A. 1980. Manejo de Almácigos de Jitomate en Charolas de Poliestireno. Revista el Campo, Publicación Bimestral 4º, 1982 (México).
- 27.- Palacios, A.A. 1980. Manejo de Almácigos de Jitomate en Charolas de Poliestireno. Boletín Informativo INIA, Zacatepec.
- 28.- Palacios, A.A. 1981. SARCH VII Curso de Planeación del Desarrollo Agropecuario (del 17-24 de mayo 1981, Cuernavaca Morelos) (Memorias).

- 29.- Penningsfeld, F. y Kurzmann P. 1975. Cultivos hidropónicos y en turba, versión española. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España.
- 30.- Resh, H.M. 1981. Hydroponic Food Production. A definitive Guide Book of Soilles Food Growine Methods. Woodbridge Press Publishing Company. E.U.A. (2a. Edition).
- 31.- Rojas, R.T. 1983. La Agricultura Chinampera (Copilación Histórica) Universidad Autónoma de Chapingo.
- 32.- Rubio, M.D. 1979. Evaluación de los Reciduos Orgánicos Estabilizados (Compost) Obtenidos del Basurero de Monterrey, - N.L. Desde el Punto de Vista de su Utilidad Agrícola. Tesis G.A. Monterrey. México.
- 33.- Sánchez, del C.F. 1979. Hidropónia. Un Estudio de Producción Agrícola. Tesis Profesional, Ing. Agrofitoténcia --- E.N.A. Chapingo, México.
- 34.- Sánchez, del C.F. y Escalante R., E.R. 1981. Hidroponia un Sistema de Producción (Principios y Métodos de Cultivo), Patronato Universitario (PATUCH) de la Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- 35.- Serrano, C.Z. 1979. Cultivo de Hortalizas en Invernadero. Aedos Barcelona, España. p.p. 70-95.

- 36.- Schwarz, M. 1975. Guide to Comercial Hidroponic, Israel, Universities Press, Jerusalem. 136 p.
- 37.- Steiner, A.A. 1961. A Universal Method for Preparing nutrient solutions of a Certain Desired Composition. Plant and soil XV, No. 2. p. 134-154.
- 38.- Steiner, A.A. 1966. The Influence of the Chemical Composition of a Nutrient solution on the Production of Tomato Plants. Plant and Soil XXIV, No. 3. p. 454-466.
- 39.- Steiner, A.A. 1968. Silless Culture. Reprim From: Proceeding of the GTH Colloquium of the International Potash Institute Florence Italy Published by: International Potash Institute Berne Switzerland.
- 40.- Santos, A.T. Astorga C.M. y Cajuste, J.L. 1981. Algunos datos sobre la Práctica del Trasplante de Maíz. Ponencia al Simposium "Trasplante de Maíz y Frijol" Centro de Edafología. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México, CEICADAR. Puebla (Memorias)
- 41.- van Snerven, D.; Osten, D y D. Lindember 1954. On the Production of Legume Inoculants in Mixture of peat and soil ant. Van Leeuw. 20: 30-57.
- 42.- Vicuña, L.L.L y Carranza, P. 1981. Trasplante de Maíz bajo condiciones de temporal en el Edo. de Coahuila. Ponencia al Simposium "Trasplante de Maíz y Frijol" Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", CEICADAR. Puebla (Memorias)

Descripción de las Técnicas Utilizadas para los Análisis Fisiocquímicos de las Diferentes Compostas.

Medida del pH.

- a) Se prepara una muestra de composta previamente tamizada en un tubo de ensayo agregandosele agua destilada.
- b) Se ajusta al dispositivo de la temperatura en el aparato y se pasa un poco de KCL del puente salino, lavando después con abundante agua destilada. Luego se introduce en el vaso de precipitado que tiene el electrodo, la disolución reguladora patrón, es decir que tenga un pH próximo al que queremos determinar, sumergiendo después en dicha solución reguladora el electrodo de vidrio y el semielmento de colomelanos con el puente de KCL. Después se deja pasar un intervalo adecuado para que se caliente el aparato, se calibra el instrumento con el fin de eliminar el potencial asimétrico. Se quita la disolución reguladora y se lava el electrodo cuidadosamente con agua destilada.
- c) Se coloca en el vaso que contiene composta, se añade 25 ml. de agua destilada y se agita fuertemente, se insertan en el suelo saturado de agua los electrodos de vidrio y colomelanos y se realiza la medida de pH por duplicado de cada una de las muestras.

