



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**Facultad de Química**

**EFECTO DE LA APLICACION DE MEZCLAS DE  
FERTILIZANTES QUIMICOS Y COMPOSTA EN  
HORTALIZAS.**

**TESIS MANCOMUNADA**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

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

**MARIA INES AVILA MONTIEL**

**CECILIA VELASQUEZ ANDRADE**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

	PAGINA
CAPITULO I.- <u>INTRODUCCION</u>	1
CAPITULO II.- <u>GENERALIDADES</u>	
1) HISTORIA	4
2) NUTRICION DE LA PLANTA	6
2.1) Nutrientes primarios	8
2.2) Nutrientes secundarios	12
2.3) Micronutrientes	13
2.4) Factores que afectan la asimilación de nutrientes	14
3) FERTILIZACION Y FERTILIZANTES	16
3.1) Abonos orgánicos	17
3.2) Fertilizantes químicos	21
4) HORTALIZAS	25
4.1) Rábano	26
4.2) Lechuga	27
CAPITULO III.- <u>MATERIALES Y METODOS</u>	
1) MATERIALES	30
1.1) Relación de tratamientos	32
1.2) Diagrama de Trabajo	33
1.3) Descripción del experimento	34
2) METODOLOGIA	36
Análisis al suelo	
2.1) Análisis físicos	36
2.2) Análisis químicos	37
2.3) Análisis microbiológicos	41

	Análisis a las plantas	
	2.4) Análisis físicos	45
	2.5) Análisis químicos	45
CAPITULO IV.-	<u>RESULTADOS</u>	47
	1) TABLAS DE RESULTADOS	48
	2) GRAFICAS DE RESULTADOS	60
CAPITULO V.-	<u>DISCUSION DE LOS RESULTADOS</u>	
	1) DISCUSION DE LOS ANALISIS AL SUELO	89
	2) DISCUSION DE LOS ANALISIS A LAS PLANTAS	98
	3) REPORTE DEL ANALISIS ESTADISTICO	101
CAPITULO VI.-	<u>RESUMEN Y CONCLUSIONES</u>	
	1) RESUMEN	104
	2) CONCLUSIONES	105
<u>ANEXO 1.-</u>	MODELO ESTADISTICO	109
CAPITULO VII.-	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	111

CAPITULO I  
INTRODUCCION

## INTRODUCCION

Existe una preocupación mundial acerca de la declinación aparente de la productividad, a largo plazo, de los suelos agrícolas, lo cual se debe principalmente a la severa erosión de los suelos, junto con los sistemas de cultivo intensos y la falta de prácticas adecuadas para la conservación del agua y del suelo.

Si se debe satisfacer la demanda mundial de alimentos en el futuro, es necesario renovar esfuerzos, no sólo para detener la declinación de la productividad del suelo, sino también para aumentarla. Una forma para lograrlo es el uso eficiente y controlado de los fertilizantes químicos y de los desperdicios orgánicos, para reducir la erosión del suelo y aumentar la producción de las cosechas. (Stalling, 1982).

Un aspecto importante en este asunto es, la contaminación ambiental, la cual se ha vuelto una preocupación mundial; de manera que, el procesamiento, reciclaje y utilización adecuados de los desperdicios orgánicos para mejorar la productividad del suelo reduce, de alguna manera, esta contaminación. Beneficios adicionales a este uso incluyen, el mejoramiento de la salud pública, conservación de los recursos y mejor apariencia tanto de las comunidades urbanas como rurales. (Parr; Wilson, 1982).

Una de las principales fuentes de contaminación en las ciudades es sin duda la basura, la cual puede ser procesada y transformada en composta para ser utilizada como un abono orgánico, para mejorar la estructura del suelo, la ca-

pacidad de retención de la humedad y facilitar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. (Selke, 1968).

Debido a la crisis energética, los fertilizantes químicos se han vuelto más caros y menos asequibles por lo que los abonos orgánicos han vuelto a ser utilizados. (Parr; Wilson, 1982). No parece posible que los abonos orgánicos sustituyan a los fertilizantes químicos, ni tampoco debe ser el objetivo, sin embargo, existen pruebas de que las producciones de cosechas son mejores cuando los desperdicios orgánicos se aplican en combinación con los fertilizantes químicos, que cuando cualquiera de los dos se aplica solo. Esto sugiere, que el agregado de desechos sólidos orgánicos puede aumentar la eficiencia de los fertilizantes químicos. (Cooke, 1976; Selke, 1968).

Diferentes fuentes de información afirman que en el país se pueden aprovechar aproximadamente 50 millones de toneladas de abonos orgánicos como fuentes de nutrientes para las plantas. Los abonos orgánicos más estudiados y utilizados en el país son el estiércol y la gallinaza; sin embargo, requieren de investigación complementaria para su mejor aprovechamiento. (Fertimex, 1979).

No obstante diferentes investigaciones realizadas, aún se requiere de conocimientos y estudios más profundos para lograr un abono orgánico-mineral eficiente, de bajo volumen, que proporcione resultados inmediatos y que tenga a la vez efectos residuales. (Fertimex, 1979).

En base a lo expuesto y a una investigación para un mejor aprovechamiento de la composta producida, en este ca-

so por la Planta Industrializadora de Desechos Sólidos del - D.D.F., se realizó el presente trabajo teniendo como objetivos, saber:

1. Si existe una acción sinérgica de los fertilizantes químicos y la composta, en el suelo.
2. Si existe un efecto de interacción de estos materiales sobre algunos microorganismos del suelo.
3. Conocer en forma general la concentración óptima de aplicación de los fertilizantes químicos y la composta en el cultivo de Rábano y Lechuga.

CAPITULO II

## GENERALIDADES

## 1) HISTORIA.-

La agricultura como actividad humana comenzó en el periodo neolítico, durante el cual el hombre se convierte en sedentario; hasta entonces el hombre se procuraba alimentos casi exclusivamente por la caza y era de costumbres nómadas. (Tisdale, 1982).

Más adelante, el hombre aprendió que ciertos suelos menguaban su producción cuando eran cultivados continuamente. La práctica de aplicar abonos de origen natural, animales o vegetales al suelo (tales como cenizas, huesos, sangre, estiércol y otros), para restablecer la fertilidad, se desarrolló probablemente de estas observaciones, pero no se conoce con precisión cuándo sucedió esto. Una de las primeras referencias se debe a Homero en la Odisea, donde se habla del abonado con estiércol de las viñas del padre de Uli ses. (Fundora, 1979).

Los primeros escritos sobre prácticas agrícolas son los de los griegos. Uno de ellos, Xenofonte (434-355 a.n.e), menciona el enterrado de las plantas verdes como medio de enriquecer el suelo. (Fundora, 1979).

El uso de lo que ahora llamamos fertilizantes y abonos del suelo, no era totalmente desconocido por los antiguos. Teofrasto sugería la mezcla de diferentes clases de suelos para "remediar defectos y dar fuerza al suelo". (Dutcher, 1951).

Los romanos también conocieron las obras griegas sobre agricultura y promovieron otras prácticas como la utilización de abonos verdes, rotación de cultivos, uso de la cal, aplicación del estiércol y cultivo de leguminosas, pa-

ra el mejoramiento del suelo. El salitre (nitrato potásico), fue mencionado por Teofrasto y Plinio como conveniente para fertilizar las plantas. (Tisdale, 1980).

A medida que los conocimientos de la química iban desarrollándose, se aplicaban al estudio de la composición química de las plantas y en consecuencia a sus requerimientos. (Fundora, 1979). Liebig, llamado el padre de la química agrícola, realizó estudios de la composición química de las cenizas de las plantas, y sus resultados lo llevaron a proponer la teoría mineral de la nutrición de las plantas. Basándose en dichos conocimientos, se observó que cuando los suelos carecían de algún elemento químico, éste se podía adicionar al suelo y de esta manera se inició el uso de los fertilizantes químicos. (Dutcher, 1951). Uno de los primeros fertilizantes químicos fue obtenido por el químico alemán Glauber (1604-1668), quien colectó salitre (nitrato potásico) de los corrales del ganado y lo aplicó a los suelos cultivados. (Ortiz, 1980).

Los abonos orgánicos, fueron usados preferente y tradicionalmente en los países en desarrollo hasta la década de los sesentas. En México, el uso de los fertilizantes químicos se inició formalmente en la década de los cuarenta, con la aparición de la paraestatal Guanos y Fertilizantes de México (ahora Fertimex), con su primera planta productora de superfosfato de calcio simple en San Luis Potosí. (Fertimex, 1981).

En este siglo, cuando los fertilizantes químicos empezaron a ganar en popularidad debido a su uso generalizado en los países más avanzados, se volvieron más asequibles, a diferencia de los orgánicos, por ser menos voluminosos y por lo tanto más fáciles de transportar, manejar y almace-

nar. También eran relativamente menos caros y producían resultados efectivos, particularmente durante la "era de la revolución verde", cuando las variedades de las cosechas -- fueron introducidas y reaccionaban mejor a las aplicaciones fuertes de los fertilizantes químicos. En forma consecuente, cuando la crisis energética mundial empezó a principios de los años setentas, los fertilizantes químicos habían virtualmente sustituido a las fuentes orgánicas como nutrientes de cosechas en los países en desarrollo. Debido a esta crisis, los fertilizantes químicos se volvieron más caros y menos accesibles, y una vez más, empezaron a ganar popularidad los abonos orgánicos. (Parr; Wilson, 1982).

## 2) NUTRICION DE LA PLANTA.-

Es importante saber cuáles son los nutrientes requeridos para el crecimiento de las plantas, y así entender la función que desempeñan los fertilizantes químicos y los abonos orgánicos en la producción de alimentos.

Por nutriente se entiende todo elemento químico requerido por los vegetales para su crecimiento y empleado para elaborar su alimento y sus tejidos. (Millar, 1971).

La planta verde puede ser considerada como una fábrica de síntesis bioquímica que elabora una gran variedad de compuestos orgánicos como son las fibras, las enzimas, las hormonas y las vitaminas, a partir de elementos químicos que toma del suelo y del aire, en forma de soluciones y gases. Estos puede obtenerlos a través de los estomas de las hojas y por absorción radicular. (Edmon, 1979).

Los nutrientes son proporcionados generalmente por el suelo, pero cuando no existen en cantidad suficiente, -

pueden ser suministrados artificialmente al suelo, agregando abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Por lo menos trece de los dieciseis elementos químicos hasta ahora considerados como necesarios, tienen que ser obtenidos del suelo por las plantas, ya que los otros tres (Carbono, Oxígeno e Hidrógeno) son proporcionados por el aire y el agua. (Edmon, 1979).

En una división convencional (Ortiz, 1980), los elementos químicos sustraídos del suelo se pueden clasificar en tres categorías:

- a) Nutrientes primarios o nutrientes mayores.- Son aquellos requeridos por las plantas en mayor cantidad, y son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio.
- b) Nutrientes secundarios.- Son aquellos elementos que necesitan las plantas en menor cantidad, y son: Calcio, Magnesio, Azufre y Cloro.

Los elementos químicos que se encuentran dentro de estas dos categorías son llamados también macronutrientes.

- c) Micronutrientes u oligoelementos.- Son aquellos elementos que la planta necesita en dosis muy bajas y se miden en partes por millón (ppm), y son: Hierro, Cobre, Zinc, Manganeso, Boro y Molibdeno.

Puesto que cualquiera de estos elementos puede llegar a ser un factor limitante en el desarrollo y crecimiento de las plantas, se debe conocer su función en el metabolismo vegetal, así como reconocer los síntomas de deficiencia y cuándo y cómo deben ser aplicados.

En la mayoría de los suelos mexicanos se observa - deficiencia de los nutrientes primarios, principalmente de - nitrógeno. Las deficiencias de elementos secundarios son me- nos frecuentes. (Fertimex, 1981).

## 2.1) Nutrientes primarios. -

### Nitrógeno.-

El nitrógeno forma parte de muchos compuestos ela- borados por las plantas. Es parte de la molécula de todas las proteínas y enzimas, de la clorofila a y de la clorofi- la b, de ciertos ácidos nucleicos y ciertas hormonas.

Las plantas absorben la mayor parte del nitrógeno en forma de nitrógeno nítrico o de nitrógeno amoniacal. En los suelos ácidos las plantas absorben en mayor cantidad - los iones nitrato y en suelos ligeramente alcalinos los io- nes de amonio.

El nitrógeno de la materia orgánica se encuentra - principalmente en forma de nitrógeno proteínico. Como tal, las plantas no lo pueden utilizar; debe transformarse a la forma amoniacal o nítrica, esto se efectúa con la ayuda de microorganismos que hidrolizan las proteínas. Para comple- tar la transformación es necesaria la participación de bac- terias amonificantes que transforman el nitrógeno proteíni- co en amoniacal; el otro cambio lo realizan las bacterias nitrificantes que convierten el amoniaco en nitritos y fi- nalmente en nitratos. (Edmon, 1979).

El nitrógeno de la atmósfera se encuentra en forma

de nitrógeno gaseoso e igual que el nitrógeno proteínico, las plantas superiores no lo pueden utilizar en esa forma. El nitrógeno gaseoso es fijado por ciertas bacterias y algas; estos organismos lo utilizan para formar compuestos que puedan ser utilizados en la síntesis de proteínas por medio del proceso llamado Fijación biológica del nitrógeno atmosférico. (Alexander, 1980).

Hay dos grupos distintos de bacterias fijadoras de nitrógeno: las simbióticas y las no simbióticas. Las bacterias no simbióticas viven independientes de las plantas verdes y pertenecen a dos géneros: Azotobacter y Clostridium. Las bacterias simbióticas viven en conjunción con cierto tipo de plantas superiores, las leguminosas. Estas bacterias, del género Rhizobium utilizan el nitrógeno gaseoso para producir aminoácidos, los cuales a su vez, son utilizados por las leguminosas. A cambio de esto, las plantas superiores proveen a las bacterias de los carbohidratos necesarios. (Alexander, 1980).

A pesar de las cantidades relativamente grandes de nitrógeno aprovechable transformadas por los organismos del suelo, sólo en casos excepcionales son suficientes estas cantidades para el crecimiento satisfactorio de las plantas cultivadas. Así, se hacen necesarias aplicaciones de fertilizantes químicos que contengan a este elemento en su composición. (Edmon, 1979; Fundora, 1979).

#### Fósforo.-

El fósforo es un constituyente de los ácidos nucleicos, la fitina y los fosfolípidos; es esencial para la

fotosíntesis y la respiración, para la división celular y para las transformaciones azúcar-almidón en las plantas. En la fotosíntesis y en la respiración, los compuestos que tienen enlaces fosfato ricos en energía son necesarios para la transformación de la energía en estas reacciones; en la división celular los compuestos que contienen fósforo, las nucleoproteínas, son utilizadas para la formación del núcleo y en las transformaciones azúcar-almidón, la enzima invertasa contiene fósforo. (Ortiz, 1980).

Las plantas absorben el fósforo sólo en forma de iones fosfato. Estos iones son el fosfato dihidrogenado ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), el fosfato monohidrogenado ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) y el ión fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). De estas formas, la más utilizada debido a su mayor solubilidad es el  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Sin embargo, su disponibilidad depende del grado de acidez del suelo. En general, la variación del máximo aprovechable parece estar entre el pH 5.5 y 6.0. (Edmon, 1979)

Al contrario de los nitratos, los fosfatos son fácilmente fijados por los suelos; en consecuencia, se efectúa poco movimiento o lixiviación del fósforo y no existen cantidades excesivas en la solución del suelo. Por lo tanto, los fosfatos deben aplicarse, cuando es conveniente hacerlo, de preferencia cerca de las raíces de la planta. (Fundora, 1979).

La forma de aplicación en el suelo, de este elemento, es mediante fertilización química utilizando diversas formas de fósforo.

Potasio.-

Este elemento se distingue del carbono, del hidró-

geno, del oxígeno y de otros elementos esenciales en que no es constituyente de los compuestos elaborados o parte de algún tejido vivo. Sin embargo, las plantas no crecen en su ausencia. En general, este elemento parece ser parte necesaria para la síntesis de aminoácidos, ya que las plantas que crecen en cultivos con un contenido alto en iones amonio y bajo en iones potasio acumulan grandes cantidades de amonio en sus tejidos. El potasio regula las condiciones del agua dentro de las células de la planta y las pérdidas del agua por transpiración. Las plantas absorben el potasio en forma de iones y la fuente principal de ellos parece ser los iones adheribles a la superficie de las partículas coloidales. Estos iones son intercambiables por iones de hidrógeno, de aquí el término de potasio intercambiable. (Fundora, 1979).

Fuentes importantes de este elemento son el cloruro de potasio ( $KCl$ ) y el sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ), conteniendo ambos de 48 a 50 por ciento de  $K_2O$  y además el nitrato de potasio ( $KNO_3$ ), con un 44 por ciento de  $K_2O$ . (Primo Y. vol. I, 1973).

#### Carbono y Oxígeno.-

El carbono es un constituyente de todos los compuestos orgánicos y equivale aproximadamente al 50 por ciento de la materia seca de la mayoría de las plantas.

El oxígeno es un constituyente de todos los carbohidratos, lípidos, proteínas y sustancias afines. En los carbohidratos, el contenido de oxígeno es relativamente alto, en las proteínas es moderadamente elevado y en los lípidos relativamente bajo. (Edmon, 1979).

El portador del carbono y del oxígeno es el dióxido de carbono, que es proporcionado por la atmósfera. (Fundora, 1979).

#### Hidrógeno.-

El hidrógeno, como el carbono, es un constituyente de casi todos los compuestos orgánicos elaborados por las plantas.

El portador del hidrógeno es el agua. En la fotosíntesis el agua se descompone en hidrógeno y oxígeno; el hidrógeno es utilizado en la formación de los compuestos elaborados y el oxígeno es expulsado como subproducto. (Fundora, 1979).

#### 2.2) Nutrientes secundarios.-

##### Calcio.-

Es un constituyente de la pared celular, promueve el desarrollo de las raíces, constituye una base para la neutralización de ácidos orgánicos. Es esencial para activar los puntos del desarrollo especialmente de las partes más viejas a las más jóvenes de la planta, por eso los síntomas de deficiencia del calcio aparecen primero en los puntos de crecimiento. Afecta la absorción de otros nutrientes de las plantas, especialmente el nitrógeno, y fomenta la producción de semillas. (Edmon, 1979).

##### Magnesio.-

Es constituyente de la clorofila, es esencial para

todas las plantas verdes, ayuda a mantener el color verde oscuro en las hojas. Es parte de la molécula de pectato de magnesio, el cual, junto con el pectato de calcio, mantiene unidas las cadenas de celulosa en la formación de las paredes celulares. (Edmon, 1979).

#### Azufre.-

Es parte de la molécula de metionina, un aminoácido esencial, y de la vitamina B, la coenzima para la respiración. Ayuda a la formación de clorofila y fomenta el desarrollo vegetativo de la planta. (Edmon, 1979).

#### Cloro.-

Se ha considerado nutriente esencial desde 1954 por investigadores de la Universidad de California para el crecimiento de por lo menos: remolacha azucarera, zanahorias, coles, lechugas, cebada, trigo, algodón y tréboles. El papel exacto del cloro en la nutrición vegetal no ha sido claramente definido. (Ortiz, 1980).

### 2.3) Micronutrientes u oligoelementos.-

#### Hierro y Manganeso.-

Aunque el papel de ambos no es bien conocido, se sabe que ayudan en la formación de la clorofila, actúan como catalizadores de las reacciones de oxidación-reducción dentro del tejido de las plantas. La ausencia de hierro causa clorosis; ayuda en la absorción de otros nutrientes. (Ortiz, 1980).

**Boro.-**

El papel principal del boro parece estar relacionado con la absorción del calcio por las raíces y con el uso eficiente del calcio por las plantas. Ayuda a la absorción del nitrógeno. (Ortiz, 1980).

**Cobre.-**

Actúa como portador de electrones en enzimas oxidantes y reductoras de las plantas. Estas reacciones son esenciales para el desarrollo y reproducción de las plantas. (Fundora, 1979).

**Zinc.-**

Es esencial en los sistemas enzimáticos que son necesarios para las reacciones importantes en el metabolismo de las plantas. Es considerado útil en la formación de algunas auxinas del crecimiento. Es útil en la reproducción de ciertas plantas. (Fundora, 1979).

**Molibdeno.-**

Actúa en reacciones enzimáticas que originan reacciones de óxido-reducción en las plantas. Es esencial en los procesos de fijación del nitrógeno, tanto por organismos simbióticos como no simbióticos. Aumenta la eficiencia en las leguminosas sobre la fijación de nitrógeno atmosférico. (Ortiz, 1980).

**2.4) Factores que afectan la asimilación de nutrientes.-**

Aún cuando los nutrientes aprovechables por las -

plantas estén presentes en cantidades adecuadas en el suelo, existen factores ambientales que influyen en el crecimiento. Dentro de éstos, los más importantes probablemente son:

Temperatura.-

La temperatura de crecimiento para la mayoría de las plantas se encuentra entre 15 y 40°C. Un aumento en la temperatura hasta cierto límite, aumenta la actividad metabólica, lo que implica un aumento en la absorción de agua y nutrientes, fotosíntesis, respiración, permeabilidad de la pared celular, transpiración y actividad enzimática. (Tisdale, 1980; Fundora, 1979).

Humedad.-

El agua es requerida por las plantas para la producción de carbohidratos, para mantener la hidratación del protoplasma y como vehículo para trasladar los alimentos y elementos minerales. La tensión de la humedad interna causa reducción en la división y en la expansión celular, por lo tanto, en el desarrollo. El nivel de humedad del suelo tiene un pronunciado efecto sobre la toma de nutrientes por la planta. Hay un incremento en la absorción de cationes y aniones en tanto que la tensión de humedad del suelo disminuye, ya que, cuando los poros son inundados por el agua, se afecta la respiración de la raíz y la absorción de iones decrece. (Winter, 1977).

Aireación.-

Se necesita una buena aireación para una buena ab-

sorción de nutrientes, debido a que la respiración es necesaria para producir la energía utilizada en la absorción activa. Un aumento anormal de  $\text{CO}_2$  produce un descenso en la absorción. (Fundora, 1979).

#### Reacción del suelo (pH).-

Los valores de pH comprendidos entre 6.5 y 7.0, resultan ser los más favorables para el aprovechamiento de la mayoría de los nutrimentos. Sin embargo, es necesario tomar en consideración las exigencias específicas de las plantas. El efecto y el aprovechamiento de muchos nutrimentos, particularmente del fósforo y de los elementos menores, depende ampliamente del pH prevaleciente en el suelo. (Fundora, 1979).

La energía y la intensidad de la luz influyen sobre la fotosíntesis. (Winter, 1977).

### 3) FERTILIZACION Y FERTILIZANTES.-

La fertilidad del suelo es la cualidad que permite a un suelo proporcionar los compuestos apropiados, en las cantidades y en el balance adecuado así como las condiciones favorables para el desarrollo de los vegetales e incrementar los rendimientos. (Teuscher, 1965).

En los suelos fértiles, que han sido cultivados muchos años, o en aquellos que, de por sí, no son suficientemente fértiles para rendir buenas cosechas, es necesario incorporarles sustancias nutritivas genéricamente llamados fertilizantes..(Millar, 1971).

Se entiende como fertilizante a aquellas sustancias

que se aplican al suelo para mejorarlo al proporcionar uno o más de los nutrientes necesarios a los vegetales. (Cooke, 1976).

Por su naturaleza y composición se denominan abonos orgánicos a los productos orgánicos y fertilizantes químicos a los inorgánicos. (Cooke, 1976; Fertimex, 1981).

### 3.1) Abonos orgánicos.-

Al estudiar los suelos, hace muchos siglos, se observó que su capacidad para producir buenas cosechas estaba relacionada con la cantidad de materia orgánica que contenían. Ahora es ampliamente reconocido que la fertilidad de los suelos está basada principalmente en su contenido de materia orgánica y microorganismos propios, y es necesario conservar dichos elementos o bien restituirlos para mantener su actividad productiva. También se ha observado que la influencia benéfica de la materia orgánica es directamente proporcional a la cantidad y calidad del material aplicado al suelo. (Selke, 1968).

Aún en suelos no sujetos a la erosión y que se mantienen bajo cultivo, ocurren generalmente pérdidas rápidas de materia orgánica inmediatamente después que la labranza ha comenzado, y posteriormente la reducción disminuye hasta que al final el contenido orgánico del suelo alcanza un nivel comparativamente fijo. Esto indica que los suelos se van mineralizando y empobreciendo, lo que se puede evitar aplicando abonos orgánicos y fertilizantes químicos al suelo. (Millar, 1971)..

### Importancia de la Materia Orgánica.-

Los abonos están constituidos por cierta cantidad de materia orgánica cuyas principales características son:

- a) Aportar macro y micronutrientes al reducirse -- compuestos orgánicos complejos y obtener otros que son asimilados gradualmente por las plantas y microorganismos presentes.
- b) Mejorar las condiciones del suelo tales como la estructura, la capacidad de retención de hume-- dad, la aireación, la capacidad de intercambio catiónico.
- c) Además, es el principal soporte de la actividad microbiana del suelo.
- d) Ejercer cierto control biótico en los suelos a través de reguladores de crecimiento tales como antibióticos y factores promotores del creci--- miento.
- e) Contribuir a la capacidad amortiguadora del pH del suelo.

La acumulación de la materia orgánica representa la diferencia entre el aporte que de ella hacen las plantas al suelo, por un lado y las actividades de descomposición de -- los microorganismos por el otro. Bajo condiciones naturales en el suelo existe un equilibrio entre la formación de materia orgánica y su descomposición. El balance está deter-

minado por las condiciones climáticas (como temperatura, precipitación pluvial, naturaleza de la vegetación) y las del suelo (topografía, textura, condiciones de drenaje).

La agricultura destruye este equilibrio natural debido a que se reintegra al suelo menor cantidad de materia orgánica y el proceso de descomposición se acelera por las operaciones de labranza. (Kononova, 1966; Stallings, 1982).

Actividad de los microorganismos sobre la materia orgánica.-

Los procesos químicos que tienen lugar dentro del suelo dependen en su mayor parte, de las actividades de los microorganismos. Después de todo, un suelo productivo no está necesariamente caracterizado por la sola presencia de grandes cantidades de nutrientes para las plantas, sino por la rapidez con la cual estos nutrientes sean liberados en formas aprovechables. El conocimiento de algunos de los procesos microbianos más fundamentales es de suma importancia para la aplicación apropiada de ciertos principios relativos a las buenas prácticas de manejo de suelos.

Todas las formas de microorganismos del suelo están ligadas de alguna manera con el proceso de degradación de la materia orgánica, pero las acciones de las bacterias, actinomicetos y hongos son las más importantes. Estos microorganismos llevan a cabo varias transformaciones, tales como la hidrólisis y oxidación por medio de las enzimas características de cada grupo. (Allison, 1973; Alexander, 1980).

En base a lo expuesto anteriormente, los abonos son considerados como base de la fertilización.

Los abonos más importantes de acuerdo con su procedencia son: estiércol, gallinaza, guano, turba y composta. De acuerdo a los objetivos del presente trabajo nos referiremos a uno en especial; la composta.

#### Composta.-

La composta puede considerarse como un humus producido artificialmente, pudiendo definirse como el producto resultante del tratamiento y manejo especializado de material orgánico propenso a descomposición como son los estiércoles, desechos urbanos o residuos de cosechas. (Rubio, 1974).

La cantidad, características y composición de los residuos disponibles para la formación de la composta varía de acuerdo a las localidades.

La composición de la composta variará según la procedencia de los materiales empleados. Una composición aproximada en sustancias nutritivas es: 0.5% de N; 0.3% de  $P_2O_5$  y 0.2% de  $K_2O$ . (Cooke, 1976). En diferentes estudios se ha intentado agregar sustancias nutritivas o productos que liberen oxígeno y otras conteniendo bacterias, para acelerar la descomposición. Por los resultados obtenidos, se vio que es posible aumentar el valor nutricional de la composta, agregando sustancias inorgánicas, pero se observó que era más ventajoso añadir el fertilizante adicional en el campo. (Selke, 1968).

Al igual que otros tipos de abonos, el valor principal de las compostas en el campo es su capacidad para mejorar la estructura física y biológica del suelo incorporando

millones de microorganismos que producen acciones benéficas en él.

En los diferentes estudios realizados en compostas provenientes de desechos sólidos del Distrito Federal, y de donde proviene la utilizada en el presente trabajo, se encontraron principalmente los siguientes microorganismos: bacterias, actinomicetos y hongos, cuya actividad bioquímica es sobre determinado sustrato. Así tenemos a microorganismos celulolíticos, amilolíticos, amonificantes, desnitrificantes, nitrificantes, etc.

Hay microorganismos aerobios, microaerofílicos y anaerobios, siendo los aerobios los de mayor importancia.

También aparecen microorganismos fijadores libres de nitrógeno, dentro de los cuales están: Azotobacter sp., Beijerinckia sp., Dexia sp. y Clostridium sp. (Calderón; Villalobos, 1982).

No es necesario negar los efectos secundarios de los abonos, si se hace hincapié en su contenido de nitrógeno y su aprovechamiento repartido sobre todo el período de vegetación. No debe ser la meta enriquecer unilateralmente el suelo con sustancias orgánicas sino más bien una alternativa bien calculada sobre el aporte de éstas, para evitar la mineralización. La aplicación de las compostas en forma constante, puede ser parte de las medidas del buen cultivo del suelo para aumentar su fertilidad. (Selke, 1968).

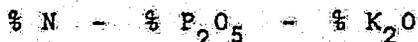
### 3.2) Fertilizantes químicos.-

Los fertilizantes químicos también llamados inorgá-

nicos, son compuestos químicos que cuentan en su formulación con uno o más elementos nutrientes los que, en contraste con los abonos orgánicos, son concentrados y fácilmente solubles. Casi la totalidad de ellos contiene cierta cantidad de nutrientes secundarios (sulfatos, cloruros, calcio, etc.), que en parte favorecen también el crecimiento de la planta.

La composición del material fertilizante se expresa como porcentaje en peso de los tres principales nutrientes: - Nitrógeno N; Fósforo como  $P_2O_5$  y Potasio como  $K_2O$ . (Fertimex, 1981). Estas son convenciones usadas para reportar su formulación y no tiene significación en cuanto a los constituyentes a los que se refiere el fertilizante.

La formulación de un fertilizante químico se refiere a la calidad y se representa en la siguiente forma:



cuando uno de los nutrientes falta, se indica con un cero, para que la identidad de nutrientes sea clara. (Cocke, 1976).

Los fertilizantes químicos se pueden clasificar según su composición en:

- a) Fertilizantes simples.
- b) Mezclas de fertilizantes.
- c) Fertilizantes complejos.

Los fertilizantes simples contienen solamente un nutriente, mientras que las mezclas de fertilizantes y los fertilizantes complejos son aquellos que contienen dos o más

nutrientes en su formulación; la diferencia entre ellos es--  
triba en que, las mezclas, se obtienen mezclando mecánicamen--  
te dos o más fertilizantes simples, y los complejos se obtie--  
nen mediante reacciones químicas.

a) Fertilizantes simples.-

Se subdividen en tres grupos de acuerdo al nutrien--  
te que contenga el compuesto; en base a esto se tienen: Nitr--  
rogenados, fosforados y potásicos.

i) Fertilizantes nitrogenados.- Contienen como úni--  
co nutriente al nitrógeno, y a su vez, se agrupan  
dependiendo de la forma en que esté presente el  
elemento:

-- nítricos: Nitrato de sodio, Nitrato de pota--  
sio.

-- amoniacales: Amoníaco anhidro, Cloruro de amo--  
nio, Sulfato de amonio, Solucio--  
nes amoniacales.

-- amidos: Cianamida de calcio, Urea.

-- nítricos-amoniacales: Nitrato de amonio.

ii) Fertilizantes fosforados.- Contienen como nutrien--  
te al fósforo y se dividen en tres grupos, de a--  
cuerdo a la forma en que está combinado el ele--  
mento y el grado de aprovechamiento:

-- fosfóricos solubles: Superfosfato de calcio --  
en agua. simple, Superfosfato de  
calcio triple.

- fosfóricos solubles: Escorias básicas, Fosfato en ácido cítrico o Rhenanea, Fosfato de amonio. dicálcico.
- fosfóricos insolubles: Roca fosfórica, en los solventes citados.

iii) Fertilizantes potásicos.- Se caracterizan por presentar en su formulación potasio, ser solubles en agua y ser de fácil asimilación para la planta. Los más importantes son:

- Cloruro de potasio.
- Sulfato de potasio.
- Sulfato doble de potasio y magnesio.

b) Mezclas de fertilizantes.-

En este grupo se encuentran una gran variedad de formulaciones las cuales se elaboran a partir de fertilizantes simples en las proporciones requeridas previa formulación, la cual está en función de la demanda.

c) Fertilizantes complejos.-

A este grupo pertenece el fosfato de amonio (DAP), que contiene dos nutrientes: Nitrógeno y fósforo. Las formulaciones en las que se requiere de los tres nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), son fabricadas en función de la demanda, la que está determinada dependiendo de la clase de cultivo y del suelo al que se vaya a aplicar.

(Cooke, 1976; Fertimex, 1981; Primo Y., 1973, vol. I).

#### 4) HORTALIZAS.-

La denominación de hortalizas comprende un amplio y diverso grupo de alimentos de origen vegetal, de difícil definición. Comúnmente, se engloban en esta denominación todos los productos vegetales que no son frutos, cereales o frutos secos.

Botánicamente es un grupo complejo en el que se encuentran representadas familias muy diferentes, así como distintas partes de las plantas: frutos, hojas, yemas, tubérculos, raíces y bulbos. (Tamaro, 1974).

Desde el punto de vista nutritivo, las hortalizas destacan, entre otros componentes de la dieta alimenticia, por su riqueza en vitaminas, siendo de esta manera una fuente importante de ellas en la dieta humana.

Las hortalizas pueden clasificarse tomando por base la cantidad de principios nutritivos que contienen y su naturaleza. Una clasificación que parece útil (Edmon, 1979), es la siguiente:

- a) Hortalizas feculentas: papa.
- b) Hortalizas de raíz: remolacha, nabo, rábano.
- c) Legumbres: judía, chícharos, habas.
- d) Hortalizas nitrogenadas: coles, espárragos.
- e) Hortalizas dulces o de fruto: melón, fresas.
- f) Hortalizas mucilaginosas o salinas: lechuga.
- g) Hortalizas ácidas: tomate, acedera.
- h) Hortalizas de condimento: ajo, cebolla, perejil.

La composición química de las hortalizas es variable de unas especies a otras. Su contenido de agua es normalmente alto, oscilando entre el 75 y 95 por ciento, con excepción de algunas legumbres secas. Excluida el agua, los carbohidratos son el grupo componente mayoritario, ya que, componen el 68 por ciento del residuo seco; entre los carbohidratos predominan los polisacáridos sobre los azúcares mono y disacáridos, como consecuencia de ello, el sabor no es dulce y la textura es más firme.

El contenido de fibra de composición compleja, principalmente lignina y celulosa, es considerable; en el aspecto nutritivo la fibra es importante en relación con la formación del bolo alimenticio.

Con la importante excepción de las legumbres, tienen una escasa proporción de proteínas, así como también su contenido en lípidos es bajo y de poca importancia.

El color verde de algunas hortalizas conocidas comúnmente como verduras se debe a la clorofila, mientras que de los colores rojo o anaranjado son responsables un amplio grupo de compuestos, principalmente carotenoides, antocianos y flavonoides. (Primo Y., 1973, vol. III)..

#### 4.1) Rábano.-

Es una planta herbácea anual, de la familia de las Crucíferas que pertenece a la especie Raphanus sativus, originaria de China y muy cultivada. Se distinguen dos subespecies:

a) El Rábano (Raphanus sativus major).- Es el más -

voluminoso; nueve centímetros de diámetro, tienen la pulpa compacta y dura, el sabor es más agudo y picante.

- b) El Rabanito (Raphanus sativus parvus).- Tiene una raíz que jamás excede de tres centímetros de diámetro. Se puede cultivar y consumir durante todo el año.

Su tallo es ramoso y velludo; hojas ásperas, grandes, partidas en lóbulos dentados los radicales y casi enteros los superiores; flores blancas, amarillas o purpúreas, en racimos terminales; fruto seco; con raíz carnosa, casi redonda o fusiforme, blanda, roja, amarillenta o negra, según las variedades, de sabor picante. (Serrano, 1979; Tamaro, 1974).

Hay diversas variedades de rábanos: de primavera, verano e invierno; redondos, semilargos y largos; rojos, blancos, grises y negros. La mayor calidad la proporcionan las plantas que han crecido rápidamente en suelo suelto, ligero, rico en humus y un clima fresco y húmedo. (Tamaro, 1974).

Tardan de tres a seis semanas en crecer, son ricos en Hierro y vitamina C. (Tamaro, 1974).

#### 4.2) Lechuga.-

Pertenece a la familia de las Compuestas y su nombre botánico es Lactuca sativa. Es una planta anual.

La raíz es pivotante y muy corta, con pequeñas rami

ficaciones. Las hojas varían de tamaño, tienen forma más o menos ancha o alargada; espatulada, dual o redonda; de color -- verde de intensidad variable, con maticés que van del amarillento al rojo violáceo, pueden ser uniformes en el colorido o marmoreadas y manchadas. La lechuga puede tener una superficie lisa o rugosa y las hojas están reunidas en un tallo corto.

Cuando la lechuga está madura, emite el tallo floral que se ramifica. Sus flores son diminutas, blancuzcas, amarillentas o azules, y aparecen en pequeñas cabezuelas. Son autógamas. (Serrano, 1979).

En el desarrollo vegetativo se pueden considerar --- tres fases: la de recuperación después del trasplante (crecimiento lento), la de crecimiento rápido y la de formación de cogollo. (Tamaro, 1974).

La lechuga es un cultivo que soporta mejor las temperaturas relativamente bajas. La temperatura máxima se considera que es de 38°C y la mínima de 6°C.

Requiere de suelos ligeros, arenoso-limosos, con drenaje fácil. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80 por ciento. Esta planta no admite sequías en su cultivo; no obstante, el suelo debe estar aparentemente seco en la capa superficial, para evitar podredumbre del cuello y de las hojas que están en contacto con el suelo. (García; - Fernández, 1975).

La lechuga se cultiva desde hace mucho tiempo, y -- han aparecido diferentes variedades las cuales ya están esta-

blecidas. Los tres tipos más comunes son: la arrepollada, la romana y la de hoja mantecosa. La primera variedad es verde por fuera y tiene hojas crujientes que forman un cogollo -- blanco, cerrado; la segunda tiene hojas verdes y tiernas que salen de un cogollo aplanado.

Para fines de cultivo, se les divide en tres categorías: de primavera, de verano y de invierno. (García; Fernández, 1975).

CAPITULO 111

MATERIALES Y METODOS

1) MATERIALES.-

El suelo, utilizado para el experimento fue extraído de la capa arable del poblado de San Miguel Vindhò, en el Estado de Hidalgo. Este poblado se encuentra en la zona del Valle del Mezquital y clasificado en el Area de Influencia del Campo Agrícola Experimental del Valle de México, por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (Fig. 1) -- (I.N.I.A., 1976).

La composta fue procesada en la Planta Industrializadora de Desechos Sólidos de San Juan de Aragón, del D.D.F., con un tiempo de maduración de tres meses.

En la Tabla No. 1 se muestran las principales características físicas, químicas y microbiológicas de estos dos materiales.

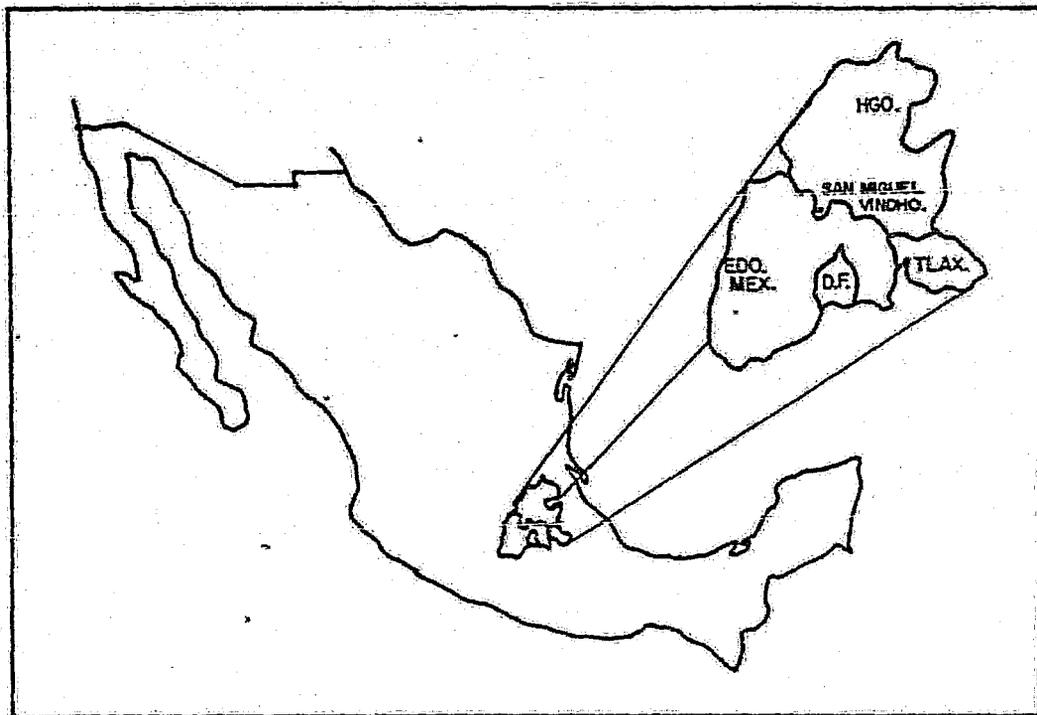


FIG. 1.- LOCALIZACION AREA DE INFLUENCIA DEL VALLE DE MEXICO.  
(I.N.I.A., 1976 p. 7)

Se escogieron como cultivos indicadores, el rábano y la lechuga. Las semillas empleadas fueron de la Seed Exportation Corporation (S.E.C.) y previamente a la siembra se trataron con una solución de hipoclorito de sodio al 10 %. Después se realizaron pruebas de germinación y pureza. (Dutcher, 1951 pp. 165, 166).

Para medir la respuesta de un cultivo a la aplicación de fertilizantes, se acostumbra efectuar una serie de experimentos llamados tratamientos. (Fertimex, 1981). Para los distintos tratamientos que se realizaron en este experimento, se tomaron en cuenta los índices de fertilización recomendados para el cultivo de hortalizas en suelos de esa zona por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (I.N.I.A., 1976, p. 37).

	Fórmula del fertilizante químico		
	Porcentajes		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Rábano	40	30	0
Lechuga	60	40	0

Esta formulación se realizó utilizando sulfato de amonio con 20.5 por ciento de N y superfosfato de calcio simple con 19.5 por ciento de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Se hicieron variaciones de la formulación recomendada, en las concentraciones de nitrógeno y fósforo, abarcando niveles bajos, medios y superiores, manteniendo la concentración de composta constante (30 ton./ha.). (Selke, 1968 p.110).

De acuerdo a la disponibilidad de recursos y a los objetivos del trabajo, se decidió el empleo de los siguientes tratamientos con cinco repeticiones de cada uno, para cada hortaliza.

## RELACION DE TRATAMIENTOS

### RABANO.

FORMULACION OPTIMA: 40-30-0\*

SIMBOLOGIA CONVENCIONAL	% N	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% K <sub>2</sub> O	COMPOSTA (Ton. / Ha.)
T-1	40	30	0	—
N-20	20	30	0	30
N-8	8	30	0	30
N-2	2	30	0	30
T-2	0	30	0	30
T-3	SUELO SOLO			—
P-15	40	15	0	30
P-6	40	6	0	30
P-1.5	40	1.5	0	30
T-4	40	0	0	30
T-5	SUELO + COMPOSTA			30

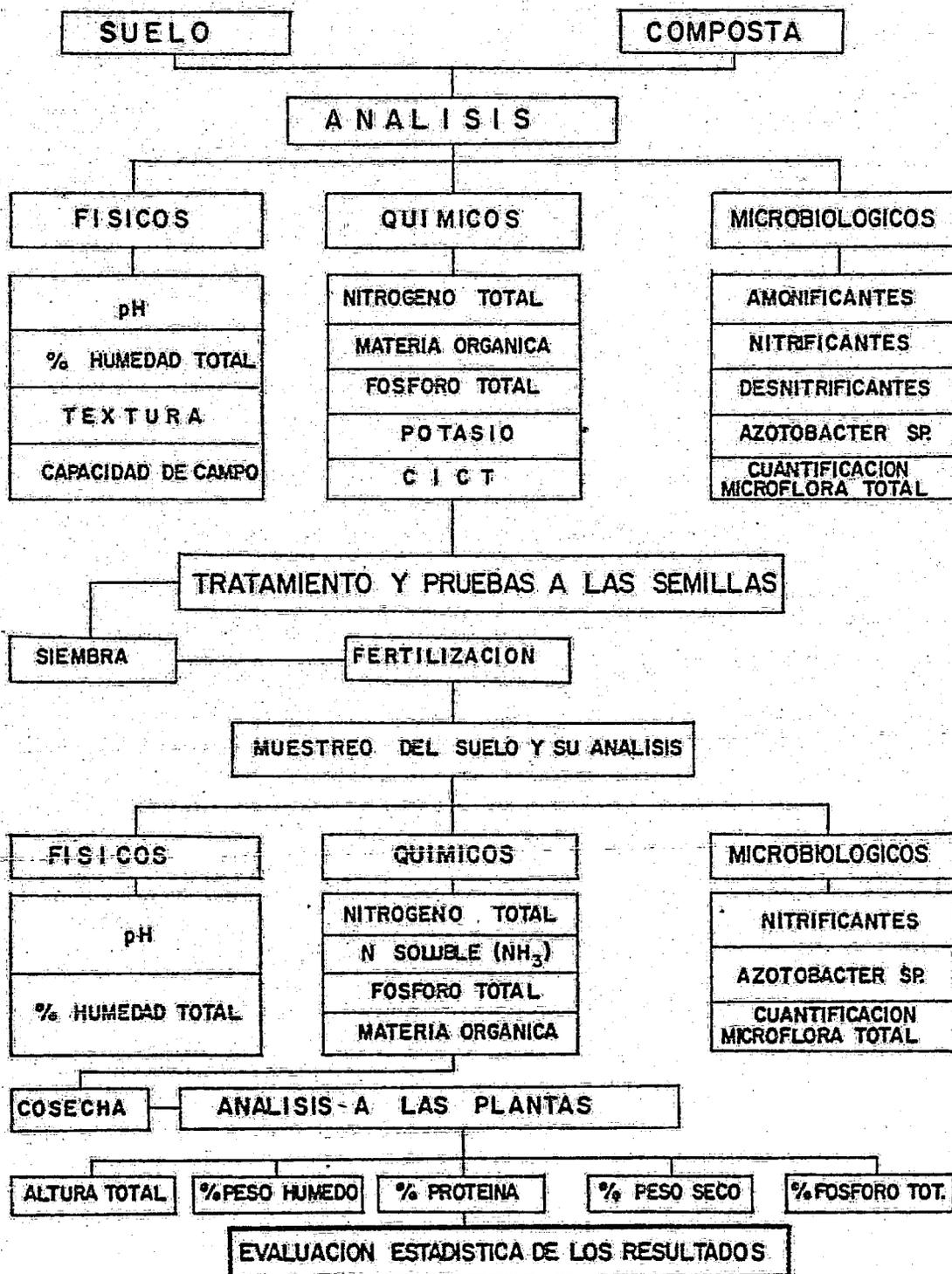
### LECHUGA.

FORMULACION OPTIMA: 60-40-0\*

SIMBOLOGIA CONVENCIONAL	% N	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% K <sub>2</sub> O	COMPOSTA (Ton. / Ha.)
T-1	60	40	0	—
N-30	30	40	0	30
N-12	12	40	0	30
N-3	3	40	0	30
T-2	0	40	0	30
T-3	SUELO SOLO			—
P-20	60	20	0	30
P-8	60	8	0	30
P-2	60	2	0	30
T-4	60	0	0	30
T-5	SUELO + COMPOSTA			30

\*(I.N.I.A, 1976 p. 37)

### DIAGRAMA DE TRABAJO



#### DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO.-

Se realizaron análisis para caracterizar al suelo y la composta (Ver diagrama de trabajo).

Las hortalizas se sembraron en macetas de material plástico con una capacidad de 1500 g., llenándose con 1200 g., de suelo de la zona mencionada anteriormente, 56.6 g., de --- composta por maceta y posteriormente se incorporaron los fertilizantes químicos.

Las siembras se efectuaron depositando las semillas a 2 cm. de profundidad, en número de 10 semillas por maceta. Después de la germinación se llevó a cabo el aclareo dejando tres plantas por cada maceta, procurando mantener la mayor - uniformidad posible entre ellas. Las macetas con los trata- mientos se colocaron en forma aleatoria de bloques al azar - sobre una superficie sólida de cemento, expuestas a la intem- perie teniendo un protector de madera y malla de plástico de 2 mm. de abertura, para protegerlas de depredaciones de aves.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron cua- tro muestreos al suelo para observar las variaciones de las condiciones del suelo (Ver diagrama de trabajo). El último - muestreo fue aproximadamente 30 días después de realizada la cosecha con el fin de observar el comportamiento postcosecha.

La cosecha del rábano se realizó a los 63 días de - realizada la fertilización; para la lechuga, a los 86 días.- Después se procedió a pesar, medir y secar a temperatura am-

biente a las plantas; una vez secas, se molieron a polvo fino y se obtuvo una muestra representativa por maceta para cada hortaliza. Se les determinó el contenido de nitrógeno y fósforo total.

Las variables de respuesta analizadas y que se utilizaron para evaluar estadísticamente a los diferentes tratamientos, fueron:

Altura total  
% Peso húmedo  
% Peso seco  
% Proteína  
% Fósforo total

La evaluación estadística de los tratamientos se realizó conforme al modelo estadístico señalado en el Anexo I.

## 2) METODOLOGIA.-

Los métodos utilizados en los análisis practicados - tanto al suelo como a las plantas e indicados en el diagrama de trabajo fueron:

### ANALISIS AL SUELO.-

#### 2.1) Análisis físicos.-

##### Determinación de pH.-

El pH de los suelos en su expresión más simple está dado por la concentración de hidrógenos y bases en el complejo de intercambio.

El pH se determinó con una relación 1:2.5 (muestra-agua destilada). (Jackson, 1976 p. 78).

##### Determinación de Humedad total.-

El contenido de agua generalmente se expresa como porcentaje en peso basado sobre el peso del suelo secado a la estufa a 105°C. Se utilizó el método indicado por la S.A.R.H. (S.A.R.H., 1975 p. 32).

##### Determinación de Textura.-

La textura, que se refiere a la cantidad de partículas de diferentes tamaños que se encuentran en el suelo, fue determinada por el método del Hidrómetro de Bouyoucos, el cual nos indica que la separación de las partículas mine

rales se logra eliminando las sustancias cementantes que las unen como por ejemplo la materia orgánica y los carbonatos. Para completar la separación se hace una suspensión del suelo con el agua y se determina la proporción de partículas de cierto tamaño, por su velocidad de caída, aplicando la Ley de Stokes. (García T., 1981 p.19).

#### Determinación de Color.-

Esta característica está dada por dos factores esenciales que son: contenido de humus y naturaleza química de minerales primarios y secundarios. El suelo y la composta se compararon con las tablas Munsell. (Munsell, 1954).

#### Determinación de la Capacidad de Campo.-

Es la cantidad de agua retenida en el suelo después de que el exceso de agua gravitacional se ha drenado y ha cesado materialmente la velocidad del movimiento descendente de la misma. La Capacidad de Campo fue determinada de acuerdo al método indicado por la S.A.R.H. (S.A.R.H., 1975 p.22).

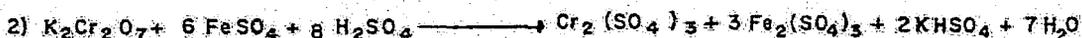
### 2.2) Análisis químicos.-

#### Determinación de Materia Orgánica.-

Se utilizó el método de Walkley y Black, vía húmeda, que se basa en la oxidación de la materia orgánica con una mezcla de agentes fuertemente oxidantes. Primero se oxida la materia orgánica con ácido sulfúrico, posteriormente la muestra es tratada con un exceso de agente oxidante que es el dicromato de potasio. El exceso de agente oxidante que no se u

tilizó en la reacción, se determina por titulación, con una solución valorada de sulfato ferroso. (Gedroits, 1964 pp. 457-459).

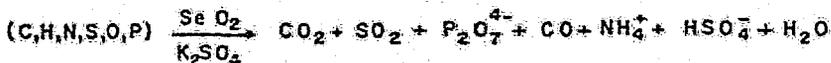
Reacciones efectuadas:



Determinación de Nitrógeno total.-

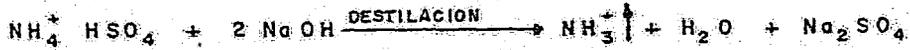
Se usó el método de Kjeldhal, modificado con ácido salicílico y que se basa en la oxidación de la materia orgánica por calentamiento con  $H_2SO_4$  a reflujo, usando como catalizadores la mezcla digestora formada por  $K_2SO_4$  y  $CuSO_4$  y adición de óxido de selenio para acelerar la reacción de oxidación. El objetivo de la mezcla digestora es elevar el punto de ebullición del ácido sulfúrico. En esta reacción el carbono, hidrógeno y azufre que forman parte del humus son oxidados a  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $H_2O$  y  $SO_2$ ; y el nitrógeno se convierte en  $NH_4^+$  y  $NH_4^+ HSO_4^-$  (sulfato ácido de amonio).

Reacción I (Digestión):

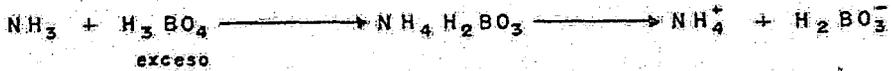


Se mide el  $NH_4^+ HSO_4^-$  formado, por adición de un álcali en exceso (Na OH) para liberar y destilar el amoníaco que se recoge en un matraz con ácido bórico al 4% y titulación del amoníaco atrapado como  $NH_4H_2BO_3$ , por valoración con ácido clorhídrico estándar. Reacciones II, III y IV. (A.O.A.C., 1970, Seccs. 42.014- 42.015).

Reacción II:



Reacción III;



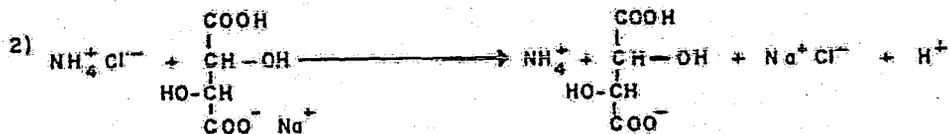
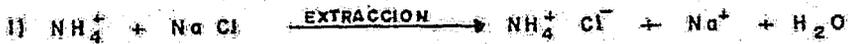
Reacción IV;



Determinación de Amonio.-

El amonio se determinó por el método de Nessler, el cual se basa en la extracción del ión amonio con una solución de cloruro de sodio al 10%, formándose cloruro de amonio, -- que en solución acuosa se encuentra en forma iónica, el cual en presencia de un álcali libera amoníaco; este último, con el reactivo de Nessler, forma un complejo de color amarillo-naranja cuya intensidad de color es proporcional a la cantidad de ión amonio presente en la misma. (Jackson, 1976 ---- pp. 270- 272).

Reacciones efectuadas:



#### Determinación de Fósforo.-

Para la determinación del fósforo se empleó el método de Morgan, que se basa en el color azul del producto de reducción del ácido molibdofosfórico, obtenido mediante la adición de cloruro estannoso en un medio acidificado con ácido clorhídrico.

Para la extracción del fósforo del suelo se usó una solución extractora de acetato de sodio-ácido acético a pH= 4.8. (Jackson, 1976 pp. 191-203).

#### Determinación de Potasio.-

El método usado fue el del Cobaltinitrito, que se basa en la reacción de nitrito con el ión cobalto para formar un complejo cobáltico  $\text{Co}(\text{NO}_2)_6$ . La oxidación de  $\text{Co}^{2+}$  a  $\text{Co}^{3+}$  va acompañada de la reducción de un ión nitrito. El sodio es usado como catión de este complejo y como reactivo para la precipitación del potasio. La solución extractora utilizada es una mezcla de ácido acético glacial y formaldehído (1:10). (Jackson, 1976 pp. 161-170).

#### Determinación de C.I.C.T.-

La capacidad de intercambio catiónico se define como la suma de los cationes intercambiables que puede absorber un suelo, y se expresa en meq/100 g. de suelo (u otro material absorbente como las arcillas).

Se determinó la capacidad de intercambio catiónico total por medio del ión amonio, y fue cuantificado por el método del Indofenol. (García T., 1981 pp. 31-37).

### 2.3) Análisis microbiológicos.-

Para la cuantificación de los microorganismos se utilizaron los métodos de dilución en placa y crecimiento en tubos, utilizando en este caso el método del Número Más Probable. (Agronomy 9, 1965 pp. 1456-1472).

Se inocularon dos tubos o cajas, según el análisis, de la dilución adecuada para cada cuantificación. (Ver cuadro de inoculación).

#### Bacterias y Actinomicetos.-

El método de dilución en placa es el más usado para cuantificar la diversa microflora del suelo, aunque presente problemas por lo complejo del suelo. La efectividad del método no es completa porque ningún medio de cultivo permite el crecimiento de todos los microorganismos del suelo. Debido a que la población bacteriana predomina, no es estrictamente necesario usar medios tan selectivos como en el caso de los demás microorganismos (Schmidt, 1967 p. 23).

Para la cuantificación de bacterias utilizamos el medio de Glucosa-peptona-agar. (García T., 1981 p. 45).

En el caso de actinomicetos el medio utilizado fue el de Extracto de levadura-peptona-agar. (García T., 1981 p.46).

#### Azotobacter sp.-

El aislamiento y cuantificación de Azotobacter sp.

se basa en el uso de medios de cultivo selectivos libres de nitrógeno en forma orgánica o inorgánica, ya que son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. El medio debe ser rico en carbohidratos, contener fosfatos y sales minerales. Para nuestros propósitos utilizamos el medio de Lipman L/G. (Echegaray; Ramírez, 1978 pp. 12-14).

#### Hongos.-

En vista de que el crecimiento de los hongos muchas veces se ve limitado o inhibido por la presencia de otros microorganismos del suelo, como bacterias y actinomicetos, es necesario usar un medio que inhiba el crecimiento de éstos. Comúnmente se usan inhibidores, como ciertos antibióticos, colorantes o medios con pH ácido.