### Determinación de Materia Orgánica.

- a) Se pesa 0.1 gr. de la muestra y se transfiere a un matraz Erlenmeyer de 300 ml.
- b) Se agregan 10 ml. de Dicromato de Potasio al 1 N. (con bureta).
- c) Se agregan 20 ml. de ácido sulfúrico concentrado.
- d) Se agita ligeramente durante 1 minuto y se deja reposar 30 minutos.
- e) Se agregan 100 ml. de agua destilada.
- f) Se agregan 10 ml. de ácido fosfórico a 85.5%.
- g) Se agregan 0.5 ml. (10 gotas por muestra) de Difenilamina al 1%.
- h) Se titula con sulfato ferroso al 0.5 N. hasta que vire de violeta oscuro a verde.
- i) Se hace una determinación en blanco con todos los reactivos usados anteriormente para obtener el factor de corrección - (F.C.).

### Cálculos.

$$\% \text{ M.O.} = \frac{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \text{N} - (\text{ml. de FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \times \text{N} \times \text{FC})}{\text{Peso de la muestra (0.1 gr.)}} \times 100$$

Ejemplo para el cálculo del factor de corrección.

Factor de corrección (F.C) para cuando se emplean 10 ml. de dicromato de potasio, en la determinación en blanco si el gasto de  $\text{FeSO}_4$  es de 19.6 ml.

$$(10 \times \text{N}) = (19.6 \times \text{N} \times \text{Y})$$

$$(10 \times 1) = (19.6 \times 0.5 \times \text{Y})$$

$$10 = 9.8\text{Y}$$

$$\text{Y} = \frac{10}{9.8} = 1.02$$

Donde:

M.O. = Materia Orgánica.

N = Normalidad del dicromato de potasio.

N = Normalidad del  $\text{FeSO}_4 = 0.5 \text{ N}$ .

Y = F.C.

Determinación de Nitrógeno.

- a) Pesar 0.5 gr. de la muestra.
- b) Se envuelven cuidadosamente en papel filtro libre de nitrógeno para depositarlo en el fondo del matraz.
- c) Se coloca la muestra en un matraz Kjeldahl de 800 ml.
- d) Se agrega 1 gr. de ácido salicílico disuelto en 30 ml. de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado. Se agita hasta que la muestra se haya incorporado totalmente al ácido.
- e) Se deja reposar durante 30 minutos.
- f) Se agregan 10 gr. de tiosulfato de Na. cristalino y se agita hasta que se disuelve.
- g) Se deja reposar durante 5 minutos.
- h) Se calienta hasta que no exista desprendimiento de vapores.
- i) Se agregan 10 grs. de  $\text{KSO}_4$  y 1 gr. de  $\text{CuSO}_4$  y se sigue calentando hasta que se obtenga una solución clara, cuando esto suceda se continúa calentando 30 minutos más y se pone a enfriar el matraz.
- j) Se agregan 100 ml. de agua destilada.
- k) Se agrega Granalla de Zinc y unas piedras pómez.
- l) Se agregan 150 ml. de hidróxido de sodio al 10 N. resbalando por las paredes del cuello del matraz sin agitar.
- m) Conectar el destilador para empezar a destilar.



- n) Se recibe el destilado en un matraz Erlenmeyer con 50 ml. - de ácido bórico y 3 gotas de indicador. Se destila hasta -- que se obtiene un volumen total de 150 ml. en el matraz.
- ñ) Se titula con  $H_2SO_4$  al 0.1 N. hasta que vire a rosa.
- o) Hacer una determinación en blanco con la misma técnica, usan do los mismos reactivos y una pieza de papel filtro.

Cálculos.

$$\% \text{ N. total} = \frac{0.014 \times \text{ml de } H_2SO_4 \times \text{N. de } H_2SO_4 \times 100}{\text{Peso de la muestra (0.5 grs.)}}$$

Peso de la muestra (0.5 grs.)

Determinación del carbono.

Para la determinación de carbono, únicamente se multiplica el % de M.O. por el factor de Jackson (0.58), o sea  $\% \text{ M.O.} \times 0.58 =$  % de carbono.