Para la cuantificación de hongos utilizamos el medio de Martin, en el cual el colorante rosa de bengala y el antibiótico estreptomycin sirvieron como inhibidores. (Agronomy 9, 1965 pp. 1502-1505).

#### Bacterias Amonificantes.-

Para cuantificar amonificantes usamos el medio de Gelatina, en el cual se observó la producción de  $\text{NH}_3$  y se detectó con el reactivo de Nessler, obteniéndose una coloración amarillo-naranja. (Echegaray; Ramírez, 1978 pp. 19-20).

#### Reacción:



### Bacterias Desnitrificantes.-

Cuando se lleva a cabo la desnitrificación bacteriana hay un decremento de las fuentes de energía y del nitrato o nitrato usado como aceptor final de electrones. Conforme crece la bacteria, el color verde del medio cambia a un azul intenso y en consecuencia también cambia el pH, al mismo tiempo se producen grandes cantidades de nitrógeno gaseoso.

El medio que utilizamos para la cuantificación, contenía  $KNO_3$  y asparagina que sirvieron como fuente de energía y nitrógeno, la solución alcohólica de azul de bromotimol actuó como colorante indicador; también se usaron campanas de Durham como indicadores de la producción de gas. (Agronomy 9, 1965 pp. 1484-1486).

### Bacterias Nitrificantes.-

Las bacterias nitrificantes del suelo oxidan el amonio a nitrato y nitrato a nitrato; son quimioautotróficas, esto es, son capaces de utilizar materiales inorgánicos como única fuente de carbono. Se utilizaron estas características para cuantificarlas.

En el caso de Nitrosomonas sp., se inoculó en un medio que contenía amonio como fuente de nitrógeno, que transformó el amonio en nitritos, y con el reactivo de Griess-Ilosvay dio una coloración púrpura rojiza. El medio usado fue el de Maiklejohm.

Reacción:





## ANÁLISIS A LAS PLANTAS.-

### 2.4) Análisis físicos.-

#### Determinación de Altura Total.-

Inmediatamente después de la cosecha, las plantas fueron limpiadas del suelo adherido a ellas y medidas con una cinta métrica desde la raíz hasta la punta de las hojas.

#### Determinación de Peso Húmedo.-

Después de haber sido medidas las plantas, se procedió a pesarlas, incluyendo raíz, tallo y hojas, además del bulbo en el caso del Rábano.

#### Determinación de Peso Seco.-

Para esta determinación, se procedió a secar las plantas a temperatura ambiente, hasta que se obtuvo un peso constante.

### 2.5) Análisis químicos.-

Para las determinaciones químicas de las plantas se obtuvo un polvo fino mediante la molienda de éstas en un molino tipo intermedio modelo Willey y con una malla No. 60.

Las muestras fueron representativas por maceta y para cada hortaliza.

Las determinaciones químicas realizadas fueron las siguientes:

#### Determinación de Nitrógeno.-

Se utilizó el método del Micro-Kjeldahl que es un semimicrométodo para nitrógeno; la muestra de la planta se digiere con  $\text{CuSO}_4$  ó  $\text{HgO}$  como catalizadores en medio ácido, se agrega EDTA para prevenir la interferencia de algunos metales y la solución resultante se neutraliza a  $\text{pH} = 7.0$ . El nitroprusiato de sodio es agregado para desarrollar el color en una hora, la absorbancia se mide a 625 nm. (Mitchell H.L., 1972 pp. 1-3).

#### Determinación de Fósforo Total.-

Se usó el método del Molibdato-Vanadato que se basa en la obtención de cenizas con nitrato de magnesio, para evitar las pérdidas de fósforo por volatilización. Las cenizas se disuelven con un ácido y se determinan los fosfatos por el método del amarillo de molibdato-vanadato, en donde los vanadatos, los molibdatos y los ortofosfatos reaccionan para dar un complejo amarillo en solución ácida. (Chapman, 1973 - pp. 108-115).

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS**

De acuerdo a los objetivos del experimento y en relación a los diferentes tratamientos aplicados, se presentan a continuación los resultados de los caracteres físicos, químicos y microbiológicos del suelo durante el experimento, así como también los resultados de los análisis efectuados a las plantas.

Estos resultados fueron obtenidos siguiendo la metodología indicada en el capítulo III, sección 2, y se reportan en base seca.

TABLA 1. CARACTERISTICAS DEL SUELO Y COMPOSTA UTILIZADOS

CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS.

DETERMINACION MUESTRA	HUMEDAD (PORCIENTO)	PH	COLOR	TEXTURA	C. I. C. T. * (mg/100g)	NITROGENO TOTAL (PORCIENTO)	MAT. ORGANICA (PORCIENTO)	FOSFORO (PPM)	POTASIO (PPM)
SUELO	27.5	7.75	SECO: 5Y 2.5/1 NEGRO MOJADO: 5Y 2.5/2	MIGAJON  ARENOSO	0.83	0.33	5.5	4.3	52.5
COMPOSTA	32.5	8.05	SECA: 10YR 3/3 CAFE OSCURO MOJADA: 10YR 2/1 NEGRO	—	—	0.65	22.9	41.5	520

CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS.

(No. ORGANISMOS / GRAMO DE SUELO x 10<sup>6</sup>)

DETERMINACION MUESTRA	BACTERIAS	ACTINOMICETOS	HONGOS	AZOTOBACTER SP	DESINTRIFICANTES	AMONIFICANTES	NITROSPONAS SP	NITROBACTER SP
SUELO	1.4	0.63	0.04	0.01	2.5	0.60	0.002	0.006
COMPOSTA	2.8	1.3	0.61	0.01	0.002	0.02	0.0006	0.70

\* C. I. C. T. - CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO TOTAL

**TABLA 2.- RABANO: RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS REALIZADOS A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.**

TRATAMIENTOS		T-1	N-20	N-8	N-2	T-2	T-3	P-15	P-6	P-15	T-4	T-5
DETERMINACION MUESTREO		% HUMEDAD TOTAL (PORCIENTO)										
1er M	33 días	7.1	7.6	7.0	16.4	20.2	7.0	30.1	8.2	22.2	7.3	8.05
2o M	49 días	8.4	15.0	22.9	26.8	15.0	10.2	11.3	8.7	13.2	17.3	11.7
3er M	63 días	25.4	29.9	29.0	32.5	29.5	26.5	28.3	29.9	27.9	29.3	28.6
4o M	117 días	31.2	48.6	47.23	52.3	47.2	28.5	37.4	38.2	49.5	52.0	46.0
DETERMINACION MUESTREO		pH										
1er M	33 días	7.85	8.05	7.95	8.05	7.95	7.95	8.0	8.05	8.05	8.05	8.15
2o M	49 días	8.0	8.15	8.15	8.10	8.15	7.95	8.05	8.05	8.05	8.0	7.95
3er M	63 días	7.75	7.80	7.85	7.80	7.85	7.85	7.35	7.65	7.65	7.65	7.75
4o M	117 días	8.0	8.0	7.80	8.0	7.90	7.90	7.80	7.80	7.85	7.85	7.80
DETERMINACION MUESTREO		% MATERIA ORGANICA (PORCIENTO)										
1er M	33 días	6.2	8.1	7.7	6.8	8.2	8.0	8.8	6.6	7.4	6.3	7.8
2o M	49 días	5.9	6.4	4.3	9.2	4.1	1.5	3.0	2.5	5.5	5.1	9.3
3er M	63 días	5.0	9.1	6.6	11.0	7.7	2.5	5.5	1.8	18.1	5.8	5.6
4o M	117 días	2.6	16.1	16.8	7.3	7.9	9.5	9.0	10.4	6.7	26.2	8.5

TABLA 3.- RABANO: RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS REALIZADOS A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS		T-1	N-20	N-8	N-2	T-2	T-3	P-15	P-6	P-1.5	T-4	T-5
DETERMINACION		NITROGENO TOTAL (PORCIENTO)										
MUESTREO												
1er. M	33 días	0.35	0.75	0.94	0.52	0.57	0.54	0.45	0.56	0.66	0.57	0.66
2a. M	49 días	0.34	0.56	0.66	0.51	0.44	0.61	0.46	0.38	0.43	0.71	0.41
3er. M	63 días	0.35	0.40	0.34	0.55	0.63	0.50	0.87	0.81	0.53	0.29	0.52
4a. M	117 días	0.44	0.52	0.62	0.52	0.55	0.58	0.54	0.46	0.42	0.70	0.56
DETERMINACION		NITROGENO SOLUBLE (AMONIO) (meq /100 g suelo)										
MUESTREO												
1er. M	33 días	0.23	0.30	0.13	0.12	0.28	0.15	0.20	0.11	0.22	0.14	0.15
2a. M	49 días	0.10	0.11	0.12	0.07	0.15	0.11	0.10	0.08	0.08	0.14	0.08
3er. M	63 días	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02
4a. M	117 días	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01
DETERMINACION		F O S F O R O ( P P M )										
MUESTREO												
1er. M	33 días	37.3	26.0	20.2	38.5	40.7	32.4	35.8	49.9	51.3	34.7	31.5
2a. M	49 días	13.2	7.0	18.7	12.4	16.2	14.3	11.1	22.3	13.1	15.1	6.2
3er. M	63 días	2.2	12.5	16.1	14.5	31.2	13.7	5.0	12.5	7.1	20.6	21.3
4a. M	117 días	25.8	12.4	24.5	21.9	30.7	31.1	25.2	20.3	18.8	51.0	40.6

**TABLA 4. RABANO: RESULTADOS DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.**

TRATAMIENTOS		T-1	N-20	N-8	N-2	T-2	T-3	P-15	P-6	P-1.5	T-4	T-5
DETERMINACION		<b>BACTERIAS</b> (No. ORGANISMOS/ GRAMO DE SUELO x 10 <sup>5</sup> )										
MUESTREO												
1er. M.	33 días	3.1	4.2	5.7	0.8	0.5	0.2	0.6	0.1	2.8	1.8	1.6
2o. M.	49 días	4.0	3.9	4.2	7.9	4.2	2.8	3.1	3.5	4.9	17.1	5.2
3er. M.	63 días	3.2	4.3	3.7	4.7	3.8	15.7	16.4	21.7	2.5	30.2	15.0
4o. M.	117 días	11.0	19.2	9.1	17.6	13.5	12.8	10.1	5.9	13.9	12.7	10.8
DETERMINACION		<b>ACTINOMICETOS</b> (No. ORGANISMOS/ GRAMO DE SUELO x 10 <sup>6</sup> )										
MUESTREO												
1er. M.	33 días	6.6	4.3	3.0	0.4	0.3	0.5	0.3	0.3	0.6	0.3	1.3
2o. M.	49 días	1.1	4.2	2.7	1.5	2.6	2.0	0.2	0.2	0.2	0.9	0.2
3er. M.	63 días	1.6	1.7	0.4	1.6	0.6	1.7	2.9	1.6	1.2	2.3	2.0
4o. M.	117 días	3.2	2.0	2.0	1.8	2.8	1.7	2.5	4.2	4.3	3.9	2.2
DETERMINACION		<b>HONGOS</b> (No. ORGANISMOS/ GRAMO DE SUELO x 10 <sup>6</sup> )										
MUESTREO												
1er. M.	33 días	0.11	0.07	0.03	0.08	0.08	0.06	0.08	0.21	0.17	0.11	0.10
2o. M.	49 días	0.13	0.08	0.18	0.18	0.31	0.05	0.18	0.08	0.14	0.19	0.12
3er. M.	63 días	0.26	0.21	0.27	0.26	0.34	0.16	0.12	0.12	0.18	0.03	0.004
4o. M.	117 días	0.17	0.22	0.16	0.29	0.27	0.33	0.21	0.19	0.45	0.48	0.20

TABLA 5. RABANO: RESULTADOS DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS	T-1	N-20	N-8	N-2	T-2	T-3	P-15	P-6	P-15	T-4	T-5	
DETERMINACION MUESTREO		<b>A ZOTOBACTER</b> (No. ORGANISMOS/ GRAMO DE SUELO $\times 10^6$ )										
1er. M	33 días	0.003	0.003	0.005	0.003	0.006	0.004	0.04	0.008	0.009	0.01	0.01
2a. M	49 días	0.009	0.02	0.01	0.01	0.05	0.01	0.07	0.04	0.03	0.06	0.05
3er. M	63 días	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.15	0.01	0.14
4o. M	117 días	0.05	0.06	0.06	0.07	0.02	0.03	0.03	0.02	0.06	0.15	0.05
DETERMINACION MUESTREO		<b>NITROSOMONAS</b> (No. ORGANISMOS/ GRAMO DE SUELO $\times 10^6$ )										
1er. M	33 días	0.0003	0.001	0.0001	13.1	13.9	0.75	15.7	0.76	14.1	11.8	11.9
2o. M	49 días	14.0	0.29	0.32	0.95	0.82	0.0007	12.4	12.0	12.6	13.3	12.0
3er. M	63 días	15.3	15.7	15.4	16.3	0.35	0.95	15.3	15.7	15.2	15.5	12.8
4o. M	117 días	1.0	15.8	0.35	16.4	16.2	15.8	0.35	16.6	0.88	22.9	15.9
DETERMINACION MUESTREO		<b>NITROBACTER</b> (No. ORGANISMOS/ GRAMO DE SUELO $\times 10^6$ )										
1er. M	33 días	11.8	11.9	11.8	0.13	0.007	0.26	15.7	11.9	14.1	11.86	11.9
2o. M	49 días	1.2	0.007	0.002	0.34	0.0007	0.01	0.002	0.006	0.006	0.84	0.006
3er. M	63 días	0.34	0.99	0.002	0.37	0.35	0.008	0.002	0.0002	0.002	0.002	0.0002
4o. M	117 días	0.0002	0.0002	0.003	1.0	0.008	0.008	1.0	0.37	0.31	0.012	0.36

- 52 -

TABLA 6.- LECHUGA: RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS REALIZADOS A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS		T-1	N-30	N-12	N-3	T-2	T-3	P-20	P-8	P-2	T-4	T-5
DETERMINACION MUESTREO		% HUMEDAD TOTAL (PORCIENTO)										
1er M	45 días	20.8	29.1	23.4	22.2	26.0	14.3	18.9	20.0	9.0	11.1	8.9
2o M	59 días	21.6	24.5	20.6	24.0	22.5	22.0	23.0	21.1	21.4	25.5	26.5
3er M	86 días	23.4	32.0	24.5	24.2	21.0	17.6	23.9	19.0	20.0	21.8	24.1
4o M	113 días	40.4	46.2	42.7	45.5	49.3	32.2	48.5	45.3	42.7	44.6	43.3
DETERMINACION MUESTREO		pH										
1er M	45 días	8.05	8.10	8.05	7.95	8.0	8.15	7.95	8.05	8.05	8.15	8.10
2o M	59 días	7.85	7.85	7.85	7.90	8.05	8.05	7.95	8.05	7.70	7.75	7.85
3er M	86 días	7.85	7.95	7.95	8.05	8.05	8.05	7.95	8.15	8.15	8.05	8.0
4o M	113 días	7.80	7.95	7.90	8.0	8.0	8.0	7.90	8.0	8.10	8.05	8.0
DETERMINACION MUESTREO		% MATERIA ORGANICA (PORCIENTO)										
1er M	45 días	7.7	9.4	8.7	1.1	8.1	5.1	4.5	9.0	6.7	4.2	7.7
2o M	59 días	7.5	7.7	7.3	8.2	8.9	5.0	6.1	7.0	12.8	3.6	6.2
3er M	86 días	15.9	10.7	7.9	10.2	12.1	11.4	7.6	12.4	12.7	10.9	10.4
4o M	113 días	3.7	6.2	5.3	10.6	7.6	9.8	1.8	7.1	4.4	2.3	4.2

155

TABLA 7.- LECHUGA: RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS REALIZADOS A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS		T-1	N-30	N-12	N-3	T-2	T-3	P-20	P-8	P-2	T-4	T-5
DETERMINACION		% NITROGENO TOTAL (PORCIENTO.)										
MUESTREO												
1er. M	45 días	0.42	0.46	0.86	1.0	0.52	0.19	0.19	0.37	0.74	0.91	0.53
2o M	59 días	0.51	0.82	0.59	0.52	0.38	0.29	0.47	0.42	0.54	0.41	0.46
3er. M	86 días	0.64	0.69	0.62	0.60	0.50	0.33	0.59	0.45	0.36	0.42	0.39
4o M	113 días	0.63	0.60	0.62	0.56	0.61	0.37	0.65	0.23	0.41	0.44	0.51
DETERMINACION		NITROGENO SOLUBLE (AMONIO) (meq / 100 GRAMOS DE SUELO)										
MUESTREO												
1er. M	45 días	0.04	0.05	0.05	0.03	0.06	0.04	0.03	0.03	0.05	0.05	0.04
2o M	59 días	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
3er. M	86 días	0.06	0.08	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
4o M	113 días	0.02	0.03	0.07	0.07	0.04	0.02	0.08	0.05	0.02	0.02	0.02
DETERMINACION		F O S F O R O ( p p m )										
MUESTREO												
1er. M	45 días	19.9	17.5	17.7	14.0	22.5	25.5	9.6	25.1	10.2	11.1	18.5
2o M	59 días	1.6	10.4	7.1	9.5	4.0	6.9	6.7	10.2	9.3	3.7	10.6
3er. M	86 días	8.1	17.4	20.3	10.1	17.7	21.1	18.6	24.2	31.4	30.4	22.0
4o M	113 días	17.5	31.6	36.7	21.6	33.7	31.3	45.4	41.2	40.00	14.1	8.1

TABLA 8- LECHUGA: RESULTADOS DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS		T-1	N-30	N-12	N-3	T-2	T-3	P-20	P-8	P-2	T-4	T-5
DETERMINACION MUESTREO		<b>BACTERIAS</b> (No ORGANISMOS / GRAMO DE SUELO x 10 <sup>6</sup> )										
1er M	45 días	6.9	12.7	0.94	4.3	13.8	1.7	1.8	2.3	1.8	2.8	4.3
2o M	59 días	16.4	17.4	4.5	5.5	4.0	6.3	7.8	8.0	2.9	14.5	25.2
3er M	86 días	3.0	5.8	12.4	4.0	2.1	4.6	14.1	7.3	8.7	15.3	8.0
4o M	113 días	11.5	14.6	7.2	11.9	23.3	10.7	6.5	5.8	5.6	5.3	7.5
DETERMINACION MUESTREO		<b>ACTINOMICETOS</b> (No ORGANISMOS / GRAMO DE SUELO x 10 <sup>6</sup> )										
1er M	45 días	1.2	3.5	3.3	2.8	2.7	0.33	0.96	1.0	0.39	0.35	0.08
2o M	59 días	0.30	1.1	1.6	1.0	0.18	5.4	1.3	2.9	4.3	4.0	9.2
3er M	86 días	1.4	1.4	0.52	1.4	0.89	1.1	0.87	1.4	0.81	1.2	2.3
4o M	113 días	2.6	4.0	2.8	4.3	2.6	3.3	0.54	3.1	6.0	2.7	3.6
DETERMINACION MUESTREO		<b>HONGOS</b> (No ORGANISMOS / GRAMO DE SUELO x 10 <sup>6</sup> )										
1er M	45 días	0.08	0.26	0.17	0.12	0.10	0.12	0.21	0.20	0.08	0.11	0.14
2o M	59 días	0.09	0.19	0.20	0.20	0.16	0.16	0.08	0.21	0.05	0.04	0.03
3er M	86 días	0.38	0.56	0.22	0.39	0.48	0.18	0.11	0.09	0.16	0.29	0.22
4o M	113 días	0.15	0.27	0.22	0.21	0.24	0.19	0.32	0.07	0.21	1.2	0.05

1  
5  
1

TABLA 9.-LECHUGA: RESULTADOS DE LOS ANALISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS A LO LARGO DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS		T-1	N-30	N-12	N-3	T-2	T-3	P-20	P-8	P-2	T-4	T-5
DETERMINACION		<b>AZOTOBACTER</b> (No. ORGANISMOS / GRAMO DE SUELO x 10 <sup>6</sup> )										
MUESTREO												
1er M	45 días	0.03	0.01	0.007	0.01	0.002	0.01	0.01	0.01	0.002	0.01	0.01
2o M	59 días	0.003	0.01	0.01	0.009	0.007	0.005	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
3er M	86 días	0.02	0.14	0.05	0.08	0.20	0.03	0.01	0.02	0.06	0.03	0.01
4o M	113 días	0.07	0.03	0.03	0.03	0.08	0.03	0.05	0.03	0.10	0.06	0.04
DETERMINACION		<b>NITROSOMONAS</b> (No. ORGANISMOS / GRAMO DE SUELO x 10 <sup>6</sup> )										
MUESTREO												
1er M	45 días	13.8	15.5	14.3	14.1	14.8	12.8	13.5	13.7	12.0	0.78	12.0
2o M	59 días	14.0	14.5	13.3	0.32	0.32	14.1	0.90	13.9	13.5	14.7	14.9
3er M	86 días	14.3	16.1	0.79	0.92	13.9	0.84	0.91	0.86	0.85	0.31	0.93
4o M	113 días	1.0	17.0	16.3	1.0	17.3	1.0	17.8	16.8	1.0	16.5	15.4
DETERMINACION		<b>NITROBACTER</b> (No. ORGANISMOS / GRAMO DE SUELO x 10 <sup>6</sup> )										
MUESTREO												
1er M	45 días	0.31	0.008	0.007	0.003	0.008	0.002	0.30	0.0003	0.006	0.0007	0.002
2o M	59 días	0.007	0.008	0.007	0.0008	0.03	0.007	0.32	0.0002	0.001	0.0008	0.008
3er M	86 días	0.32	0.002	0.01	0.002	0.007	0.30	0.32	0.86	0.85	0.89	0.32
4o M	113 días	1.0	1.0	1.0	0.37	0.39	1.0	1.1	1.0	1.0	0.003	0.008

**TABLA IO. RABANO: ANALISIS A LAS PLANTAS**

TRATAMIENTOS VARIABLES	T-1	N-20	N-8	N-2	T-2	T-3	P-15	P-6	P-1.5	T-4	T-5
ALTURA TOTAL (cms.)	20.6	19.1	19.2	20.2	18.0	19.8	19.2	20.7	19.7	20.7	21.1
% PESO HUMEDO	85.1	88.4	90.7	88.2	90.2	91.5	86.9	86.7	89.6	89.9	89.3
% PESO SECO	11.5	14.8	9.2	11.7	9.7	8.4	13.0	13.2	10.3	10.0	10.6
% PROTEINA	0.108	0.118	0.142	0.148	0.152	0.090	0.082	0.106	0.106	0.106	0.146
% FOSFORO	0.049	0.042	0.037	0.046	0.050	0.044	0.042	0.042	0.048	0.036	0.042

**TABLA II. LECHUGA: ANALISIS A LAS PLANTAS**

TRATAMIENTOS VARIABLES	T-1	N-30	N-12	N-3	T-2	T-3	P-20	P-8	P-2	T-4	T-5
ALTURA TOTAL (cms.)	26.0	28.5	25.6	25.6	27.1	24.8	28.4	29.3	35.8	29.3	24.7
% PESO HUMEDO	85.5	86.1	84.5	85.8	86.2	88.3	86.6	86.6	88.7	90.7	88.4
% PESO SECO	14.4	13.8	15.4	14.1	13.7	11.6	13.3	13.3	11.2	9.2	11.5
% PROTEINA	0.162	0.178	0.184	0.170	0.210	0.164	0.107	0.168	0.176	0.168	0.130
% FOSFORO	0.042	0.042	0.042	0.043	0.047	0.049	0.044	0.043	0.040	0.041	0.042

# RABANO\_ RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO

## TABLA 12\_ ANALISIS DE VARIANZA

VARIABLE DE RESPUESTA VARIACION	F	P
ALTURA TOTAL	1.0933	> 0.25
% PESO HUMEDO	2.485	~ 0.025
% PESO SECO	3.669	< 0.005
% PROTEINA	0.357	> 0.90
% FOSFORO	0.084	> 0.90

## TABLA 13\_ PRUEBAS DE CONTRASTES\_ % PESO SECO

i	T-1	N-20	N-8	N-2	T-2	T-3	P-15	P-6	P-15	T-4	T-5	P
$\bar{y}_i$	11.59	14.88	9.24	11.77	9.71	8.47	13.06	13.22	10.30	10.04	10.67	
$c_i$	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1483
$Q_2$	0	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	0.375

$\bar{y}_{T-3} \quad \bar{y}_{N-8} \quad \bar{y}_{T-2} \quad \bar{y}_{T-4} \quad \bar{y}_{P-15} \quad \bar{y}_{T-5} \quad \bar{y}_{T-1} \quad \bar{y}_{N-2} \quad \bar{y}_{P-15} \quad \bar{y}_{P-6} \quad \bar{y}_{N-20}$

# LECHUGA\_ RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO

TABLA 14. ANALISIS DE VARIANZA

VARIABLE DE RESPUESTA VARIACION	F	P
ALTURA TOTAL	2.186	~ 0.0375
% PESO HUMEDO	0.394	> 0.90
% PESO SECO	2.922	> 0.01
% PROTEINA	1.263	> 0.25
% FOSFORO	0.882	> 0.5

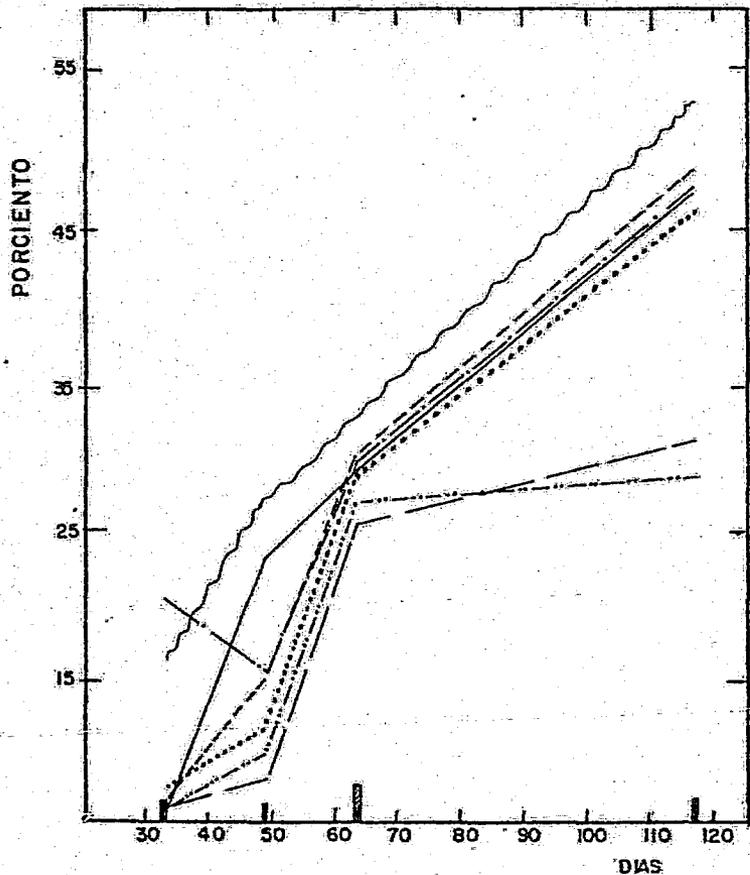
TABLA 15. PRUEBAS DE CONTRASTES. — % PESO SECO

I	T-1	N-30	N-12	N-3	T-2	T-3	P-20	P-8	P-2	T-4	T-5	P
$\bar{Y}_I$	14.45	13.82	15.44	14.16	15.74	11.63	13.31	13.35	11.29	9.28	11.57	
$\emptyset 1$	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0.635
$\emptyset 2$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0.2974

$\bar{Y}_{T-4}$   $\bar{Y}_{P-2}$   $\bar{Y}_{T-5}$   $\bar{Y}_{T-3}$   $\bar{Y}_{P-20}$   $\bar{Y}_{P-8}$   $\bar{Y}_{T-2}$   $\bar{Y}_{N-30}$   $\bar{Y}_{N-3}$   $\bar{Y}_{T-1}$   $\bar{Y}_{N-12}$

# GRAFICAS I.1 y I.2. RABANO: DET. % HUMEDAD TOTAL

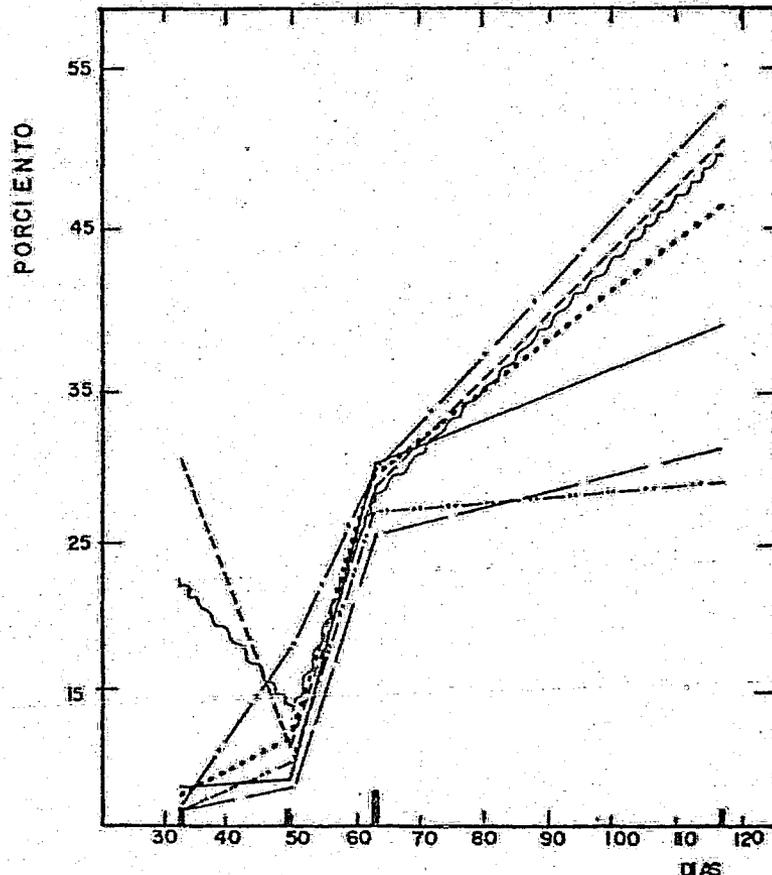
## I.1 TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~ N-2
- - N-20	- - T-2
— N-8	..... T-5
	- - T-3

MUESTREO  
 MUESTREO Y COSECHA

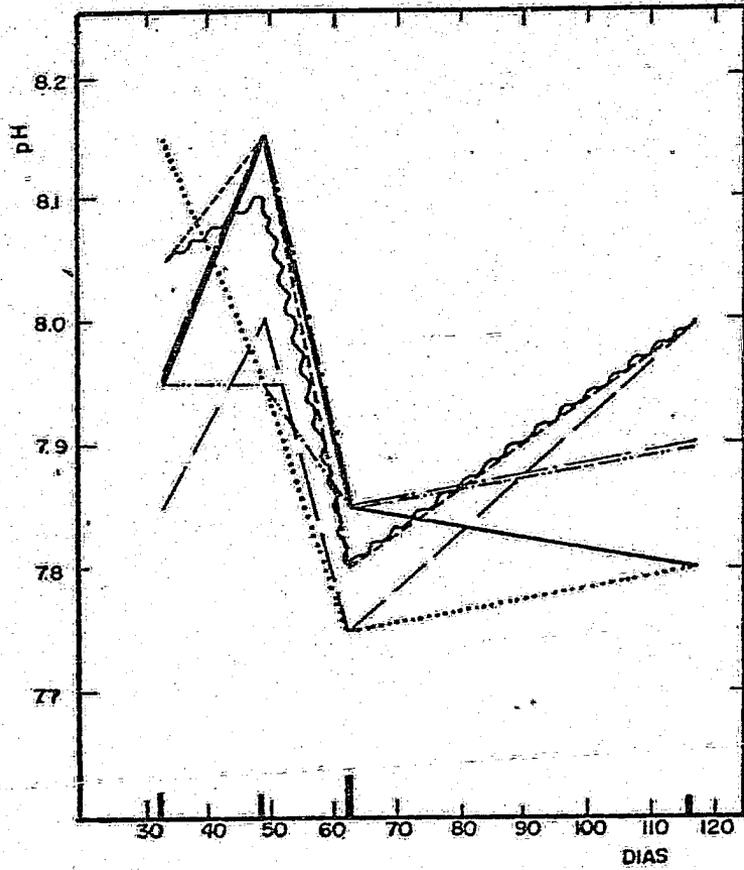
## I.2 TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~ P-1.5
- - P-15	- - T-4
— P-6	..... T-5
	- - T-3

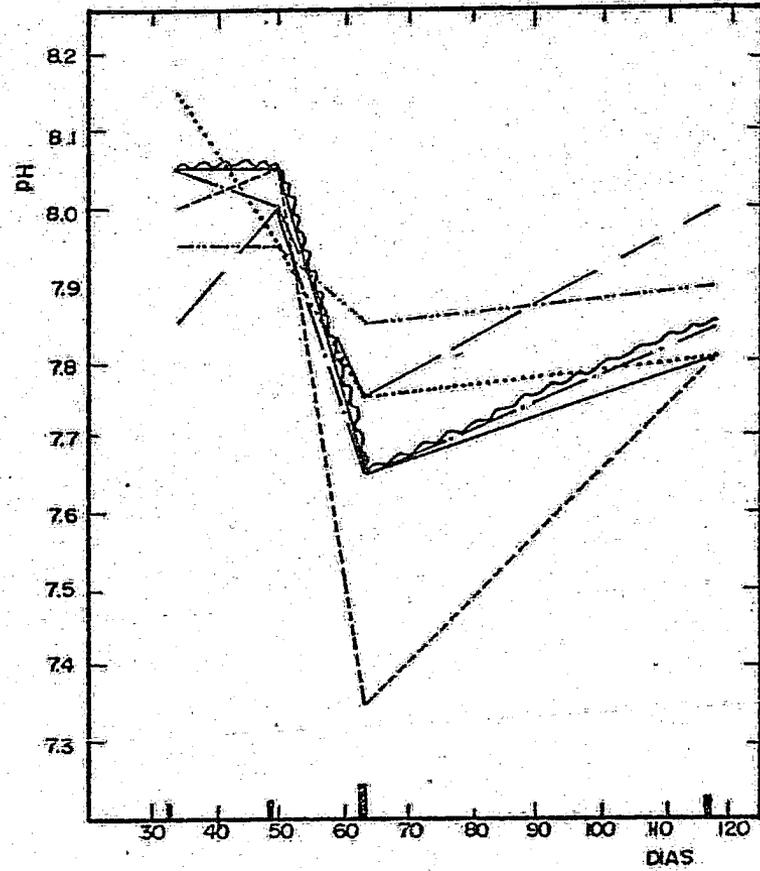
# GRAFICAS 2.1 y 2.2... RABANO: DET. pH

## 2.1.-TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1      ~~~~~ N-2  
 - - - N-20    - - - T-2    ..... T-5  
 — N-8      - - - T-3  
 ■ MUESTRO Y COSECHA

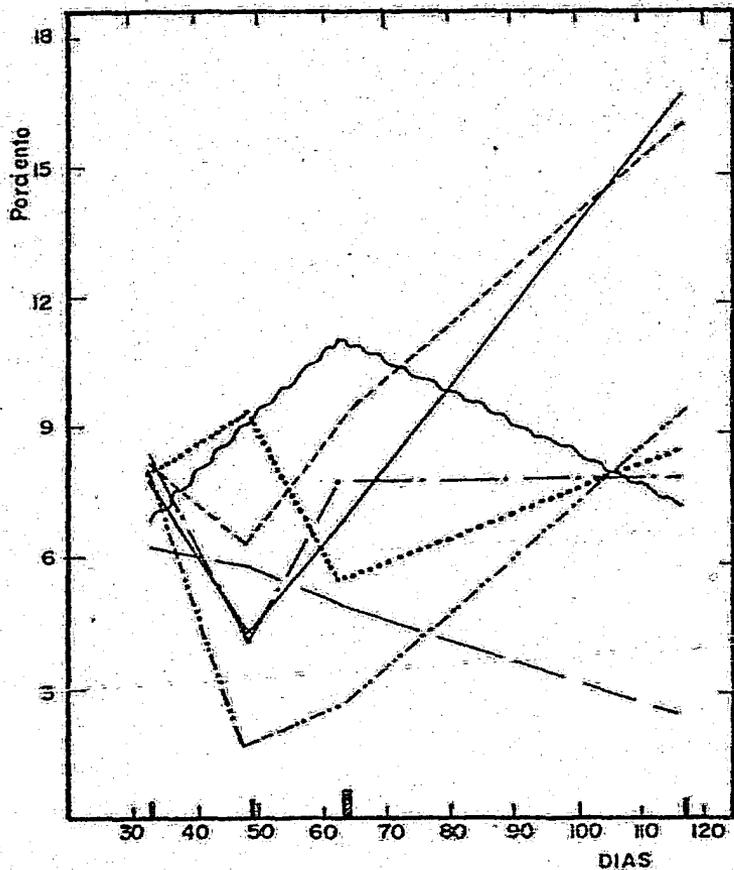
## 2.2.-TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1      ~~~~~ P-15  
 - - - P-15    - - - T-4    ..... T-5  
 — P-6      - - - T-3

# GRAFICAS 3.1 y 3.2.- RABANO: DET. MATERIA ORGANICA

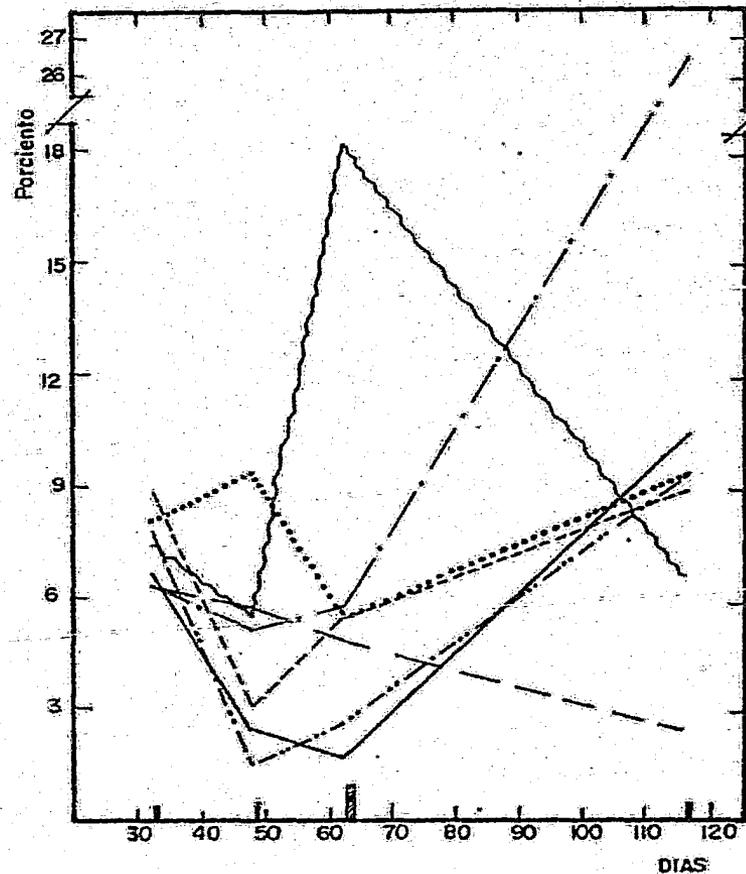
## 3.1.-TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



T-1      N-2  
 N-20    T-2      T-5  
 N-8      T-3

MUESTREO  
 MUESTREO Y  
 COSECHA

## 3.2.-TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO

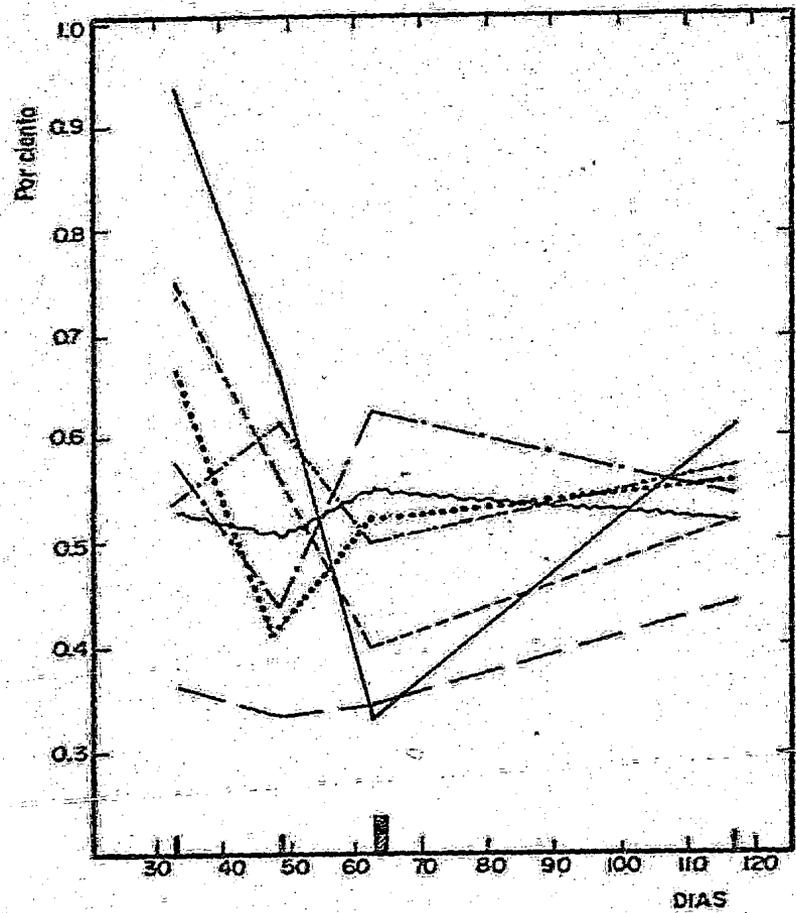


T-1      P-15  
 P-15    T-4      T-5  
 P-6      T-3

MUESTREO  
 MUESTREO Y  
 COSECHA

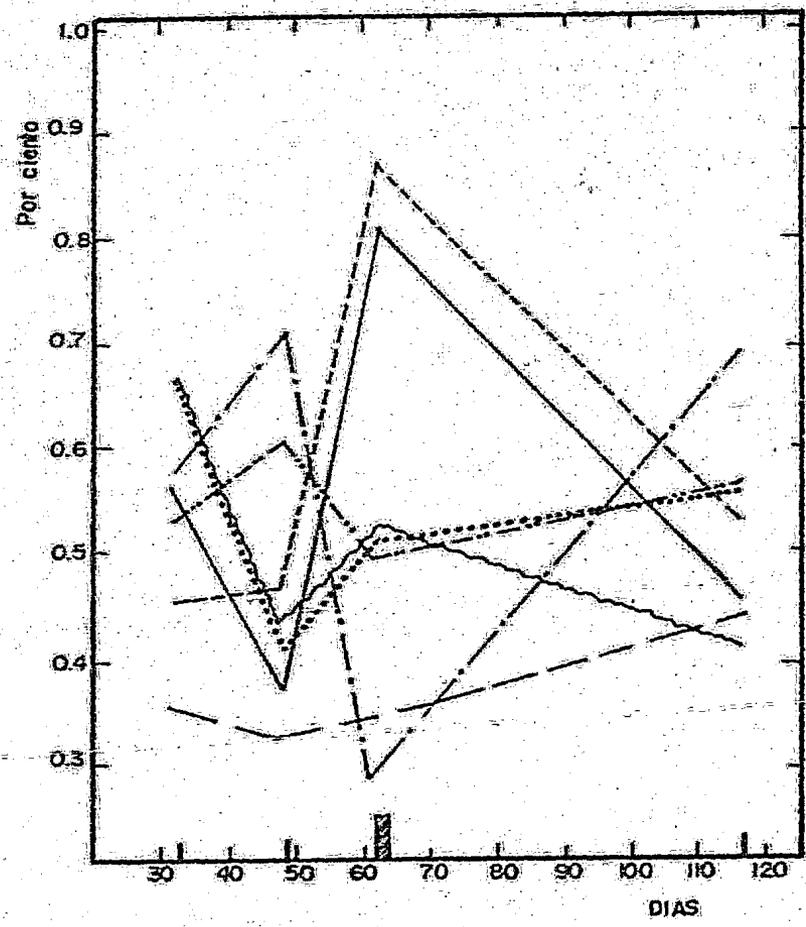
# GRAFICAS 4.1 y 4.2.- RABANO: DET. NITROGENO TOTAL

## 4.1.-TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~ N-2	— MUESTREO
- - - N-20	- · - T-2	▨ MUESTREO Y COSECHA
— N-8	- · - T-3	
	· · · T-5	

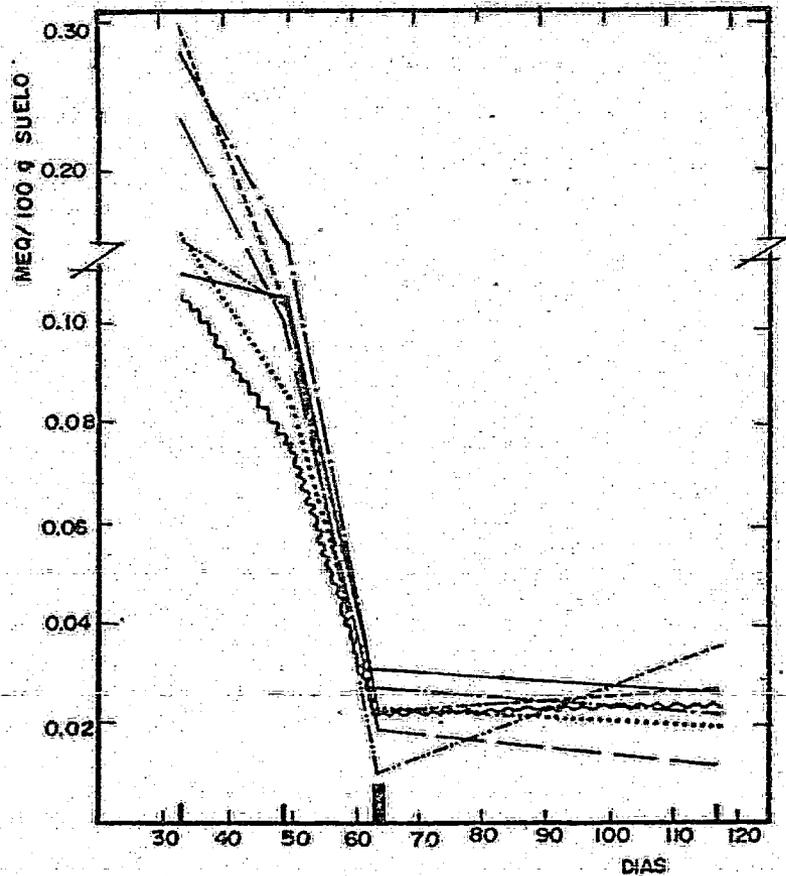
## 4.2.-TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~ P-15
- - - P-15	- · - T-4
— P-6	· · · T-5
	- · - T-3

# GRAFICAS 5.1 y 5.2.. RABANO: DET. NITROGENO SOLUBLE (AMONIO)

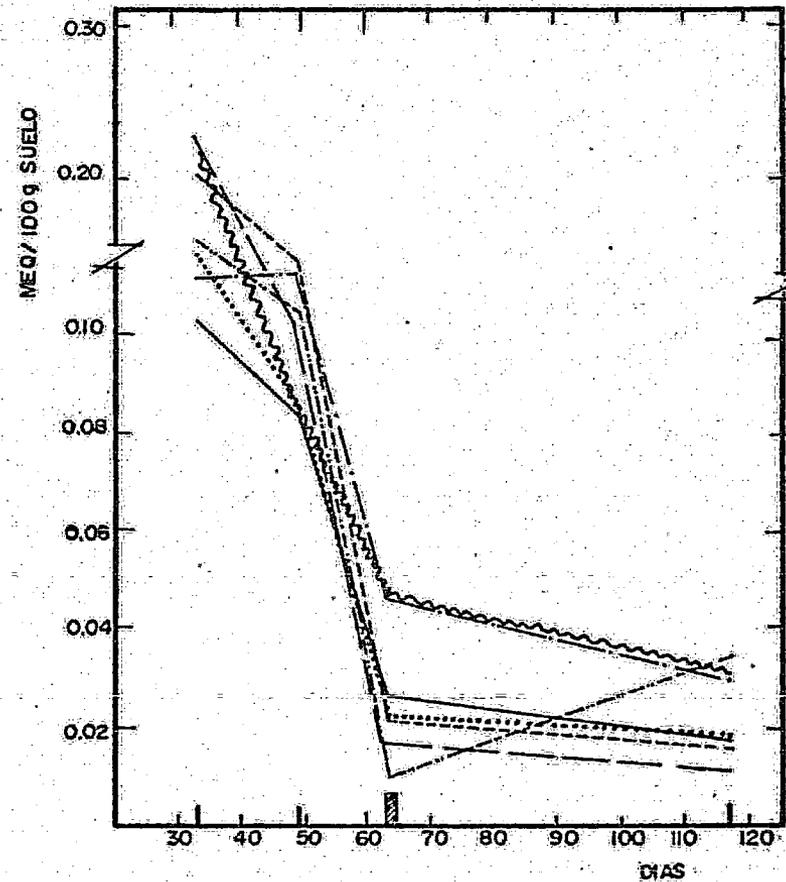
## 5.1.- TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~~~~~ N-2
- - - N-20	- - - T-2
— N-8	- - - T-3
	..... T-5

— MUESTRO  
 ▨ MUESTRO Y COSECHA

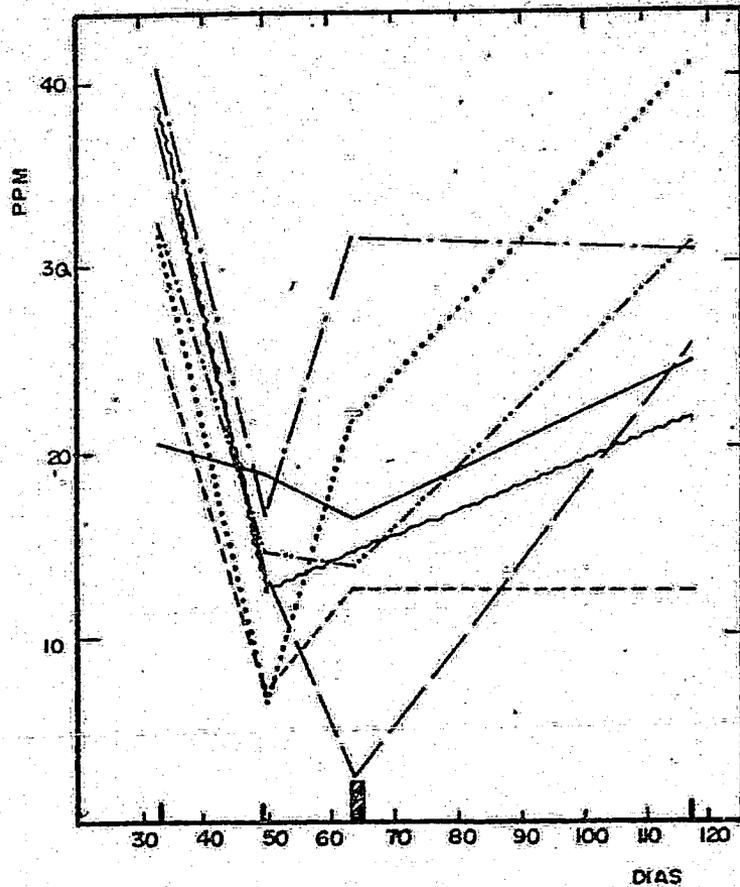
## 5.2.- TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~~~~~ P-15
- - - P-15	- - - T-4
— P-6	- - - T-3
	..... T-5

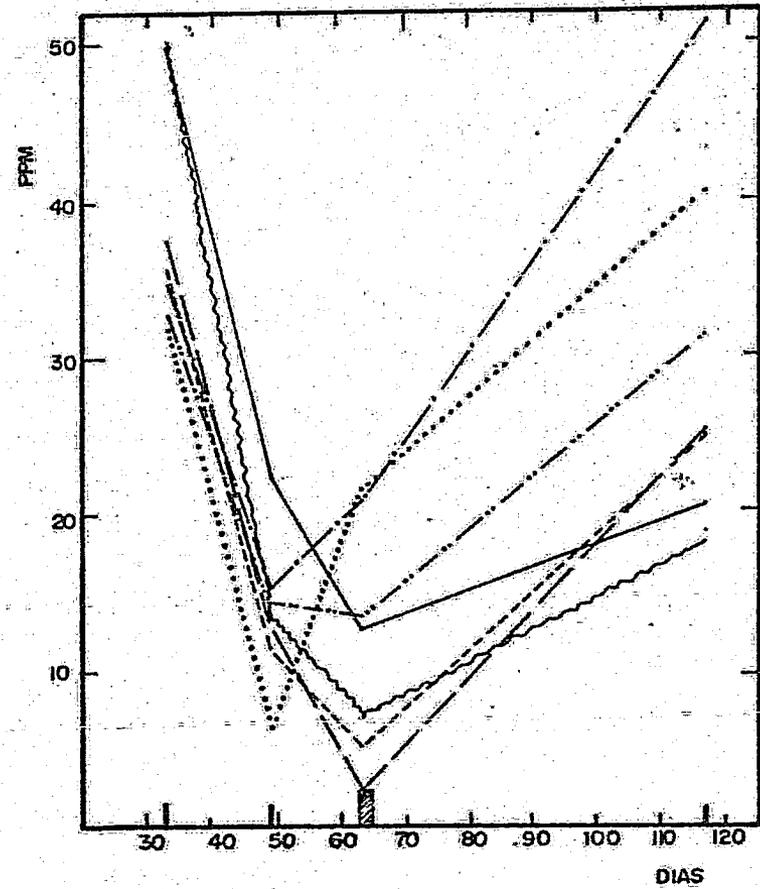
# GRAFICAS 6.1 y 6.2.. RABANO: DET. FOSFORO

## 6.1.-TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~ N-2	— MUESTREO
- - - N-20	- - - T-2	▨ MUESTREO Y COSECHA
— N-8	- - - T-3	
..... T-5		

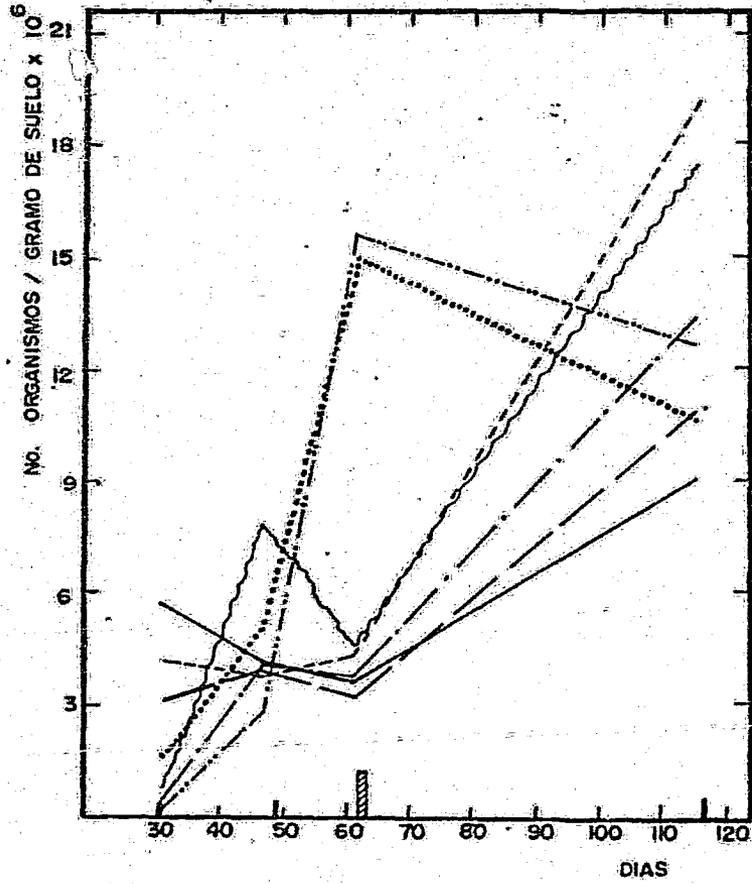
## 6.2.-TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~ P-1.5	..... T-5
- - - P-15	- - - T-4	
— P-6	- - - T-3	

# GRAFICAS 7.1 y 7.2.. RABANO : DET. BACTERIAS

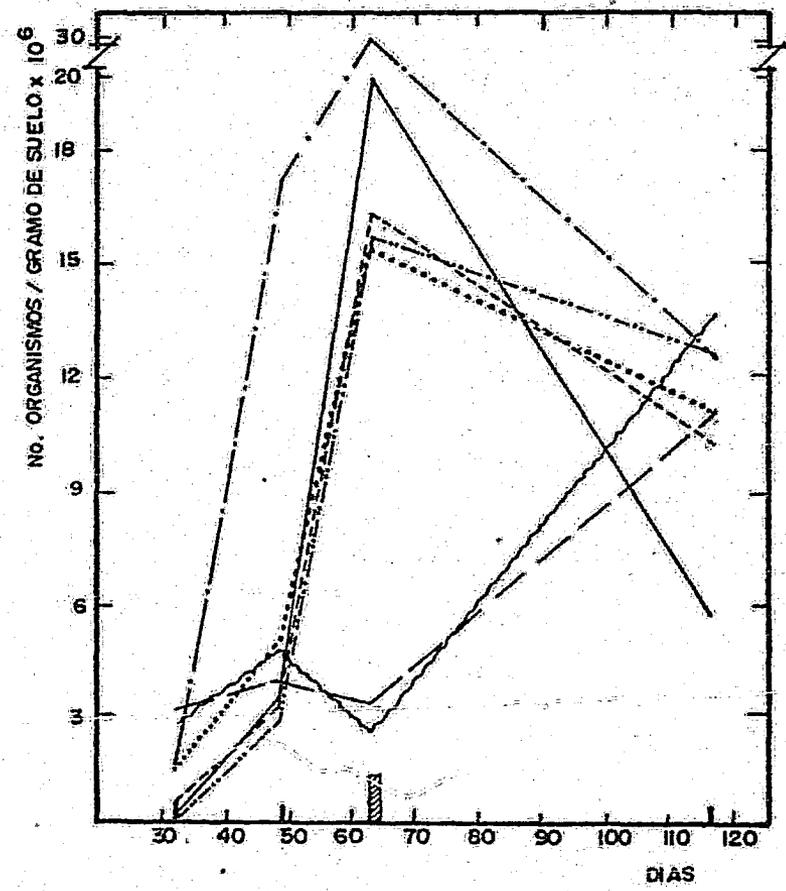
## 7.1.. TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