Nota:

La determinación de carbono es empírica, ya que Jackson encontró un factor de 0.58, el cual se multiplica por el contenido de M.O.

Determinación de Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.T.).

- a) La muestra que se debe usar es de 4-6 gr. (5 gr.).
- b) Se coloca la muestra en un tubo de ensaye de 30 x 120 mm. de base redonda.
- c) Se agregan 25 ml. de la solución de acetato de amonio al - 1 N. (pH = 7).
- d) Se agita y se deja reposar 30 minutos.

- e) Se centrifuga a 2000 r.p.m. hasta que el líquido esté claro.
- f) Se decanta el líquido filtrándose para determinaciones de - Ca, Mg. y K.
- g) El suelo que queda en el tubo de centrifuga se lava cinco veces con 35 ml. de acetato de amonio; posteriormente cinco veces con alcohol etílico 95%.
- h) Se transfiere el suelo a un matraz Kjeldahl agregandose 40 ml. de NaCl al 10% a pH = 2.5.
- i) Se agrega 0.5 gr. de óxido de magnesio.
- j) Se agregan 150 ml. de agua destilada.
- k) Se destila, recibiendo el destilado en 40 ml. de ácido bórico al 4%.
- l) Se titula con  $H_2SO_4$  al 0.1 N. usando indicador mixto para calcular la C.I. C.T. en meg/100 g.
- m) Para determinar Na y K se emplea el flamómetro (flamometría), tomando una alícuota del líquido decantado.
- n) Para la determinación de calcio y magnesio, se toma una alícuota de 10 ml. del decantado y se pasa a un matraz Erlenmeyer de 250 ml., se agregan 10 ml. de solución buffer de amonio pH 10, 5 gotas de KCN 2%, 4 gotas de negro de ericromo I y se titula con E.D.T.A. 0.02 N. hasta que vira de púrpura a azul, y esta titulación nos da los ml. de E.D.T.A. gastados para Ca y Mg.
- ñ) El calcio se cuantifica de la misma manera pero empleando el - indicador murexida.

**Nota:**

Para facilitar la titulación, se puede preparar un blanco con - 10 ml. de agua destilada, 10 ml. de buffer pH 10, 5 gotas de KCN y 2 gotas de Negro de Ericromo T. Esta solución debe tomar directamente el color azul que corresponde al punto final de la titulación.

#### Determinación de fósforo

- a) Se pesan 2 gr. de muestra y se agregan 10 ml. de la solución de bicarbonato de sodio.
- b) Agregar una cucharada de carbón activado.
- c) Agitar durante 30 minutos y dejarlo reposar 30 minutos.
- d) Filtrarlo a través de papel filtro Whatman N. 2 ( si el filtrado no es claro se agrega más carbón activado y se vuelve a filtrar hasta que éste sea claro).
- e) Se toman 4 ml. del filtrado y se colocan en un tubo de ensa<sup>ya</sup>, luego se le agrega HCl 0.5% gota a gota hasta que no ha<sup>ya</sup> desprendimiento de CO<sub>2</sub>.
- f) Se agita y se le agrega 1 ml. de ácido cloromolíb<sup>dico</sup>.
- g) Se vuelve a agitar y se le agrega 0.1 ml. (dos gotas) de -- ácido cloroestano<sup>so</sup>.
- h) Leer las concentraciones en el colorímetro con máximo de -- luz de 660 milimicras.  
p.p.m. de fósforo = p.p.m. testigo x lectura problema.
- i) Se prepara una curva estandar de fósforo.

#### Determinación de Conductividad Eléctrica.

- a) Se pesan 10 gr. de muestra de suelo y se colocan en un matraz aforado de 50 ml. (o probeta de 100 ml.).
- b) Aforar con agua destilada hasta la marca de 50 ml.
- c) Vertirlo a un vaso de precipitado con agitador magnético
- d) Agitar perfectamente.
- e) Esperar 10 minutos.
- f) Agitar nuevamente y tomarle la temperatura, luego ésta se - indicará en el aparato.