T-1      N-2  
 N-20    T-2      T-5  
 N-8      T-3

MUESTREO  
 MUESTREO Y  
 COSECHA

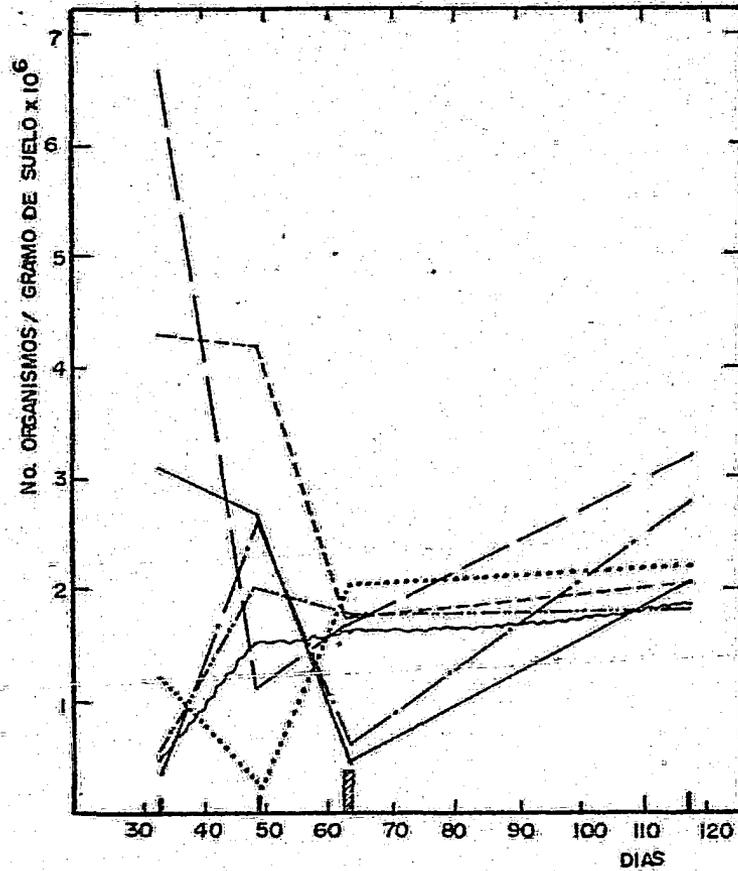
## 7.2.. TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



T-1      P-1.5  
 P-15    T-4      T-5  
 P-6      T-3

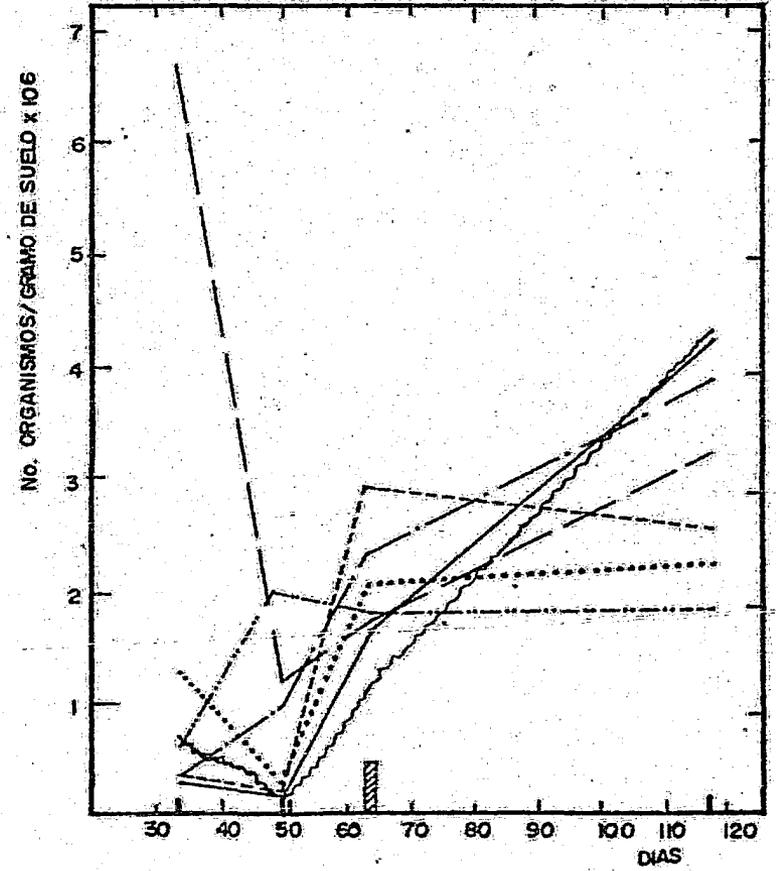
# GRAFICAS 8.1 y 8.2.-RABANO: DET. ACTINOMICETOS

## 8.1.-TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~ N-2	— MUESTREO
- - - N-20	— T-2	▨ MUESTREO Y COSECHA
— N-8	— T-3	
	..... T-5	

## 8.2.-TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO

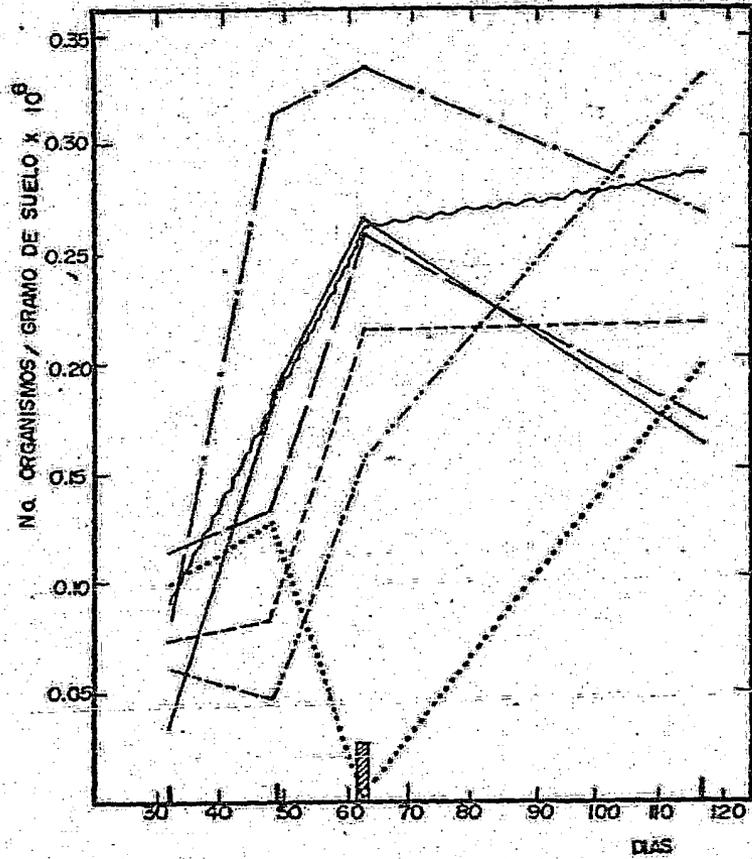


— T-1	~ P-15
- - - P-15	— T-4
— P-6	..... T-5
	— T-3

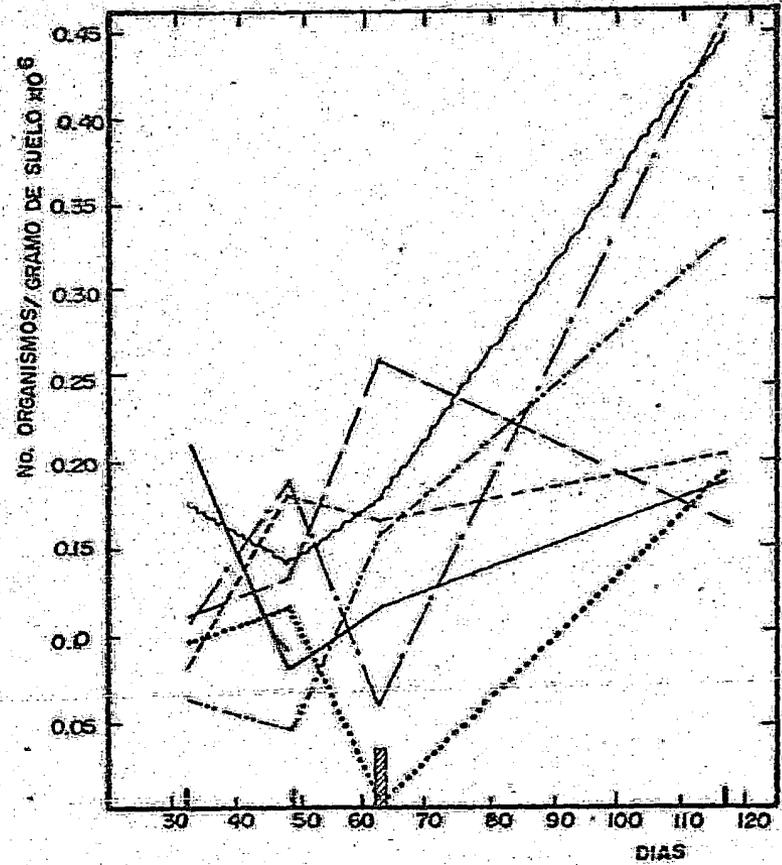
# GRAFICAS 9.1 y 9.2.. RABANO: DET. HONGOS

## 9.1..TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO

## 9.2..TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



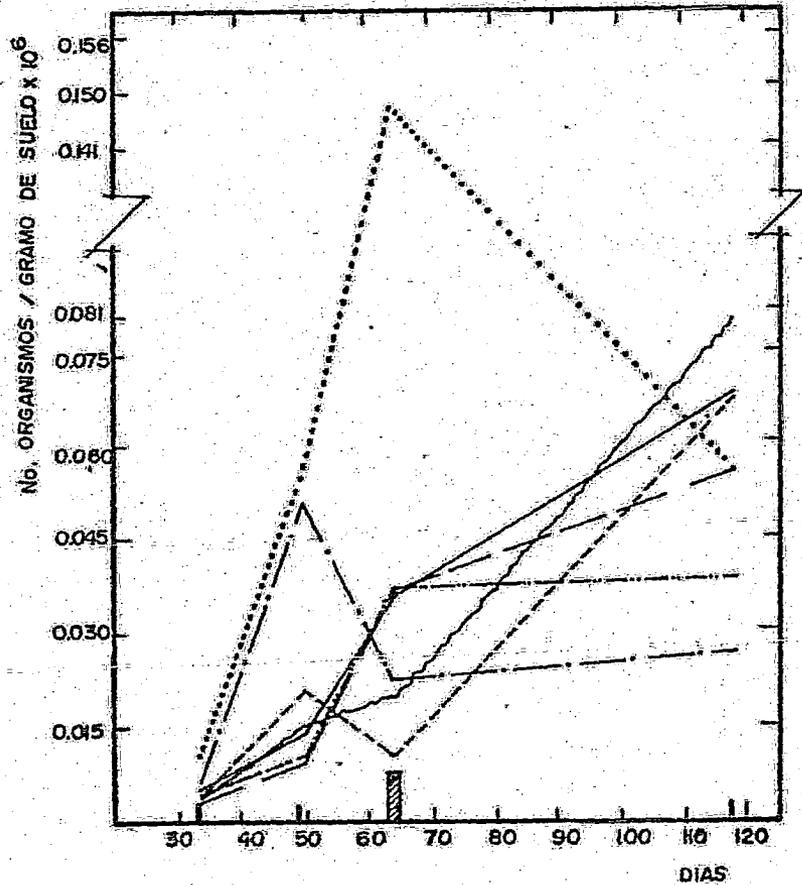
— T-1	— N-2	— MUESTREO
- - - N-20	— T-2	▨ MUESTREO Y COSECHA
— N-8	— T-3	
	..... T-5	



— T-1	— P-15	— T-4
- - - P-15	— T-2	..... T-5
— P-6	— T-3	

# GRAFICAS 10.1 y 10.2 - RABANO: DET. AZOTOBACTER

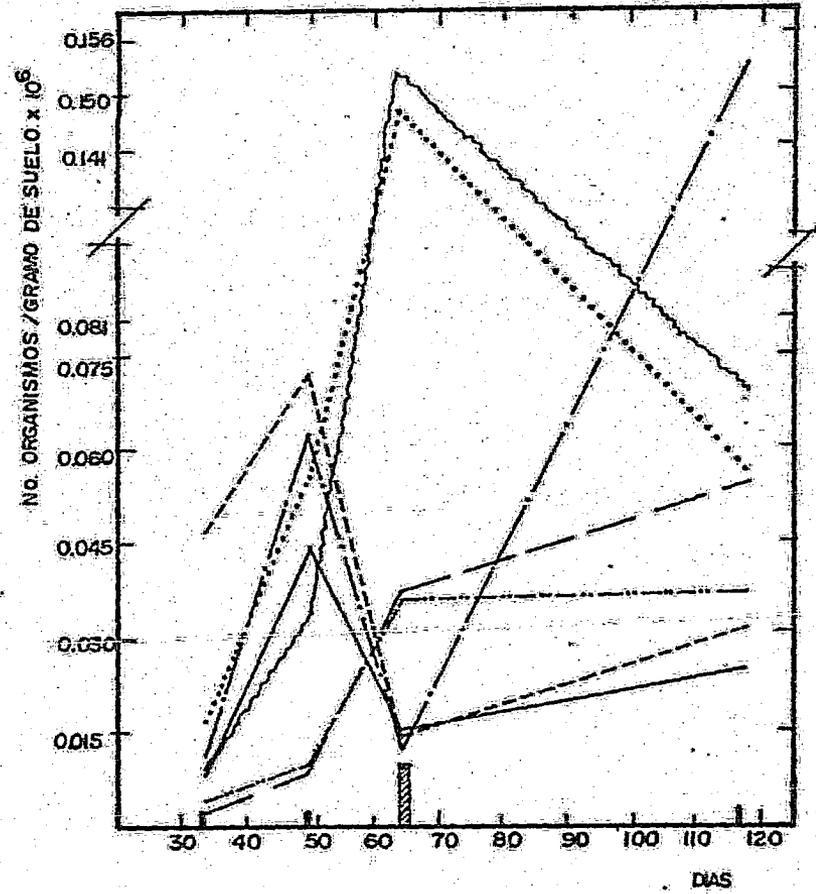
## 10.1. - TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~~~~~ N-2	..... T-5
- - - N-20	— T-2	
— N-8	— T-3	

— MUESTREO  
 ▨ MUESTREO Y COSECHA

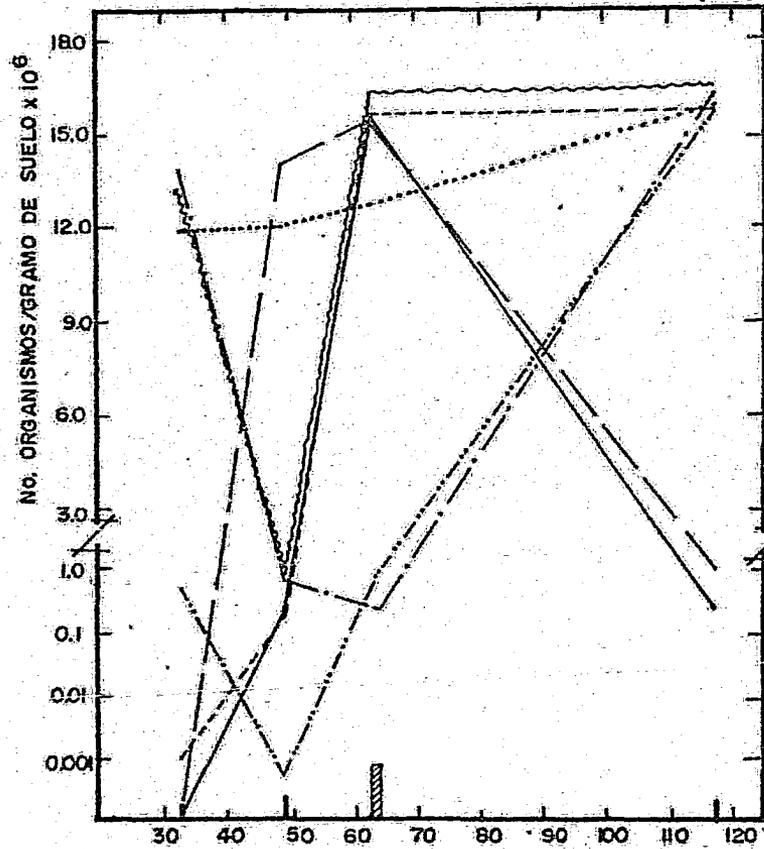
## 10.2. TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~~~~~ P-5	..... T-5
- - - P-15	— T-4	
— P-6	— T-3	

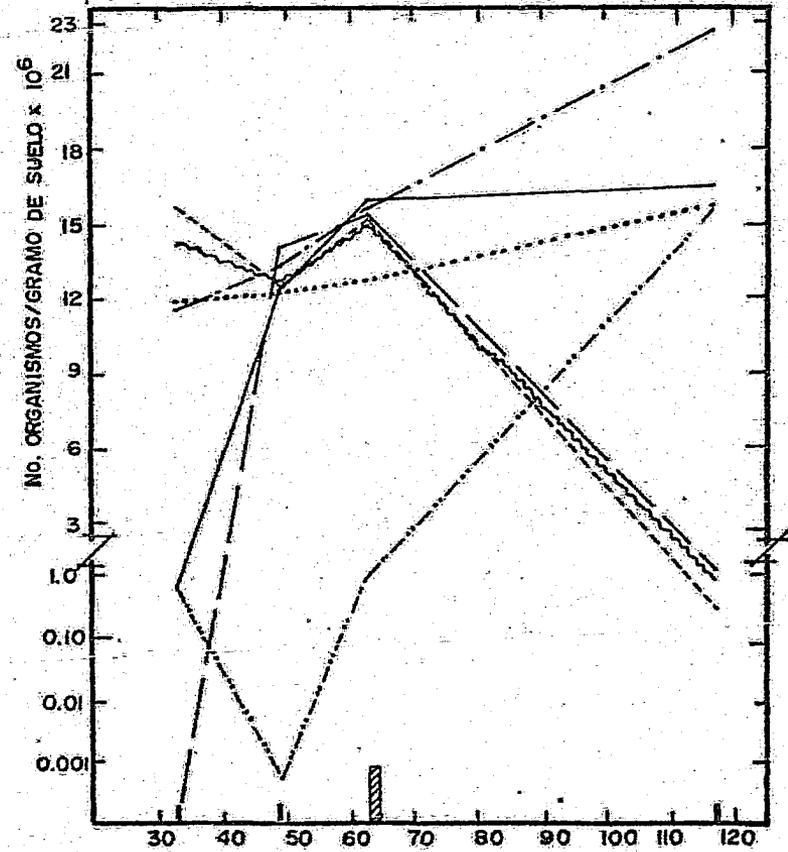
# GRAFICAS II.1 y II.2.-- RABANO: DET. NITROSOMONAS

## II.1. TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~~~~ N-2	— MUESTREO
- - - N-20	— T-2	▨ MUESTREO Y COSECHA
— N-8	- · - · T-3	
	····· T-5	

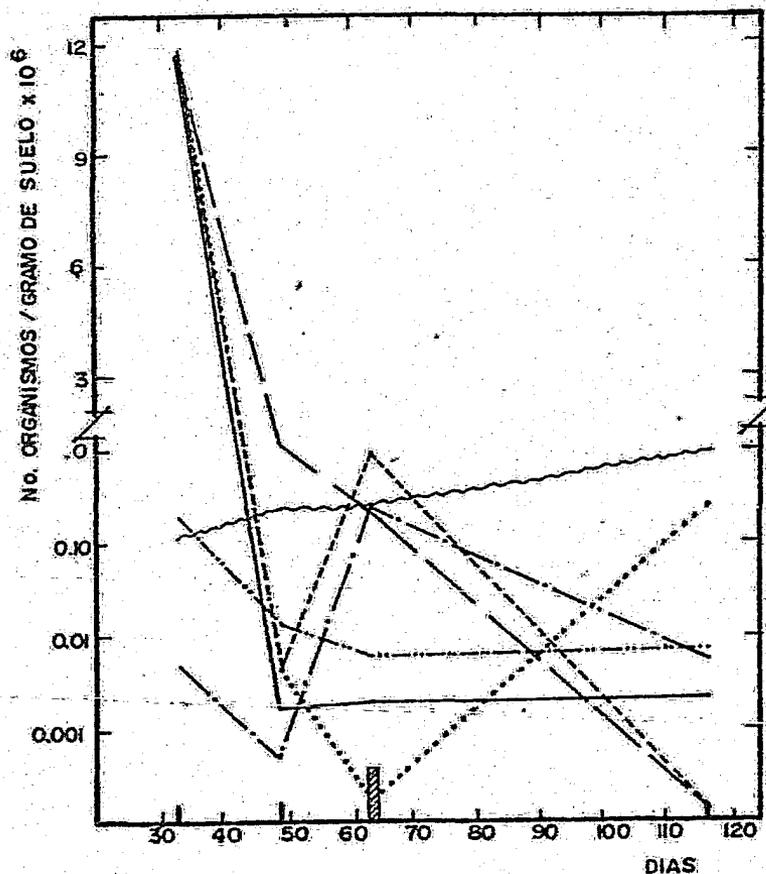
## II.2. TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~~~~ P-1.5	
- - - P-15	— T-4	····· T-5
— P-6	- · - · T-3	

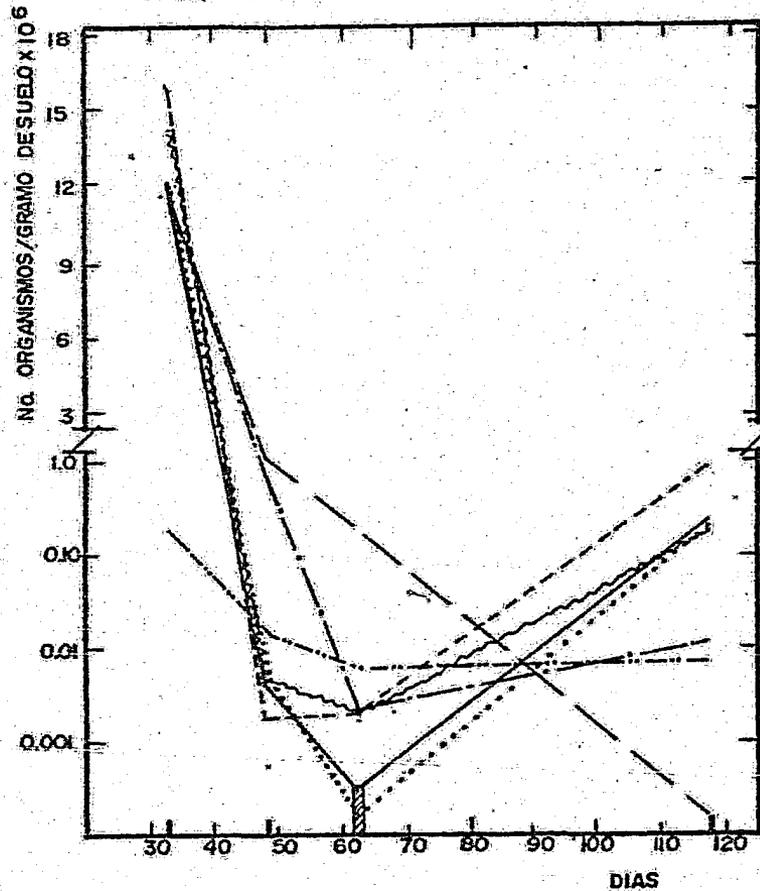
# GRAFICAS 12.1 y 12.2 RABANO : DET. NITROBACTER

## 12.1.- TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~ N-2	— MUESTRO
- - - N-20	- - - T-2	▨ MUESTRO Y COSECHA
— N-8	- · - · - T-3	
	· · · · · T-5	

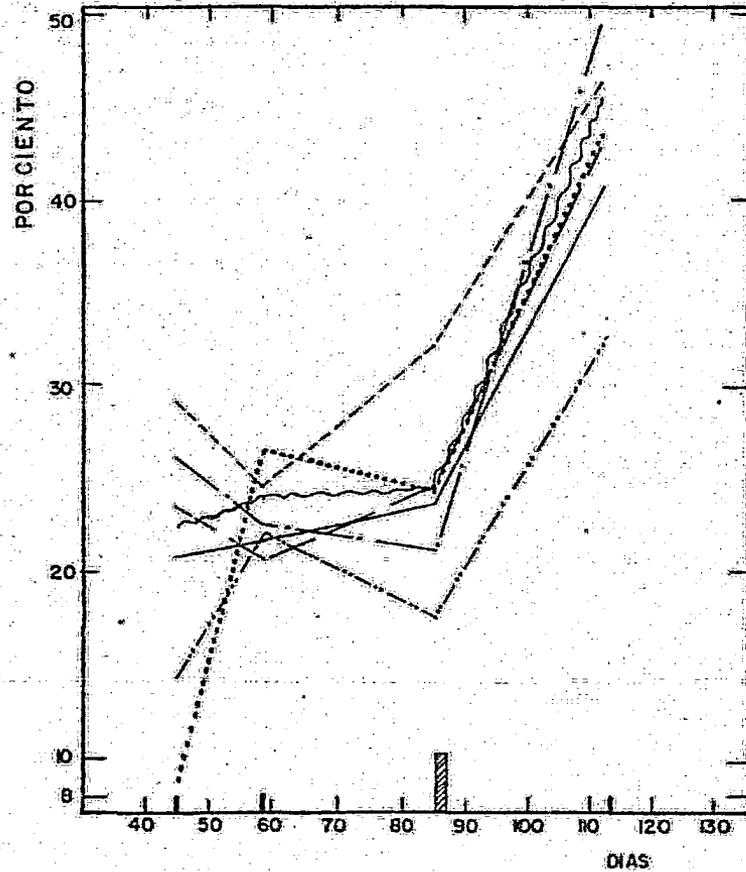
## 12.2.- TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~ P-15	· · · · · T-5
- - - P-15	- - - T-4	- · - · - T-3
— P-6		

# GRAFICAS 13.1 y 13.2. LECHUGA: DET. % HUMEDAD TOTAL

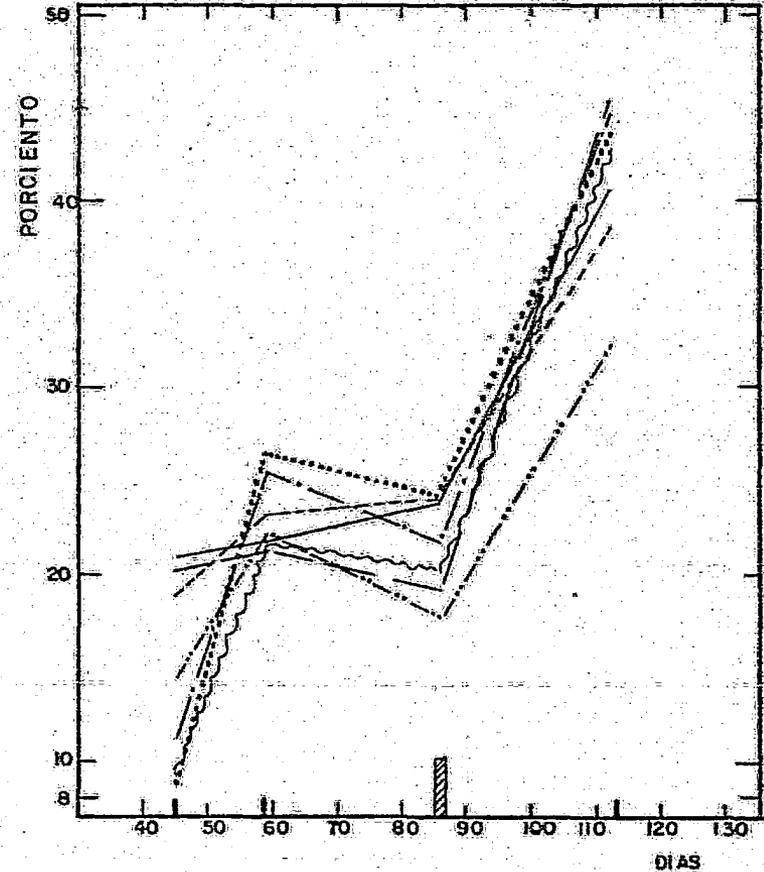
## 13.1. TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~~~~~ N-3	..... T-5
- - - N-30	— T-2	
— N-12	- - - T-3	

— MUESTREO  
 ▨ MUESTREO Y COSECHA

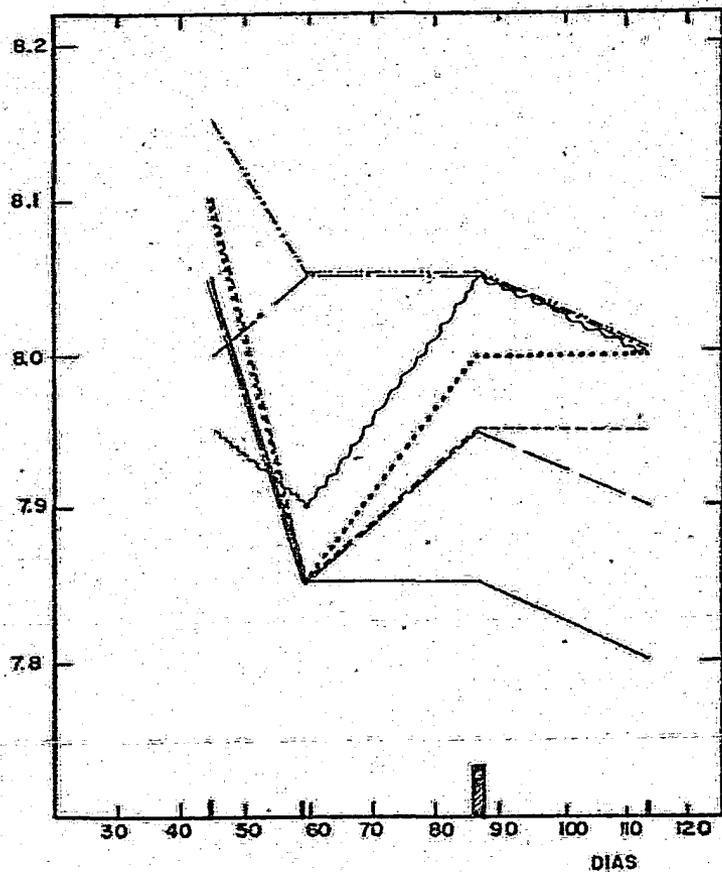
## 13.2. TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~~~~~ P-2	..... T-5
- - - P-20	— T-4	
— P-8	- - - T-3	

# GRAFICAS 14.1 y 14.2.. LECHUGA : DET. pH

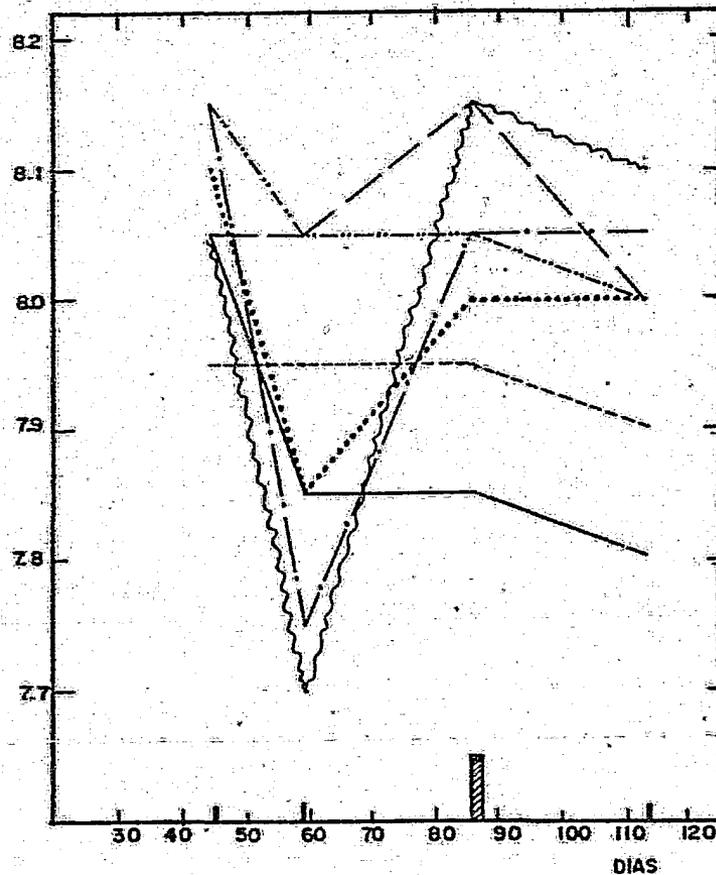
## 14.1. TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



T-1    N-30  
 N-30    T-2    T-5  
 N-12    T-3

MUESTRO  
 MUESTRO Y  
 COSECHA

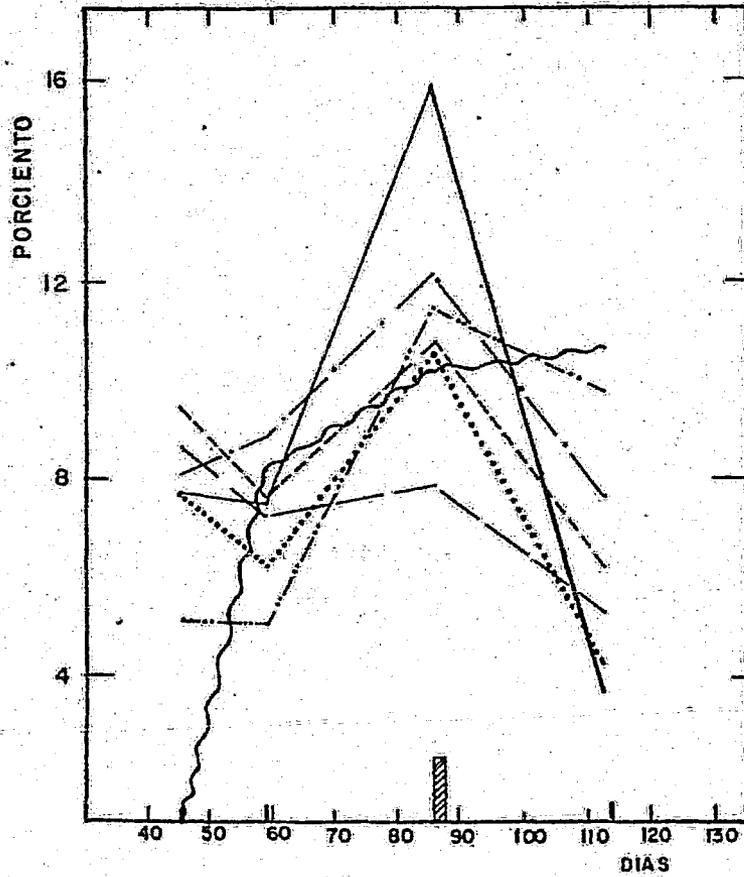
## 14.2. TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



T-1    P-20    T-4    T-5  
 P-20    T-4    T-5  
 P-8    T-3

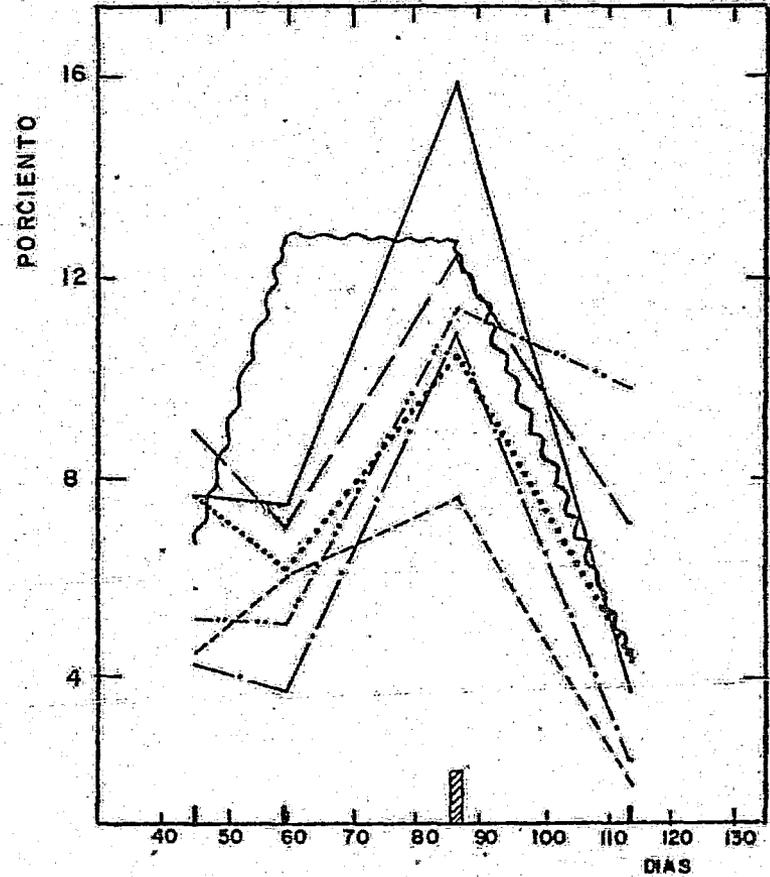
# GRAFICAS 15.1 y 15.2... LECHUGA : DET. MATERIA ORGANICA

## 15.1.-TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1    ~~~~~ N-3  
 - - - N-30    - - - T-2    ..... T-5  
 - · - N-12    - · - T-3  
 ▨ MUESTREO COSECHA

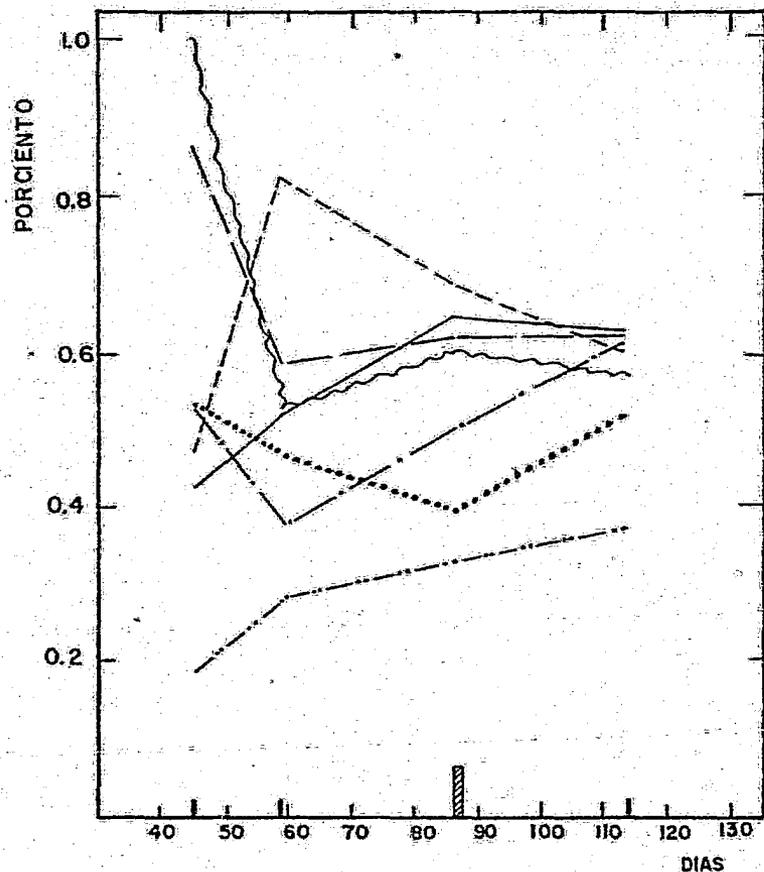
## 15.2.-TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1    ~~~~~ P-2  
 - - - P-20    - - - T-4    ..... T-5  
 - · - P-8    - · - T-3

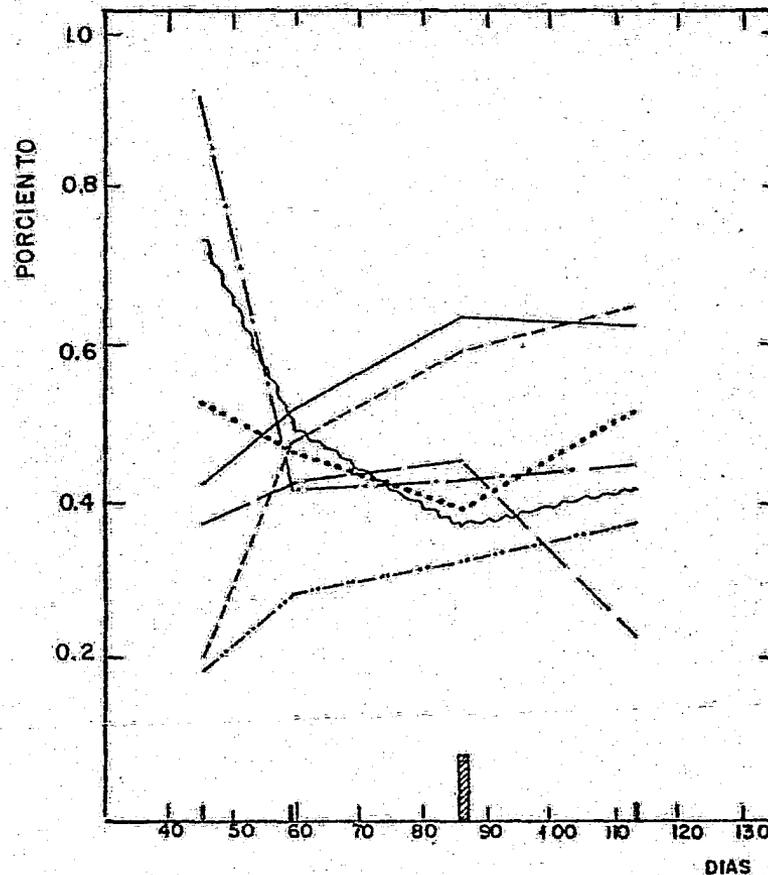
# GRAFICAS 16.1 y 16.2... LECHUGA: DET. NITROGENO TOTAL

## 16.1...TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1      ~~~~~ N-3  
 - - - N-30    — T-2      ..... T-5  
 — N-12    - - - T-3  
 — MUESTREO  
 ▨ MUESTREO Y COSECHA

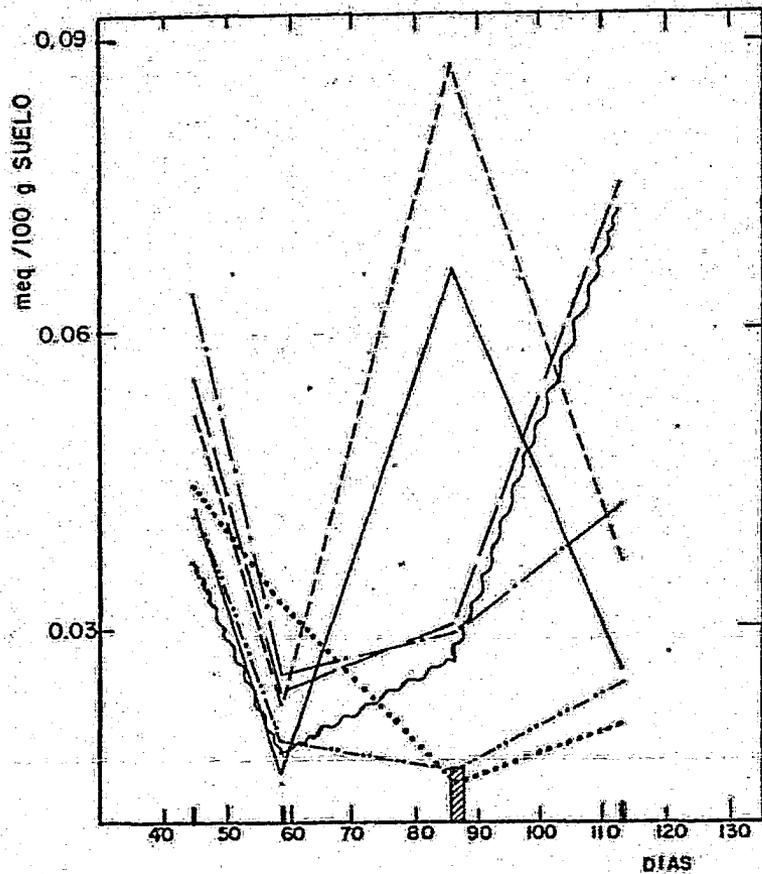
## 16.2...TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1      ~~~~~ P-2  
 - - - P-20    — T-4      ..... T-5  
 — P-8      - - - T-3

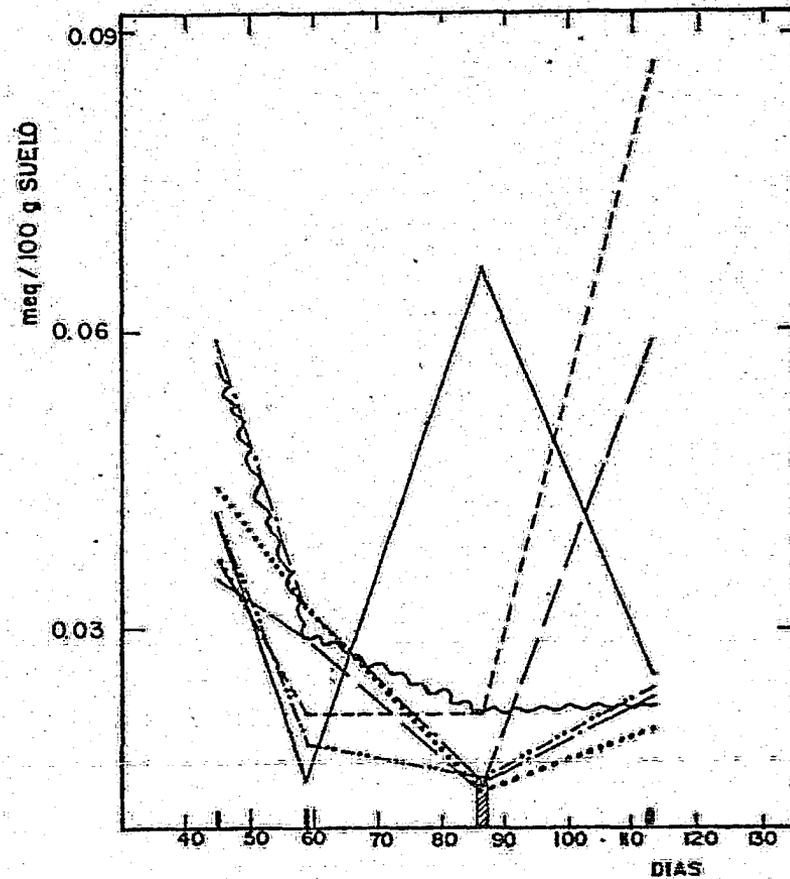
# GRAFICAS 17.1 y 17.2.- LECHUGA : DET. NITROGENO SOLUBLE (AMONIO)

17.1.-TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~~~~~ N-3	— MUESTRO
- - - N-30	— T-2	▨ MUESTRO Y COSECHA
— N-12	- · - · - T-3	
	····· T-5	

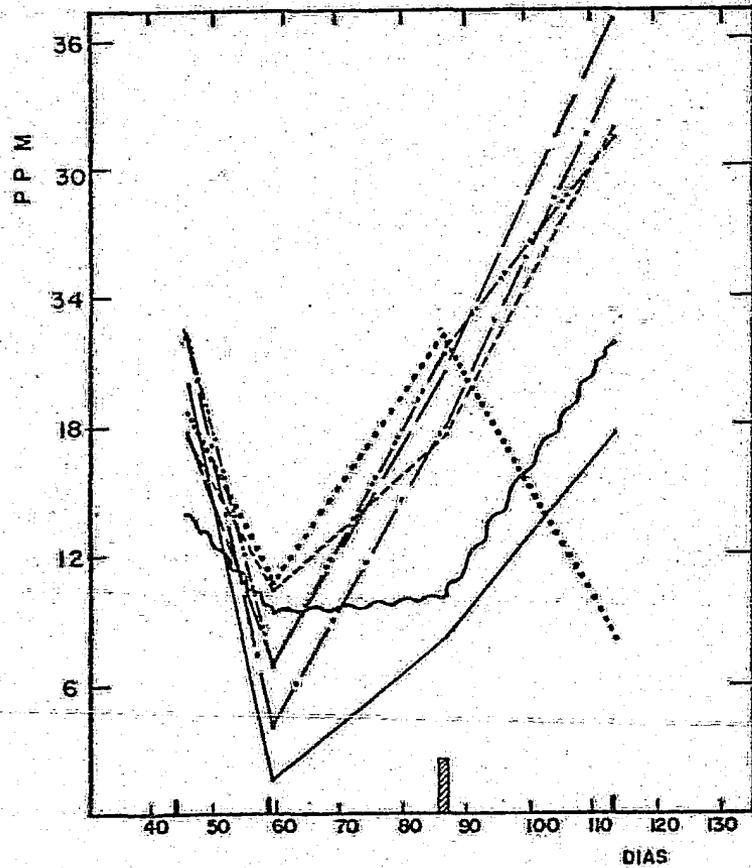
17.2.-TRAT VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~~~~~ P-2	— MUESTRO
- - - P-20	— T-4	▨ MUESTRO Y COSECHA
— P-8	- · - · - T-3	
	····· T-5	

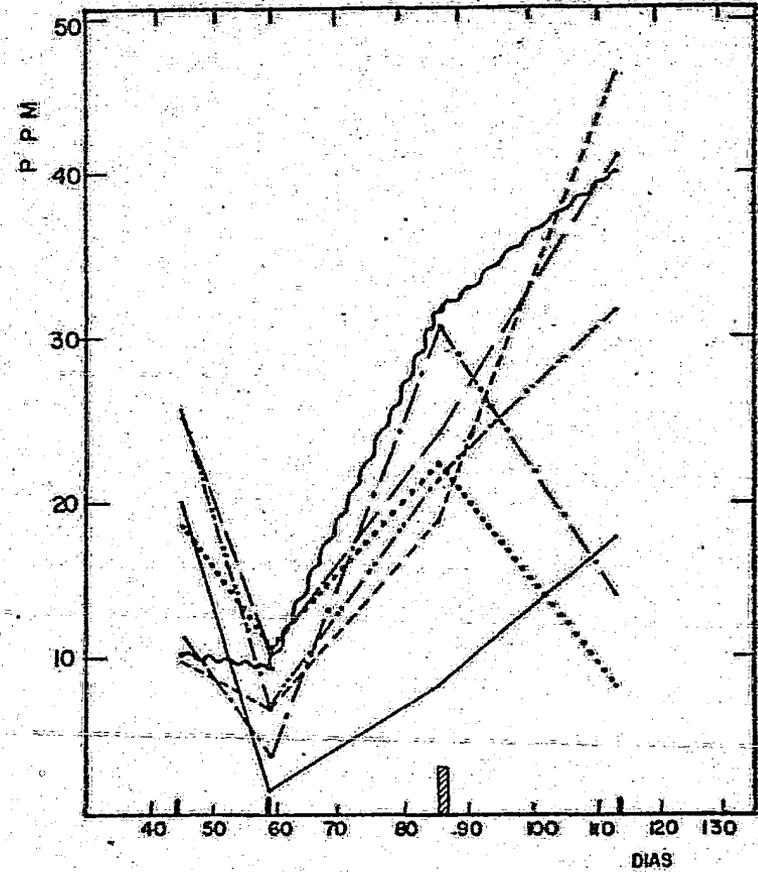
# GRAFICAS 18.1 y 18.2.- LECHUGA : DET. FOSFORO

## 18.1.-TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~~~~~ N-3	— MUESTREO
- - - N-30	- - - T-2	▨ MUESTREO Y COSECHA
- - - N-12	- - - T-3	
	..... T-5	

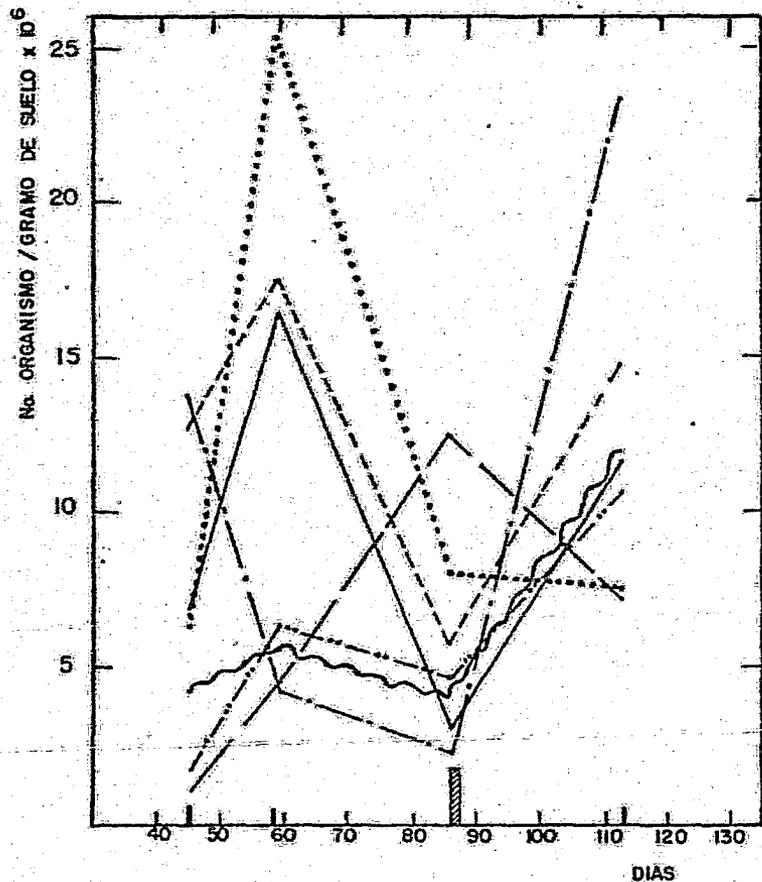
## 18.2.-TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~~~~~ P-2	..... T-5
- - - P-20	- - - T-4	
- - - P-8	- - - T-3	

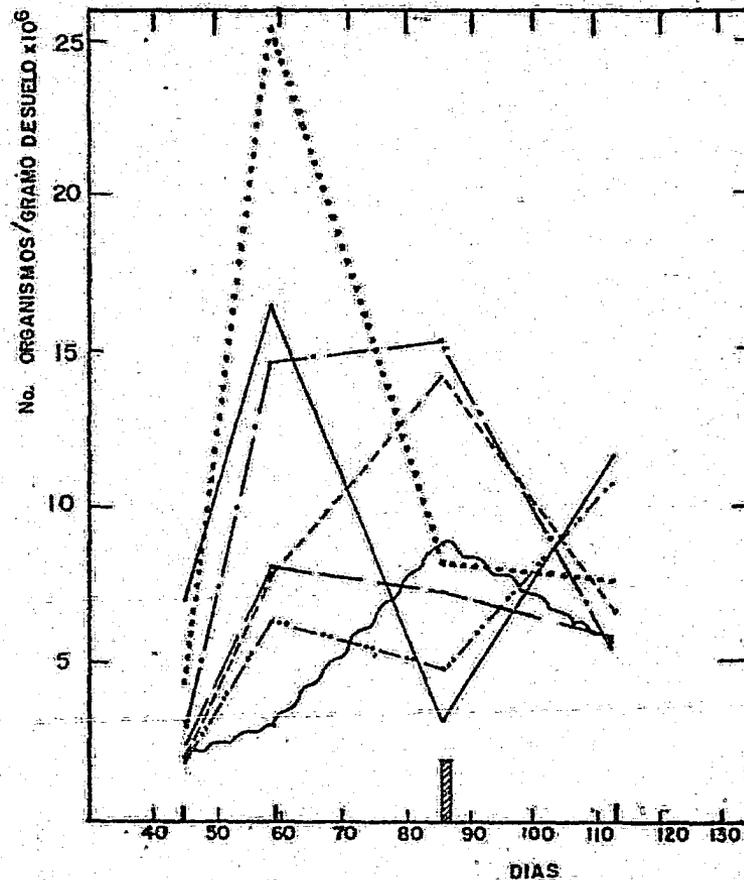
# GRAFICAS 19.1y 19.2. — LECHUGA: DET. BACTERIAS

## 19.1. TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~ N-3	— MUESTRO
- - - N-30	- . - T-2	▨ MUESTRO Y COSECHA
— N-12	- - - T-3	
	..... T-5	

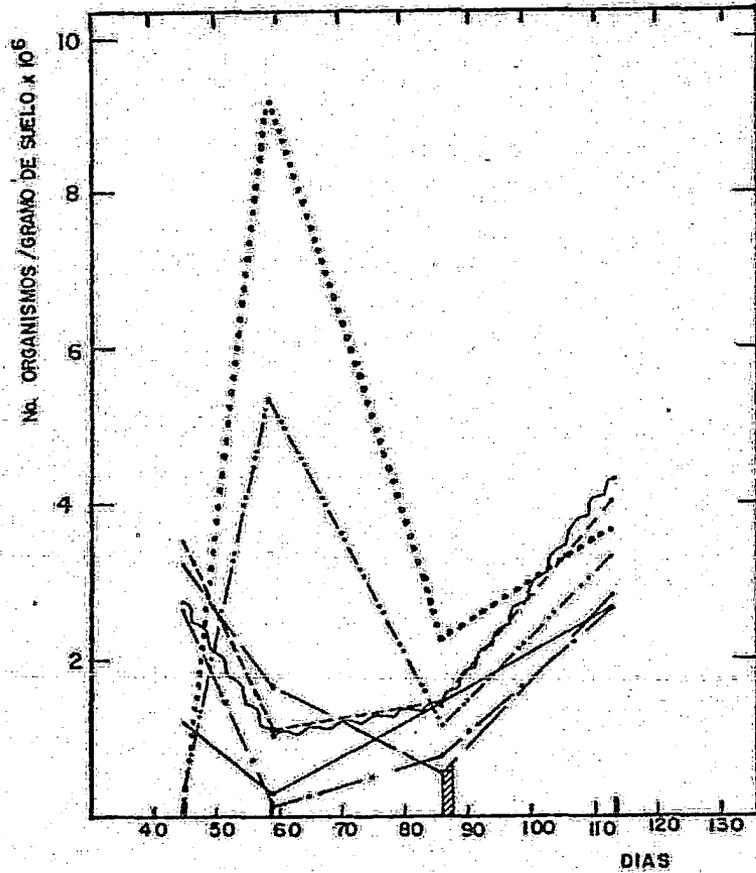
## 19.2. TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~ P-2	..... T-5
- - - P-20	- . - T-4	
— P-8	- - - T-3	