- g) Vaciar la solución en un tubo de centrifuga de 30 ml.
- h) Se introduce el electrodo en el tubo de centrifuga con la solución a trabajar.
- i) Se introduce y se saca hasta que ya no exista aire en el interior del electrodo.
- j) Luego que se comprobó que no existe aire en el interior -- del electrodo, se procede a prender el conductor eléctrico.
- k) Al principio se ven varias líneas de luz, pero al ir moviendo el control las líneas se van juntando en una sola.
- l) Ya que se haya formado una sola línea de luz y el fondo esté oscuro se toma la lectura y se anota el dato. Y así sucesivamente se obtienen los demás resultados para las otras muestras.

Técnicas tomadas de Jackson M.L. Soil Chemical Analysis, Ed. - Omega, S.A. Barcelona 1958.

Diseño en Bloques Aleatorios.

En el diseño completamente aleatorio se asignan aleatoriamente las unidades experimentales a los tratamientos. En el diseño en bloques aleatorios primero se forman grupos (bloques) de unidades experimentales (u.e.) similares, y después todos los tratamientos son probados dentro de cada bloque con la asignación de los tratamientos a las unidades experimentales hecha aleatoriamente. Por ejemplo, supongase que se tiene cuatro tratamientos A,B,C y D y cuatro bloques, un posible diseño en que los cuatro tratamientos estén asignados aleatoriamente en cada bloque quedaría:

UNIDAD EXPERIMENTAL EN BLOQUE

|        |     | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------|-----|---|---|---|---|
| Bloque | I   | D | B | A | C |
|        | II  | B | A | C | D |
|        | III | B | C | D | A |
|        | IV  | C | A | D | B |

Para la validez del análisis, se supone que no existe interacción entre bloques y los tratamientos. Esta técnica es una generalización de la prueba de comparación de medias de muestras apareadas, donde cada pareja es un bloque.

Ventajas.

- a) La ventaja principal de este diseño es que toma en cuenta - el efecto de los bloques, mientras que el diseño completamente aleatorio incluye este efecto en el error, es decir, se puede obtener mayor sensibilidad al utilizar el diseño en bloques aleatorios.
- b) El análisis de éste diseño es sencillo, aún cuando exista - el problema de datos perdidos.

Desventaja.

La principal desventaja es que el número de tratamientos tiene que ser el mismo que el número de unidades experimentales en - cada bloque.

Análisis Estadístico.

Supóngase que existe "t" tratamientos y "r" bloques (repeticio - nes), entonces se puede tener la siguiente representación.

Bloque  $j=1, \dots, r$

| Tratamientos<br>$i=1, \dots, t$ | 1        | ... | j        | ... | r        | suma     | media          |
|---------------------------------|----------|-----|----------|-----|----------|----------|----------------|
| 1                               | $X_{11}$ | ... | $X_{1j}$ | ... | $X_{1r}$ | $X_{1.}$ | $\bar{X}_{1.}$ |
| .                               | .        |     | .        |     | .        | .        | .              |
| .                               | .        |     | .        |     | .        | .        | .              |
| i                               | $X_{i1}$ | ... | $X_{ij}$ | ... | $X_{ir}$ | $X_{i.}$ | $\bar{X}_{i.}$ |
| .                               | .        |     | .        |     | .        | .        | .              |
| .                               | .        |     | .        |     | .        | .        | .              |
| t                               | $X_{t1}$ | ... | $X_{tj}$ | ... | $X_{tr}$ | $X_{t.}$ | $\bar{X}_{t.}$ |

|       |                |         |                |         |                |                |
|-------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|----------------|
| suma  | $X_{.1}$       | $\dots$ | $X_{.j}$       | $\dots$ | $X_{.r}$       | $X_{..}$       |
| media | $\bar{X}_{.1}$ | $\dots$ | $\bar{X}_{.j}$ | $\dots$ | $\bar{X}_{.r}$ | $\bar{X}_{..}$ |

donde:

$X_{ij}$  La observación de la variable de respuesta medida en el  $i$ -ésimo tratamiento y  $j$ -ésimo bloque.

$$X_i = \sum_{j=1}^r X_{ij} \quad \bar{X}_i = X_i / r$$

$$X_j = \sum_{i=1}^t X_{ij} \quad \bar{X}_j = X_j / t$$

$$X_{..} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r X_{ij} \quad X_{ij} = \sum_{i=1}^t X_i = \sum_{j=1}^r X_j \quad \bar{X}_{..} = X_{..} / rt$$

$$C = X_{..}^2 / (rt)$$

La tabla de análisis de varianza para este diseño es:

| F.V.                   | g.l          | SC  | CM                                 | F                   |
|------------------------|--------------|---|------------------------------------|---------------------|
| Tratamientos           | $t-1$        | $SCTR = \sum_{i=1}^t X_i^2 / r - C$             | $CMTR = SCTR / (t-1)$              | $F_C = CMTR / CMBL$ |
| Bloques o repeticiones | $r-1$        | $SCBL = \sum_{j=1}^r X_j^2 / t - C$             | $CMBL = SCBL / (r-1)$              |                     |
| Error                  | $(t-1)(r-1)$ | $SCER = SCTL - \dots - (SCTR + SCBL)$           | $CMER = SCER / \dots ((t-1)(r-1))$ |                     |
| Total                  | $rt-1$       | $SCTL = \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^t X_{ij}^2 - C$ |                                    |                     |

Las hipótesis que se plantean son las siguientes:

$H_0$  : Todas las medias son estadísticamente iguales.

$H_1$  : No todas las medias son estadísticamente iguales.

Y la prueba de F se aplica en forma similar, es decir,  $F_c = F_t$  se rechaza  $H_0$ . Con un nivel de significancia  $\alpha$ , el punto crítico  $F_t$  para los tratamientos con  $(t-1)$  y  $(t-1)(r-1)$  grados de libertad que se obtienen en la tabla de valores críticos de la distribución F.

En caso de que se rechace  $H_0$ , se efectúan las comparaciones múltiples entre las medias, en el presente trabajo se efectúa el análisis de medias por medio del método de Tukey y que se encuentra desglosado en el apartado de resultados.



Ejemplo de Cálculo de Soluciones Fertilizantes.

La concentración de cada uno de los elementos en la solución se pueden expresar de varias maneras, pero son tres las que más se usan a nivel hidropónico.

Solución molar Es la que resulta de disolver el peso molecular expresado en gramos (mol) de una sustancia en agua hasta completar un litro de solución, el peso molecular se obtiene sumando los pesos atómicos de cada uno de los átomos o elementos que intervienen en una molécula de la sustancia -- considerada.

Por ejemplo, para preparar una solución molar de nitrato de amonio se procede a hacer los cálculos como sigue:

Fórmula  $NH_4NO_3$

Suma de pesos atómicos:

Nitrógeno (2 átomos) =  $14 \times 2 = 28$

El peso molecular es 80, por lo tanto una solución molar de nitrato de amonio será aquella que contenga 80 grs. de esta sal disuelta en un litro de agua, en la preparación de soluciones fertilizantes las concentraciones generalmente no son tan fuertes y se expresan siempre en milimoles (mM).

Solución normal Se obtiene disolviendo el peso equivalente de una sustancia en agua hasta completar un litro de solución.

El peso equivalente se calcula dividiendo el peso molecular - de la sustancia entre la valencia de su catión.

Por ejemplo, si se quiere hacer una solución normal de nitrato de calcio los cálculos se pueden hacer como sigue:

Fórmula:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Suma de pesos atómicos

Calcio (1 átomo) =  $40 \times 1 = 40$

Nitrógeno (2 átomos) =  $14 \times 2 = 28$

Oxígeno (6 átomos) =  $16 \times 6 = 96$

Peso molecular = 164

Peso equivalente =  $\frac{164}{2}$

Peso equivalente = 82

O sea que para una solución normal de nitrato de calcio se requiere disolver 82 grs. de esta sustancia en agua hasta -- formar un litro de solución.

En soluciones fertilizantes las concentraciones por regla general son mucho más debiles y se expresan en miliequivalentes (meq) que representan la milésima del peso equivalente.

Partes por millón (p.p.m.). Si un gramo de una sustancia se disuelve en un millón de gramos de agua (1000 lts.), se obtiene una solución de una parte por millón de dicha sustancia términos equivalentes son gramos por 100 litros y miligramos por litro; así, si se disuelven 100 gramos de nitrato de pota

sio en 1000 litros de agua resulta una solución de 100 p.p.m. de nitrato de potasio.

En la elaboración de soluciones nutritivas generalmente se expresan los elementos radicales disueltos en la solución en p.p.m.; por ejemplo en vez de mencionar tiene una concentración de 100 p.p.m. se puede decir que tiene 56 p.p.m. de  $\text{NO}_3$  o 12.7 p.p.m. de nitrógeno.