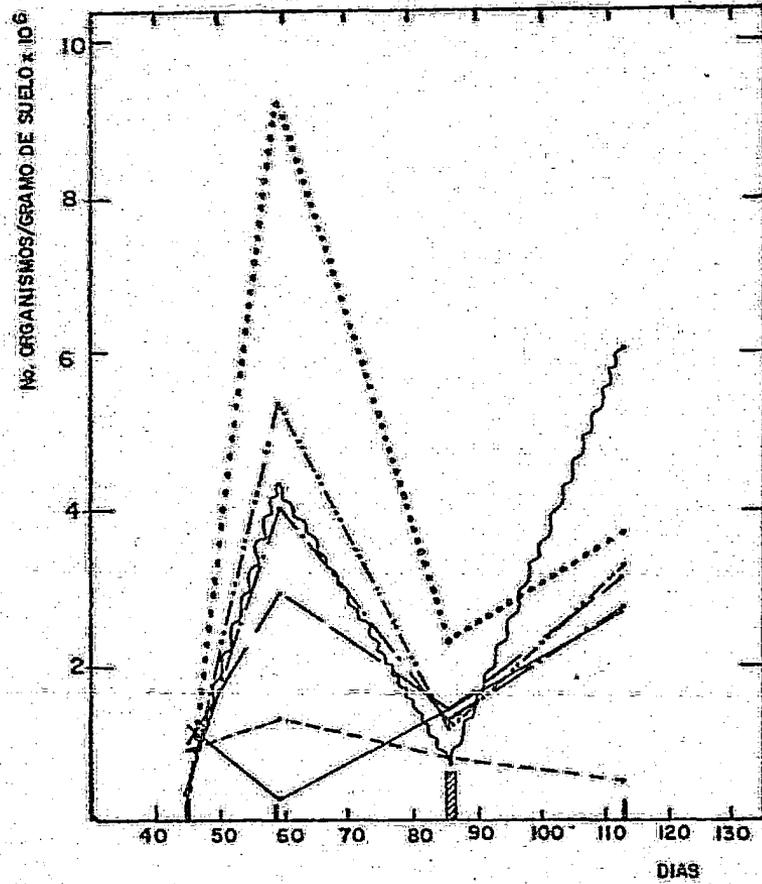
# GRAFICAS 20.1 y 20.2.. LECHUGA : DET. ACTINOMICETOS

## 20.1.- TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1    ~~~~~ N-3  
 - - - N-30    — T-2    ..... T-5  
 — N-12    - - - T-3  
 — MUESTREO  
 ▨ MUESTREO Y COSECHA

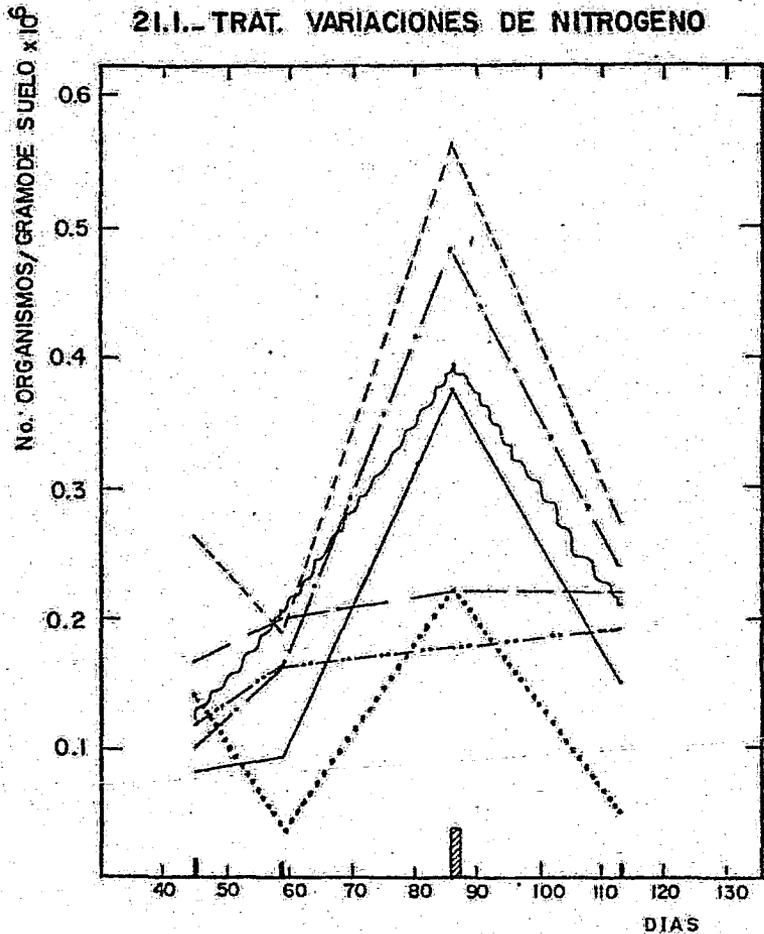
## 20.2.- TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1    ~~~~~ P-2  
 - - - P-20    — T-4    ..... T-5  
 — P-8    - - - T-3

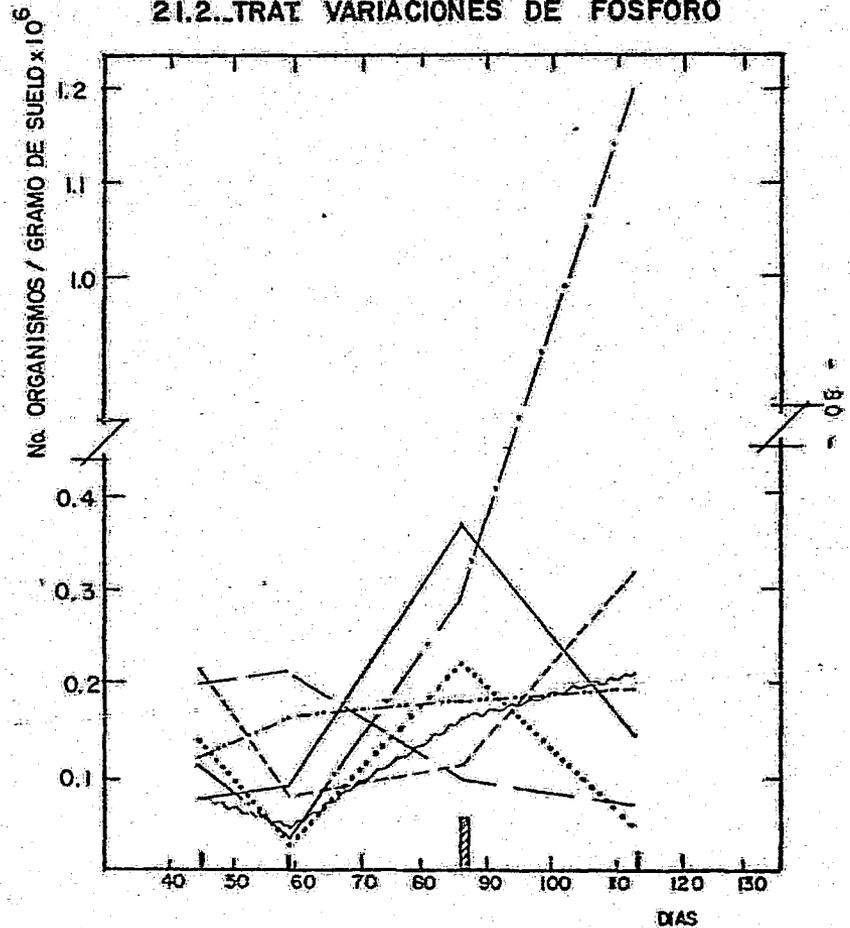
# GRAFICAS 21.1 y 21.2. LECHUGA : DET. HONGOS

## 21.1.- TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1      ~~~~~ N-3  
 - - - N-30    - - - T-2      ..... T-5  
 - · - N-12    - · - T-3  
 ▨ MUESTREO Y COSECHA

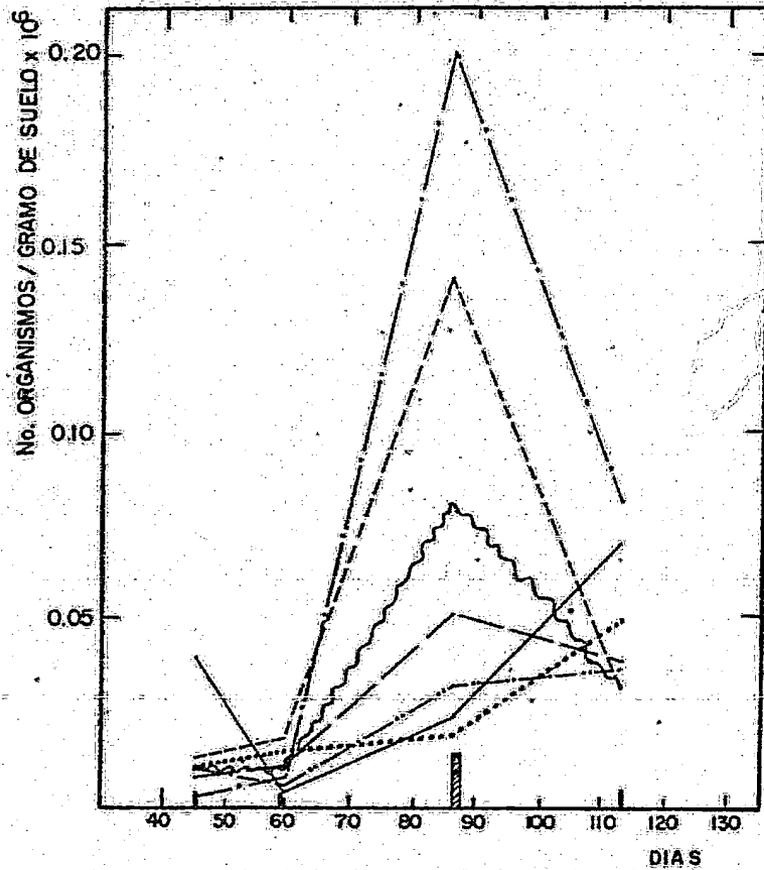
## 21.2.- TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1      ~~~~~ P-2  
 - - - P-20    - - - T-4      ..... T-5  
 - · - P-8      - · - T-3

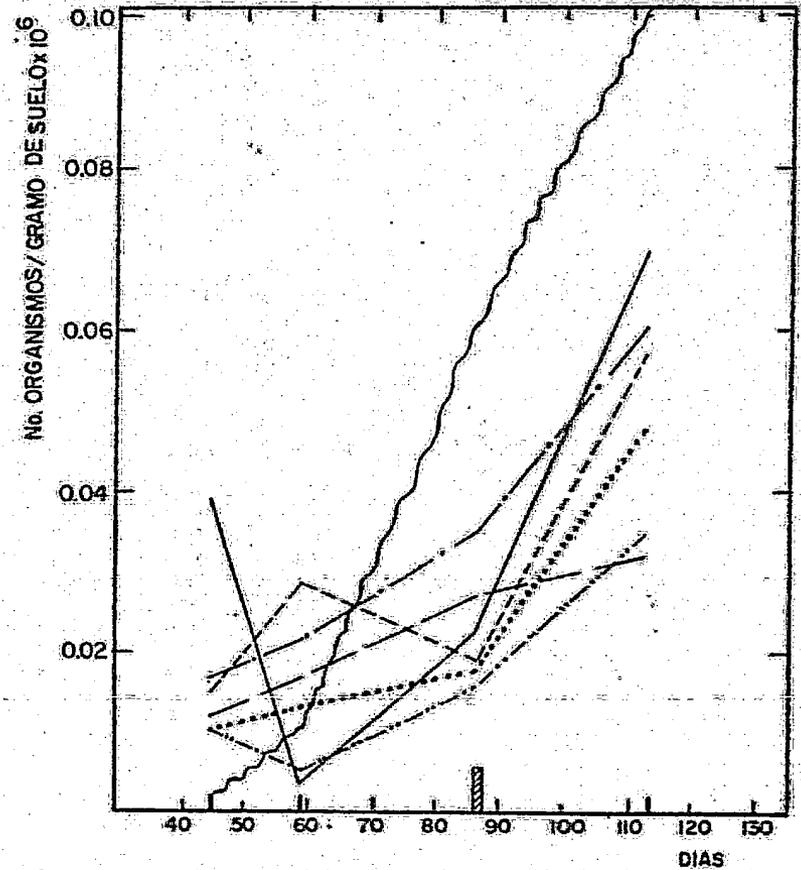
# GRAFICAS 22.1 y 22.2. LECHUGA: DET. AZOTOBACTER

## 22.1. TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~ N-3	— MUESTREO
- - - N-30	— T-2	▨ MUESTREO Y
- - - N-12	- - - T-3	
	..... T-5	

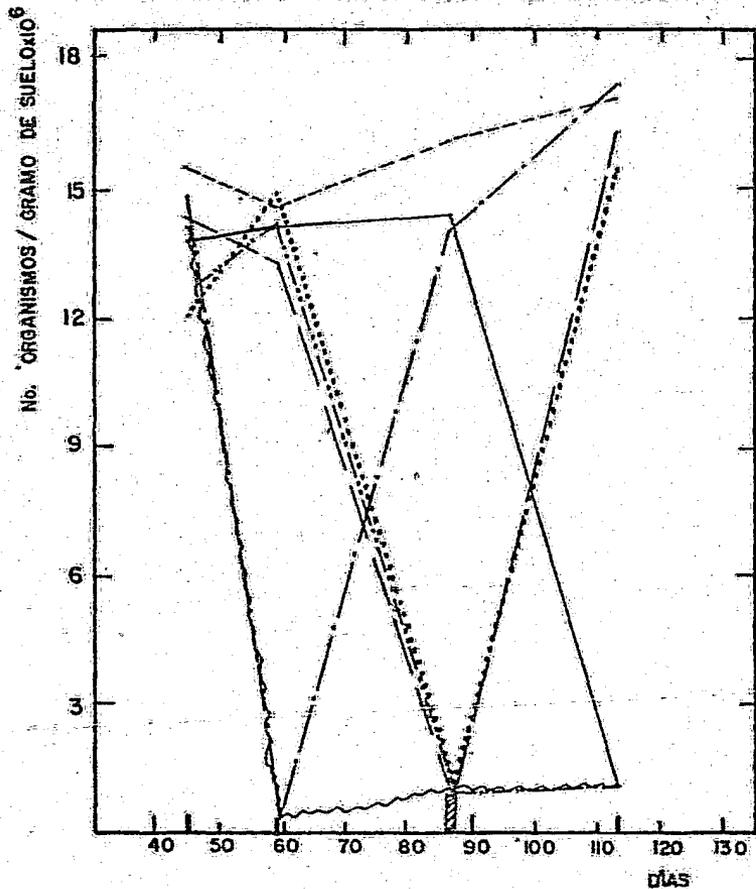
## 22.2. TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-	~ P-2	
- - - P-20	— T-4	..... T-5
- - - P-8	- - - T-3	

# GRAFICAS 23.1 y 23.2. LECHUGA: DET NITROSOMONAS

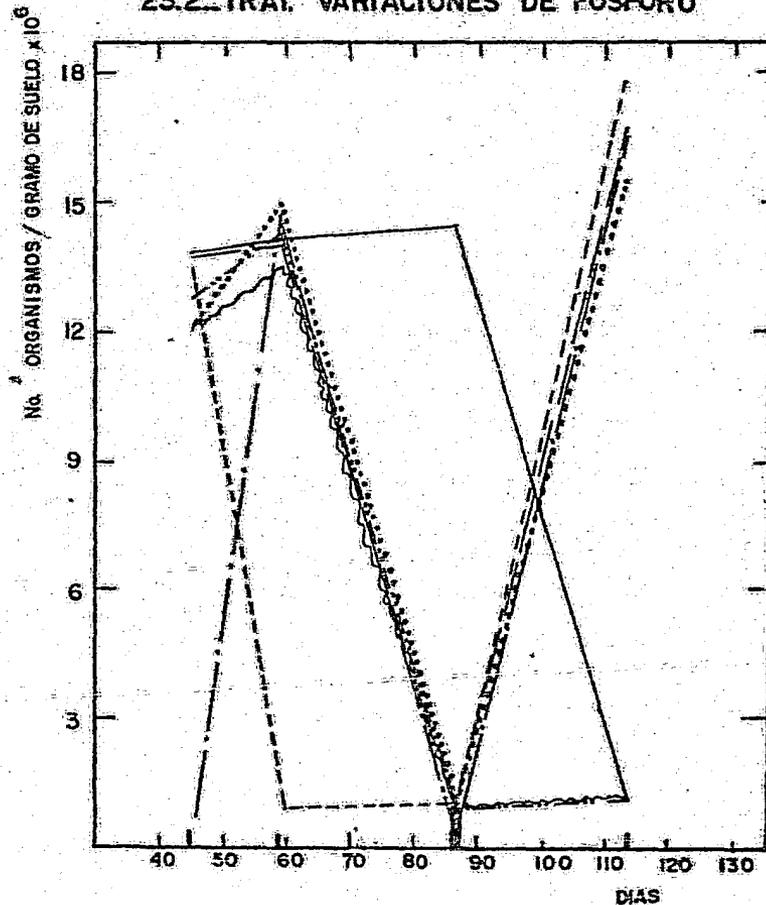
## 23.1. TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~ N-3
- - - N-30	- · - T-2
- · - N-12	· · · T-5
	- · - T-3

— MUESTREO  
 ▨ MUESTREO COSECHA

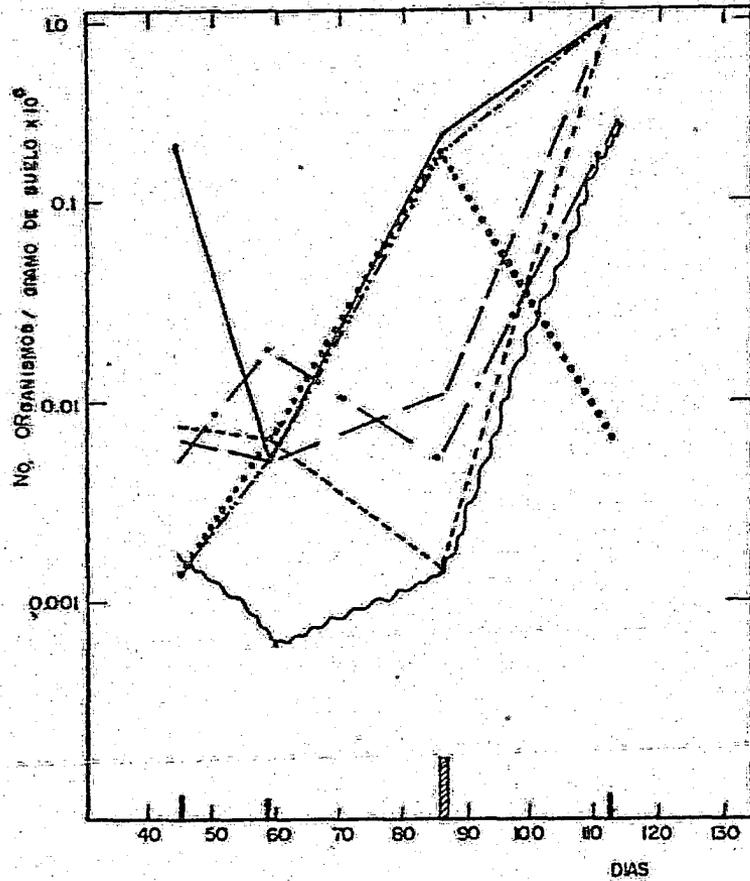
## 23.2. TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



— T-1	~ P-2
- - - P-20	- · - T-4
- · - P-8	· · · T-5
	- · - T-3

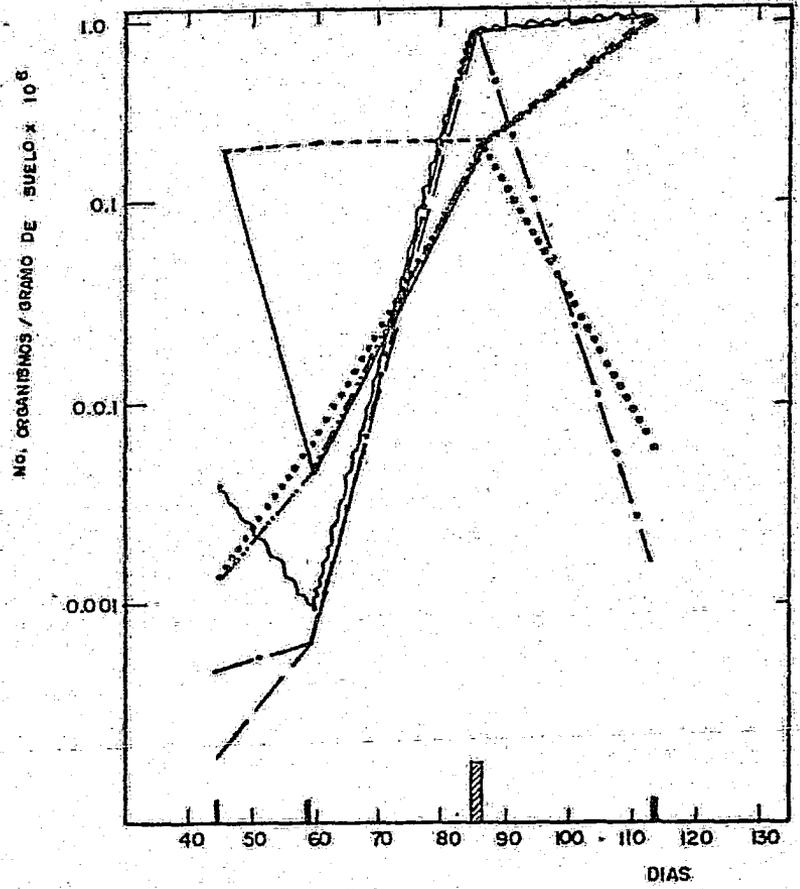
# GRAFICAS 24.1 y 24.2. LECHUGA: DET. NITROBACTER

## 24.1. TRAT. VARIACIONES DE NITROGENO



— T-1	~ N-3	..... T-5
- - - N-30	— T-2	..... T-3
— N-12	..... T-3	

## 24.2. TRAT. VARIACIONES DE FOSFORO



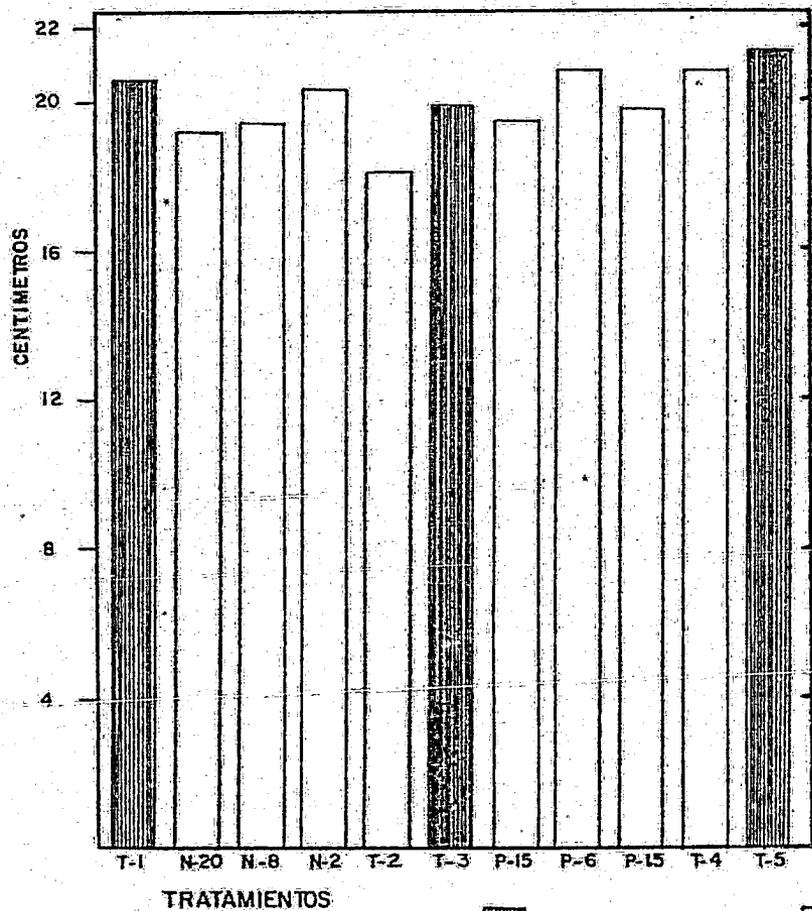
— T-1	~ P-2	..... T-5
- - - P-20	— T-4	..... T-3
— P-8	..... T-3	

— MUESTREO

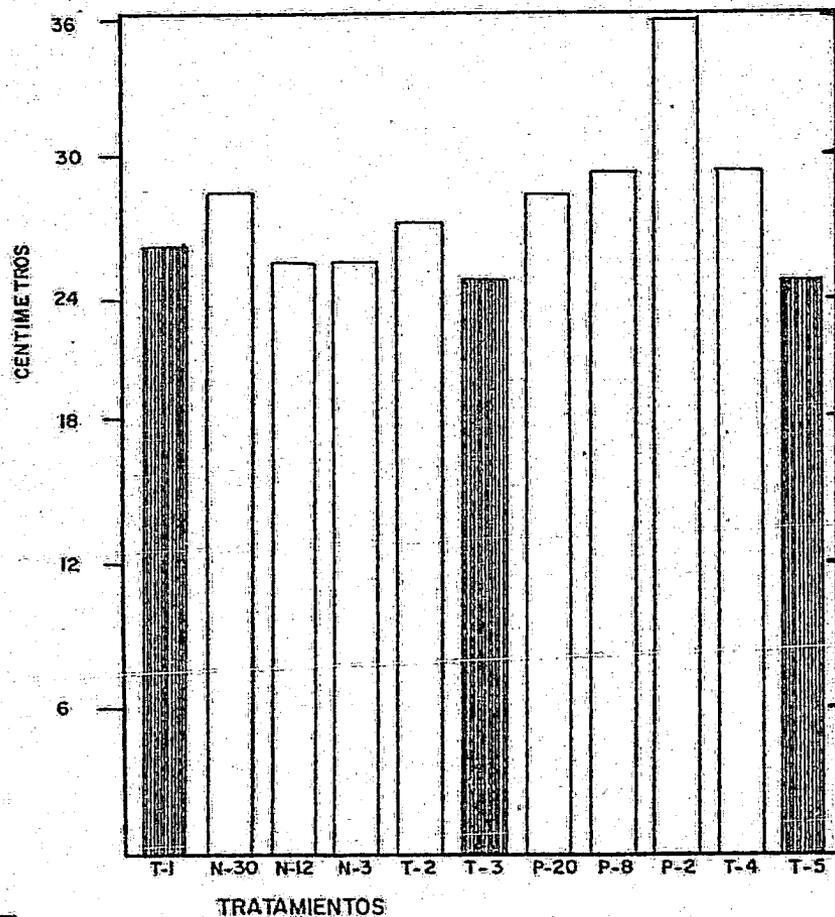
▨ MUESTREO Y COSECHA.