Aunque este método está indirectamente relacionado con el de molaridad, está dado en unidades métricas y es por lo tanto - más fácil de contabilizar, este método es el más sencillo de entender y en consecuencia el que con más frecuencia se utiliza. En el caso de este trabajo este será el método utilizado para expresar la concentración y las proporciones de -- los diferentes elementos nutritivos en las soluciones usadas para las formas de fertilización.

Una vez que se cuenta con los datos necesarios para poder calcular la concentración de una sustancia o elemento en una solución nutritiva, la pregunta que surge es la siguiente: -- ¿Cuál es la concentración más adecuada de cada uno de los elementos en la solución para que las plantas cuenten con una nutrición óptima?

Después de años de investigación se ha establecido al menos en teoría, que no existe una solución ideal para una especie en particular y que la concentración óptima de cada elemento para

un cultivo específico depende de un conjunto de factores (ambientales, genéticos, morfológicos, etc.) esta situación ha dado lugar a que la literatura reporte cientos de fórmulas nutritimentales diferentes, cada una de las cuales sirve para uno o varios cultivos y para una o más condiciones diferentes del medio.

Aunque no se debe de olvidar que las concentraciones de los elementos en solución nutritiva cambian en función de muchos factores tales como: la estación del año, la edad y el tipo de plantas, la parte de la planta que se recolecta y la luminosidad, se considera que en términos generales existe una concentración mínima, óptima y máxima (ver cuadro 2) de cada uno de los elementos esenciales para asegurar el crecimiento satisfactorio de cualquier vegetal.

Basándose en los datos de los cuadros 6,7 y en la solución manejada comercialmente en Cuautla Morelos, se puede obtener un gran número de soluciones nutritimentales diferentes y solo faltaría saber que cantidad de fertilizantes se requieren para preparar una solución dadas las concentraciones de cada elemento, para calcularlo se procede como el siguiente ejemplo:

Se requiere calcular la cantidad de cada fertilizante para preparar 200 lts. de solución nutritimental de acuerdo a las siguientes concentraciones:

N= 200 p.p.m.

K= 300 p.p.m.

P= 60 p.p.m.

Metodología.

1.- Se escribe la fórmula, en este caso se utilizará como fuente el fertilizante nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ).

2.- Se obtiene su peso molecular que es igual a 101.

3.- En caso de que el fertilizante aporte dos nutrimentos diferentes, el cálculo se hace sobre el elemento que primero limita la cantidad de fertilizante, generalmente es el elemento -- que más partes por millón aporta por gramo de fertilizante, en este caso particular el elemento que primero limita la cantidad de  $\text{KNO}_3$  es el potasio que tiene peso atómico de 39 contra solo 14 de nitrógeno o sea que en cada 101 gramos de  $\text{KNO}_3$  disueltos en 1000 lts. de agua se están aportando 39 grs. de potasio y 14 de nitrógeno es decir la relación nitrógeno-potasio es de 1:2.8.

Por esta razón se calcula primero el potasio en vez del nitrógeno.

4.- Se determina que porcentaje del elemento a calcular existe en relación al peso molecular del fertilizante.

$$\% \text{ del elemento} = \frac{\text{Peso atómico}}{\text{Peso molecular}} \times 100$$

$$\% \text{ de potasio} = \frac{39}{101} \times 100 = 38.6 \%$$

5.- De este porcentaje, por medio de una proporción se calcula

la cantidad de fertilizante requerido para dar la concentración requerida del elemento. En este caso la cantidad de  $\text{KNO}_3$  necesaria para hacer una solución de 300 p.p.m. de potasio en 200 litros de agua quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Concentración de fertilizante} = \frac{\text{Concentración deseada del elemento}}{\text{Porcentaje del elemento}} \times 100$$

$$\text{Concentración de } \text{KNO}_3 = \frac{300 \text{ p.p.m.}}{38.6\%} \times 100$$

$$\text{Concentración de } \text{KNO}_3 = 777 \text{ p.p.m.}$$

777 p.p.m. equivalen a una cantidad de 777 grs. en 1000 lts. de agua por lo tanto al establecer la proporción para inferir a 200 lts. de agua quedaría :

$$x = \frac{(777 \text{ grs. de } \text{KNO}_3)(200 \text{ lts. de } \text{H}_2\text{O})}{1000 \text{ lts. de } \text{H}_2\text{O}} = 155 \text{ grs. de } \text{KNO}_3$$

Es decir se necesitan 155 grs. de  $\text{KNO}_3$  para proporcionar 300 p.p.m. de potasio en 200 lts. de agua.

6.- Como el fertilizante proporciona mas de un elemento esencial para la nutrición vegetal, se calcula la cantidad ya añadida de dicho elemento, en el ejemplo del  $\text{KNO}_3$  además de proporcionar 300p.p.m. de potasio se proporciona una cantidad --- importante de nitrógeno que es necesario contabilizar. Este cálculo se realiza mediante una sencilla proporción de acuerdo

a la relación nitrógeno potasio.

La relación N:K es 1:2.8 entonces 1:2.8 ::X:300

$$X = \frac{300 \text{ p.p.m}}{2.8} = 107 \text{ p.p.m.}$$

Es decir, que 155 grs. de  $\text{KNO}_3$  disueltos en 200 litros de agua además de proporcionar 300 p.p.m. de potasio suministran 107 -- p.p.m. de nitrógeno.

Como la concentración deseada de nitrógeno en el ejemplo es de 200 partes por millón faltarían por suministrarse la diferencia entre 200 p.p.m. requeridas y 107 p.p.m. ya aportadas, es decir 93 p.p.m. para ello se tiene que recurrir a una fuente - adicional, a otro fertilizante nitrogenado, una vez selecciona da esta fuente supongase nitrato de amonio se procede como en el caso anterior.

1.- Fórmula:  $\text{NH}_4 \text{NO}_3$

2.- Peso molecular = 80

3.- El elemento que limita la cantidad fertilizante no existe en este caso.

4.- Se calcula el porcentaje en relación al peso molecular:

$$\% \text{ N} = \frac{28 \text{ grs. de nitrógeno}}{80 \text{ grs. de nitrato de amonio}} \times 100 = 35 \%$$

Como la molécula de nitrato de amonio posee dos átomos de nitrógeno, se tomó como numerador a la suma de los pesos atómicos de esos átomos, es decir  $(14 + 14 = 28)$ .

5.- La cantidad de fertilizante requerido se calcula:

$$\text{Concentración de } \text{NH}_4\text{NO}_3 = \frac{93 \text{ p.p.m.}}{35.5} \times 100$$

$$\text{Concentración de } \text{NH}_4\text{NO}_3 = 266 \text{ p.p.m.}$$

O sea que se requiere disolver 266 p.p.m. de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  en 1000 - lts. de agua para obtener 93 p.p.m. de nitrógeno pero como en el ejemplo se necesitan 200 litros de solución, entonces :

$$266:1000:: X:200$$

$$X = \frac{(266 \text{ p.p.m. de } \text{NH}_4\text{NO}_3) (200 \text{ lts. de } \text{H}_2\text{O})}{1000 \text{ lts. de } \text{H}_2\text{O}} = 53 \text{ p.p.m.}$$

Es decir basta añadir 53 grs. de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  a los 200 litros de la solución que se está elaborando para obtener las 93 p.p.m. restantes.

Hasta ahora se han calculado el nitrógeno y el potasio, el siguiente elemento a calcular es el fósforo, cuya fuente podría ser por ejemplo el superfosfato simple y se calcula estableciendo la metodología ya indicada.



1.- Fórmula

$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  Esta fórmula no incluye una precisión en cuanto a los elementos que intervienen en el compuesto por lo que su cálculo siempre estará sujeto al grado de impurezas con que se cuente.

2.- El peso molecular se dá de 750 y es una aproximación ya -- que este es variable.

3.- El elemento limitante es el fósforo.

4.- El porcentaje del elemento en relación al peso molecular -- es de 7% de fósforo.

5.- La cantidad de fertilizante requerido sería :

$$\text{Fertilizante requerido} = \frac{60 \text{ p.p.m.}}{7\%} \times 100 = 857 \text{ p.p.m.}$$

Estableciendo la proporción :

$$857 \text{ p.p.m.} : 1000 :: X : 200$$

$$x = \frac{(857 \text{ p.p.m. de } \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \text{ H}_2\text{O})(200 \text{ lts. H}_2\text{O})}{1000 \text{ lts. H}_2\text{O}} = 171.4 \text{ grs.}$$