# ANALISIS A LAS PLANTAS : ALTURA TOTAL

**GRAFICA 25. RABANO**



**GRAFICA 26. LECHUGA**

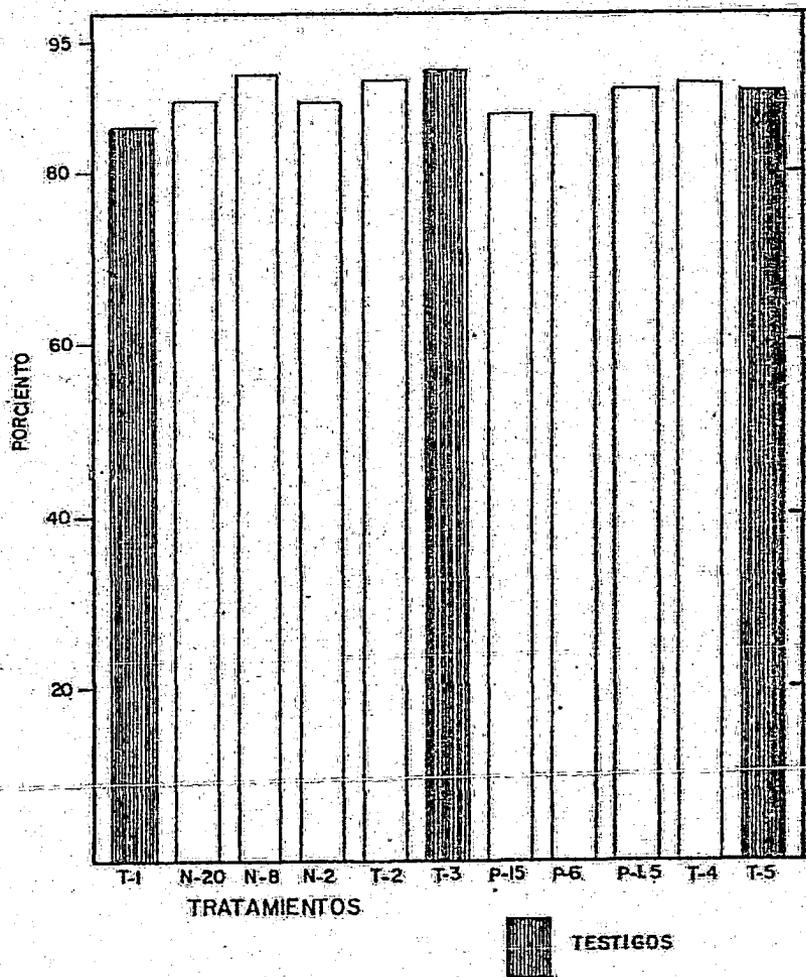


TESTIGOS

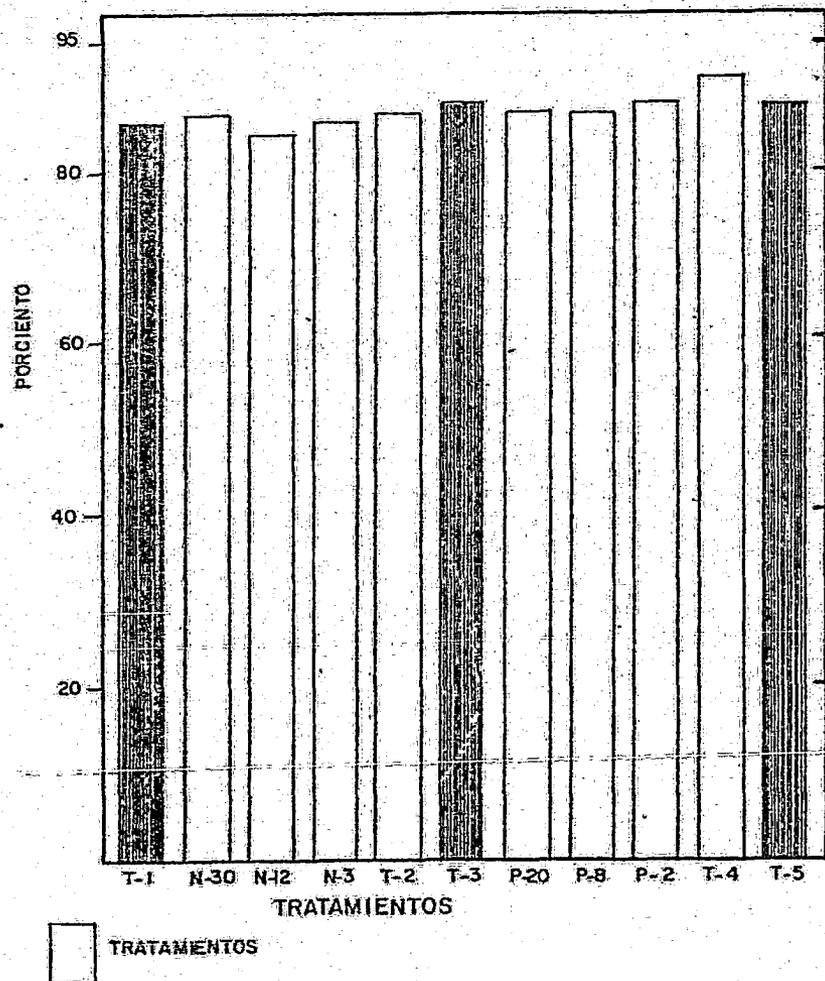
TRATAMIENTOS

# ANALISIS A LAS PLANTAS : % PESO HUMEDO

GRAFICA 27. RABANO

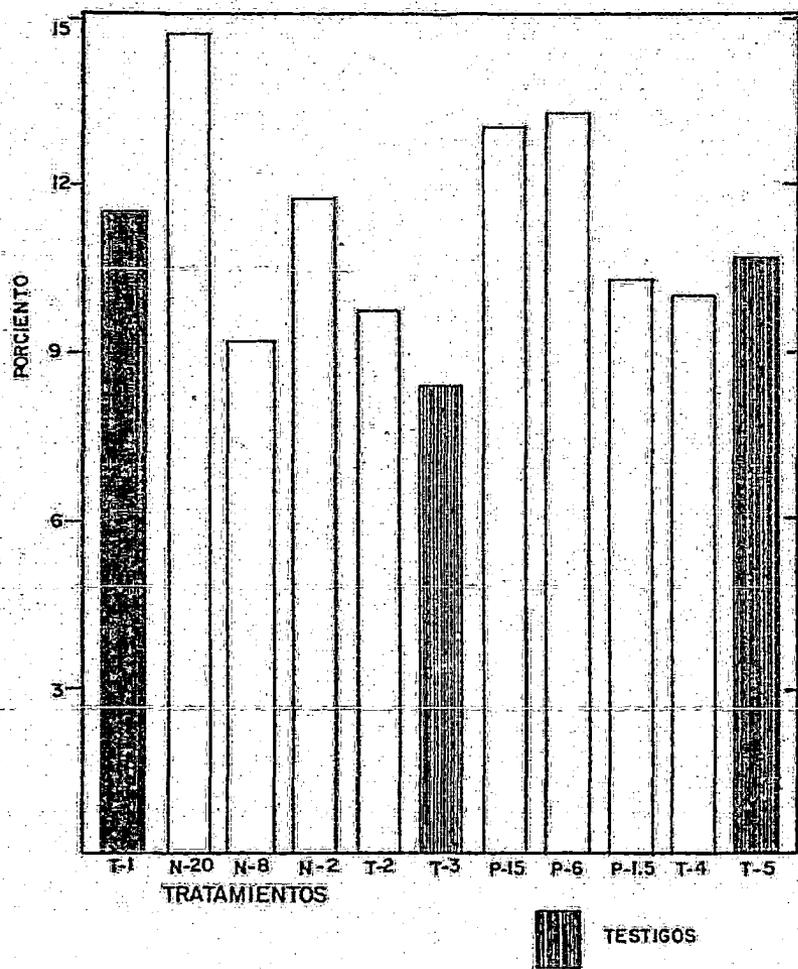


GRAFICA 28. LECHUGA

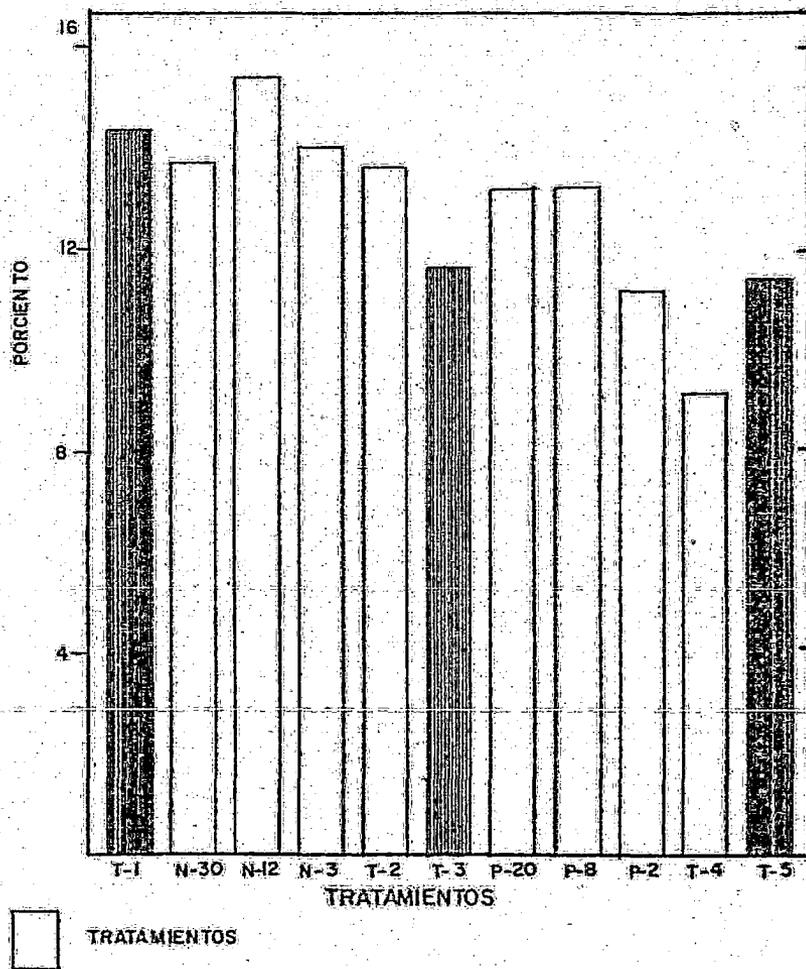


# ANALISIS A LAS PLANTAS : % PESO SECO

GRAFICA 29.- RABANO

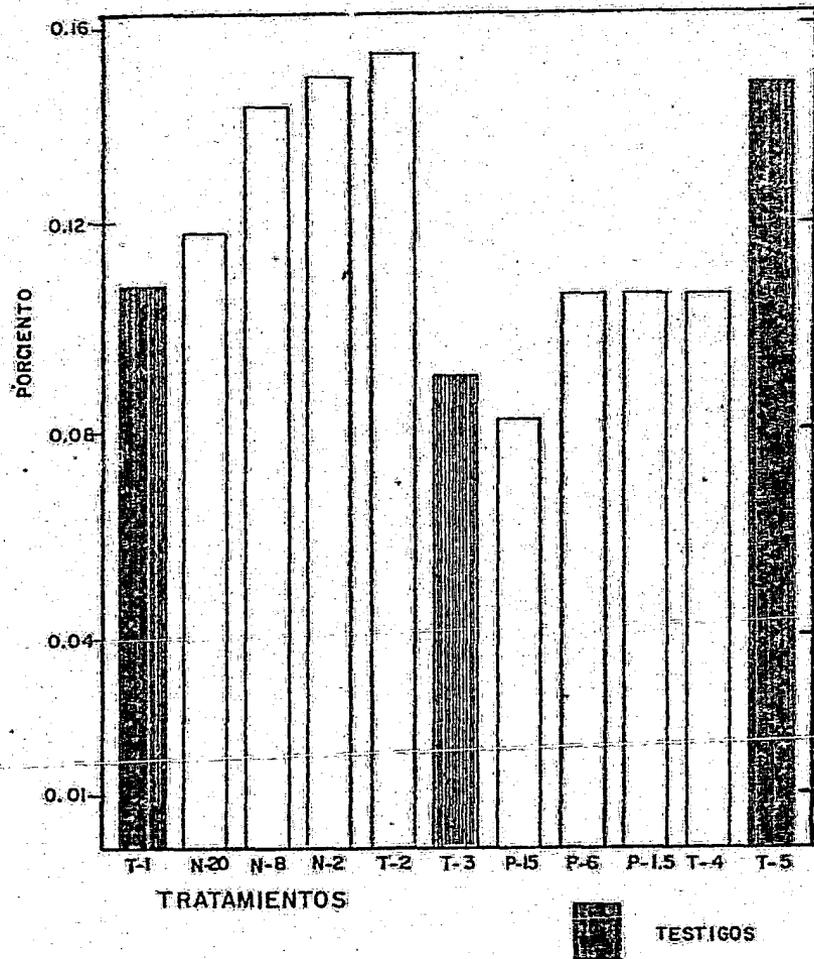


GRAFICA 30.- L E C H U G A

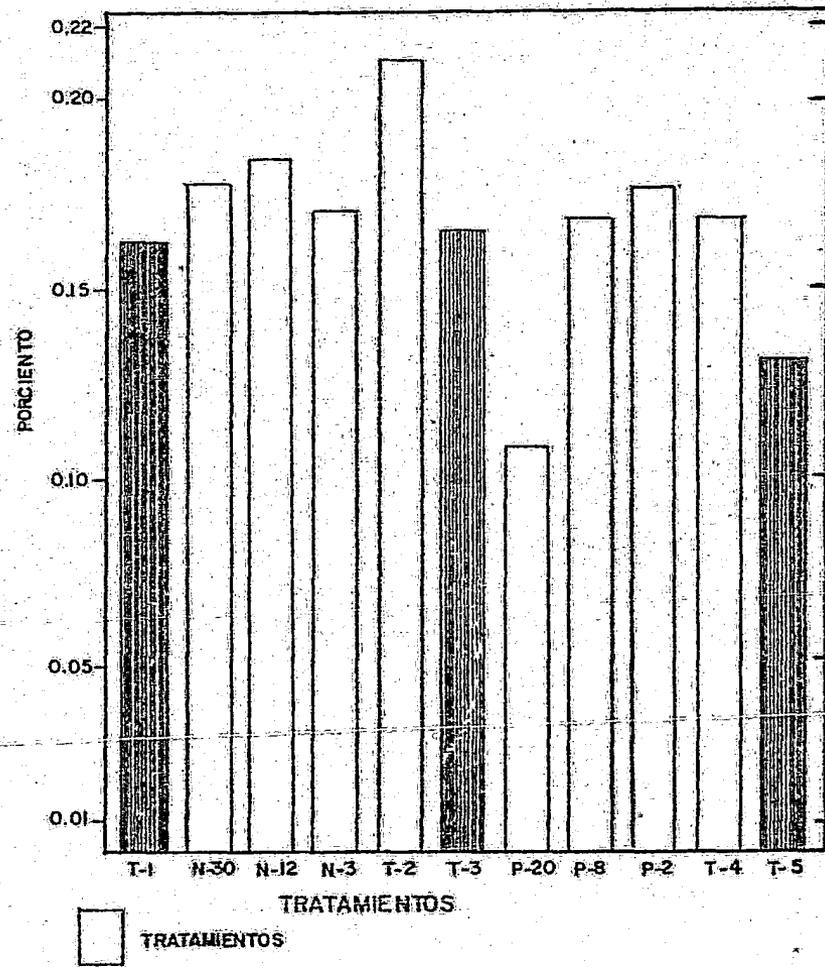


# ANALISIS A LAS PLANTAS: % PROTEINA

GRAFICA 31. - RABANO

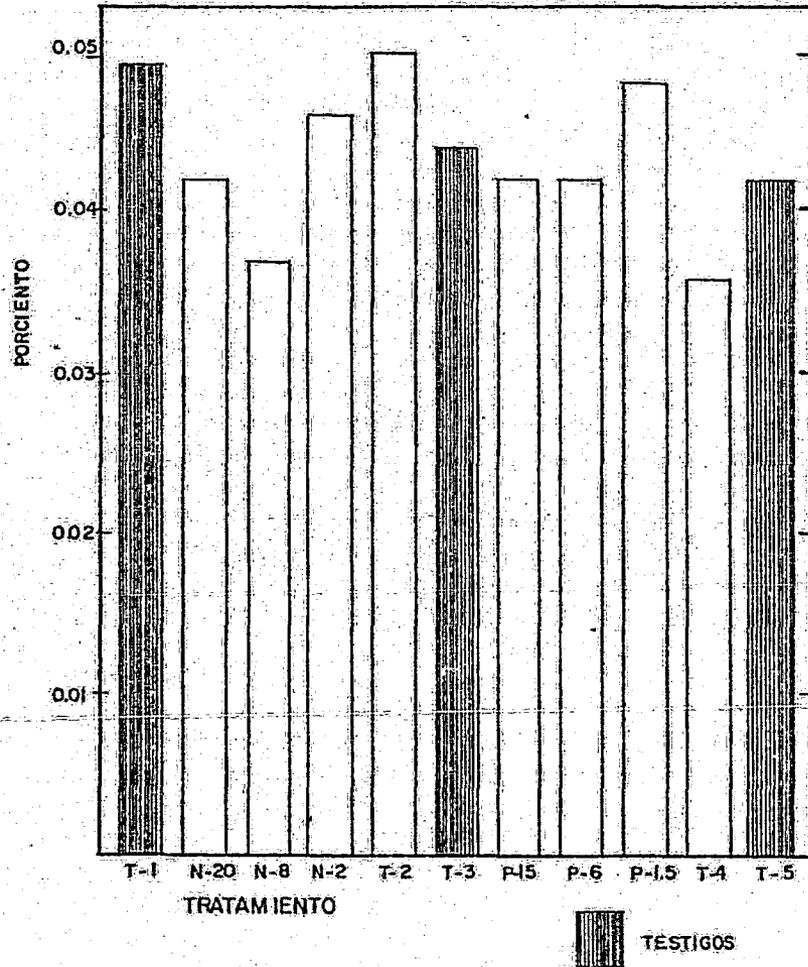


GRAFICA 32. - LECHUGA

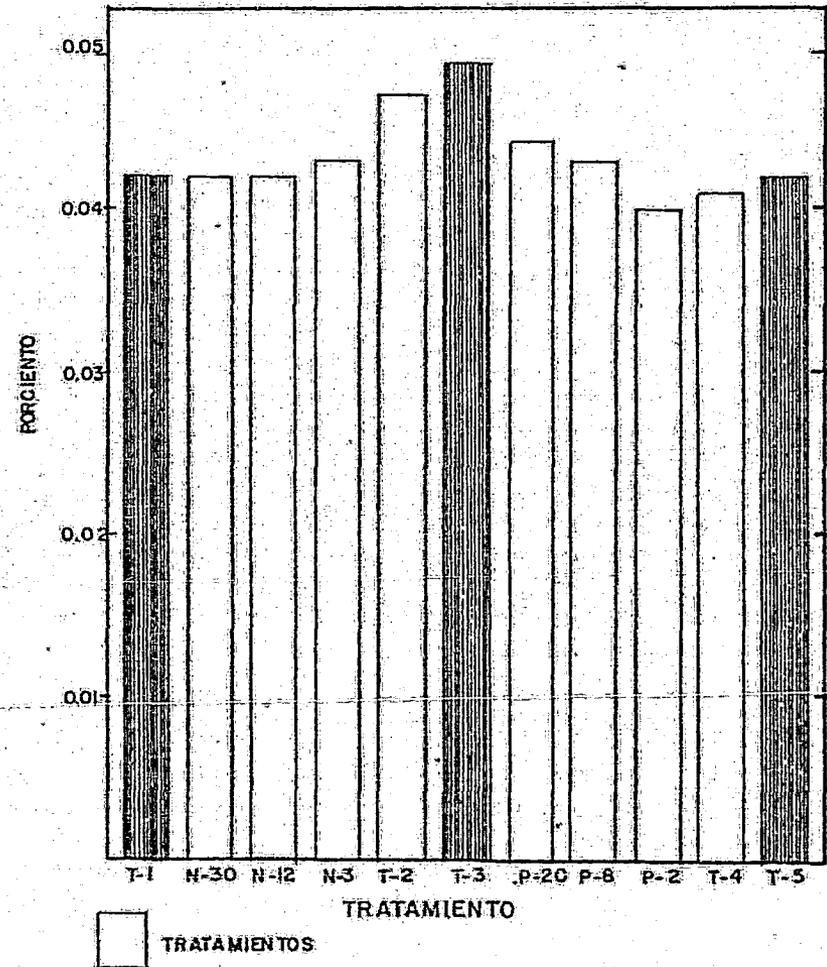


# ANALISIS A LAS PLANTAS : % FOSFORO

GRAFICA 33.- R A B A N O



GRAFICA 34.- L E C H U G A



**CAPITULO V**

**DISCUSION DE LOS RESULTADOS**

1) DISCUSION DE LOS RESULTADOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS AL SUELO DURANTE EL EXPERIMENTO.

RABANO.-

Humedad Total.-

Conforme avanzó el experimento, el porcentaje de humedad se incrementó, sobretodo en los últimos días, debido quizá a las lluvias que se presentaron en ese periodo. Como se puede observar en las gráficas 1.1 y 1.2, el máximo de humedad lo obtuvieron los tratamientos N-2 y T-4, con un 52.3 y 52.0 porciento, respectivamente. El valor más bajo correspondió al tratamiento T-3 (suelo solo) con un 28.5 porciento. Los demás tratamientos fluctuaron en un intervalo de 30 a 49 porciento.

pH.-

Hubo un descenso de pH en todos los tratamientos, hasta el tercer muestreo (cosecha de las plantas), siendo más notorio en los tratamientos en los que se hicieron variaciones de fósforo. El tratamiento P-15 fue el que más descendió, llegando a tener un valor de 7.35. En forma general, durante todo el experimento predominó un medio ligeramente alcalino (gráfica 2.1 y 2.2) ya que todos los tratamientos se mantuvieron en un rango de pH de 7.65-8.15.

Materia Orgánica.-

Se observaron valores bajos en los primeros 50 días del experimento, pero a partir de la cosecha aumentó, princi-

palmente en los tratamientos N-20, N-8 y T-4 (gráficas 3.1 y 3.2) en los que se tuvieron valores de 16.1, 16.8 y 26.2 por ciento, respectivamente.

Entre el tercer y cuarto muestreo, los tratamientos T-1, N-2 y P-1.5, disminuyeron notablemente su porcentaje, - siendo el tratamiento T-1, el más bajo, con 2.6 por ciento.

#### Nitrógeno Total.-

De acuerdo a la gráfica 4.1, se observaron diferentes variaciones del porcentaje de nitrógeno en el tiempo de desarrollo de las plantas, manteniéndose hacia el final en un rango de 0.3-0.6 por ciento.

Los tratamientos P-15 y P-6 (gráfica 4.2) presentaron un incremento muy grande con respecto a los demás tratamientos, entre el segundo y tercer muestreo, con un 0.87 y 0.81 por ciento, respectivamente; al final, quedaron dentro del rango de los demás tratamientos.

El tratamiento T-1 se mantuvo con valores muy por debajo de los demás, su máximo valor fue al final con 0.44 por ciento.

#### Nitrógeno soluble.(Amonio).-

En todos los tratamientos se manifiesta un descenso muy marcado hasta el tercer muestreo, a partir del cual se mantienen en un intervalo de 0.01-0.04 meq/100g. de suelo. - (gráficas 5.1 y 5.2).

Fósforo.-

Como se puede observar en las gráficas 6.1 y 6.2, - hubo un descenso al principio, pero a partir de la cosecha, se manifestó un aumento, siendo mayor y más notorio en los - tratamientos T-2, T-3, T-4 y T-5, correspondiendo al trata- - miento T-4 el máximo, con 51.0 ppm.

Bacterias.-

Se observaron muchas variaciones en los niveles de población (gráficas 7.1 y 7.2) siendo los más altos los co- - rrespondientes a los tratamientos con variaciones de fósforo (15-30 millones de microorganismos), distinguiéndose una re- - lación inversa con su contenido de materia orgánica. Sólo en los casos de los tratamientos N-20 y N-8 se apreció una rela- - ción directa.

Existió una correlación entre la población bacteria - na y el nitrógeno total, siendo en una forma directa, en los - tratamientos P-15 y P-6, e inversa, en el tratamiento P-1.5.

El contenido de fósforo presentó una relación inver - sa en los tratamientos P-15, P-6 y T-3.

Actinomicetos.-

En las gráficas 8.1 y 8.2 se puede observar que la población fue mayor en los tratamientos con variaciones de - fósforo, en los que se tuvieron valores de 3.9 a 4.3 millones de microorganismos.

### Hongos.-

La población de hongos fue mayor, sobretodo en el tercer muestreo, en el caso de los tratamientos con variaciones de nitrógeno. Los valores más altos los tuvieron aquellos tratamientos en los que la proporción de nitrógeno fue menor, (gráfica 9.1) como el caso del tratamiento T-2, en el que se tuvieron 0.34 millones de microorganismos. Lo mismo sucedió en los tratamientos en los que se varió el fósforo (gráfica 9.2) hacia el final del experimento, ya que los tratamientos P-1.5 y T-4 llegaron a tener una población de 0.45 y 0.48 millones de microorganismos, respectivamente.

Con excepción del tratamiento P-1.5, el número de hongos varió directamente con el contenido de materia orgánica.

Se pudo observar una relación inversa de la población con el pH, así como con las poblaciones de bacterias y actinomicetos a esos pH.

### Azotobacter sp.-

La población no fue muy grande en niveles alcalinos (pH= 8.2) llegando a bajar hasta 0.003 millones en el caso del tratamiento T-5, manteniéndose en una buena proporción en un intervalo de pH de 7.75-8.0, ya que se tuvieron niveles de 0.030 a 0.14 millones de microorganismos.

En las gráficas 10.1 y 10.2 se puede observar que hubo relaciones proporcionales de la población con el nitrógeno total.

### Nitrificantes.-

El número de Nitrosomonas sp., fue mayor que de Nitrobacter sp. manifestándose una tendencia a aumentar la población de Nitrosomonas sp., mientras disminuye la de Nitrobacter sp. (gráficas 11.1, 11.2, 12.1 y 12.2). La población de Nitrosomonas sp. fluctuó en un intervalo de 3 a 23 millones de microorganismos, mientras que la de Nitrobacter sp. de 0.001- 1.0 millones.

### LECHUGA.-

#### Humedad Total.-

Se obtuvieron fluctuaciones en los primeros 90 días pero, al igual que Rábano, se manifestó un incremento al final, ya que estuvieron en las mismas condiciones climáticas. Como se puede observar en las gráficas 13.1 y 13.2, los porcentajes mayores de humedad correspondieron a los tratamientos P-20 y T-2 con un 48.5 y 49.3 por ciento, respectivamente.

#### pH.-

De acuerdo a las gráficas 14.1 y 14.2, observamos pequeñas fluctuaciones en los valores, debido quizá a la rapidez con que los fertilizantes se disolvieron en el suelo. De la misma manera que en Rábano, imperó un medio ligeramente alcalino (pH= 7.7-8.15).

#### Materia Orgánica.-

Tanto en los testigos como en los diferentes trata-

mientos hay un incremento, principalmente en el tercer muestreo (gráficas 15.1 y 15.2); este incremento puede estar relacionado con la incorporación al suelo de restos vegetales. En el periodo postcosecha se manifiesta un descenso notable. En forma general, el porcentaje de materia orgánica fluctuó en un rango de 4.0-12.0 por ciento.

#### Nitrógeno Total.-

En los tratamientos con variaciones de nitrógeno (gráfica 16.1) se presentaron pequeñas fluctuaciones en el porcentaje a lo largo del experimento, pero en general, se mantuvieron en un intervalo de 0.5-0.6 por ciento.

En la gráfica 16.2 apreciamos que, con excepción de los tratamientos T-1 y P-20, los demás presentaron una disminución paulatina del porcentaje, estableciéndose al final en un rango de 0.3-0.6 por ciento.

Mención especial merece el tratamiento T-3, el cual se mantuvo en un nivel por debajo de todos los demás tratamientos, durante todo el proceso de experimentación; sus valores fluctuaron de 0.19 a 0.37 por ciento.

#### Nitrógeno soluble (Amonio).-

Excepto los tratamientos N-30 y T-1, todos los demás presentaron una baja de amonio hasta el momento de la cosecha (gráficas 17.1 y 17.2), a partir de la cual aumentaron ligeramente. Los tratamientos con un mayor incremento fueron: N-12, N-3, P-20 y P-8, llegando a tener valores de 0.6-0.8 meq/100g. de suelo.

### Fósforo.-

Hubo un descenso muy marcado hasta el segundo muestreo (gráficas 18.1 y 18.2), para después aumentar, y llegar a niveles elevados (de 30 a 45 ppm), al final del experimento.

Los tratamientos T-4 y T-5 disminuyeron sus niveles a partir de la cosecha, obteniendo valores de 14.1 y 8.1, respectivamente.

### Bacterias.-

Aunque se tuvieron fluctuaciones en el número de bacterias, podemos establecer que durante todo el experimento el número de ellas fue grande (gráficas 19.1 y 19.2), siendo el mayor, el correspondiente al tratamiento T-5 en el segundo muestreo, llegando a ser de 25.2 millones de microorganismos.

En una comparación con la materia orgánica, se observó una relación que fue directamente proporcional en el tratamiento N-12 y en aquellos tratamientos en los que se varió el fertilizante fosforado, e inversa en los tratamientos T-1, N-30 y T-3.

Existió una relación inversa de los tratamientos T-1, N-30 y P-20, con amonio y directa con nitrógeno total.

### Actinomicetos.-

En los tratamientos con variaciones de nitrógeno, (gráfica 20.1) al disminuir los niveles de fósforo, el número

ro de actinomicetos también disminuyó, estableciéndose una relación directa. El tratamiento T-5 es el único que se comportó de una manera inversa.

Los tratamientos N-12, N-3 y T-2, presentaron una relación directamente proporcional con amonio.

Con respecto al pH, en el caso de los tratamientos con variaciones de fósforo (gráficas 20.2 y 14.2), conforme es más ácido el medio, el número de actinomicetos aumenta, aunque no en la misma proporción, llegándose a tener valores de 4.3 millones de microorganismos a pH= 7.7, en el tratamiento P-2.

El tratamiento N-30 se encuentra relacionado inversamente con el nitrógeno total.

#### Hongos.-

En la gráfica 21.1, se observa que hubo un aumento paulatino en la población de hongos, hasta el tercer muestreo, llegándose a tener valores de 0.38-0.56 millones de organismos, a partir del cual se manifiesta un descenso notorio. Este ascenso y descenso estuvo ligado con el número de bacterias presentes, así como con el pH. Conforme aumentó el número de hongos, disminuyeron las bacterias y el medio fue ligeramente más ácido.

El tratamiento T-3 se comportó de una manera semejante a nitrógeno total, manifestándose una relación directa.

El contenido de materia orgánica estuvo directamen-

te relacionado con la población de hongos, tanto en los testigos como en los tratamientos N-30 y N-12. De la misma manera se relacionaron los tratamientos T-1, N-30 y P-20, con el contenido de amonio.

#### Azotobacter sp.-

Como se puede observar en las gráficas 22.1 y 14.1, los tratamientos N-30, N-3 y T-2, conforme el medio fue ligeramente más alcalino, la población aumentó, llegando a tener valores de 0.20 millones de organismos a un pH= 8.05, como en el caso del tratamiento T-2.

El tratamiento T-1 presentó una relación directa entre su población y contenido de materia orgánica.

Al aumentar el contenido de amonio en el tratamiento N-30, aumentó el número de Azotobacter sp. Este aumento también se presentó con el contenido de fósforo, en los tratamientos P-2 y T-1.

La población de Azotobacter sp. presente en el tratamiento T-3, estuvo estrechamente relacionada con su contenido de nitrógeno total.

#### Nitrosomonas sp.-

Conforme disminuyó el número de Nitrosomonas sp., - en los tratamiento T-2, T-3, P-20 y T-5 (gráficas 23.1 y --- 23.2), aumentó el porcentaje de materia orgánica y viceversa. Lo mismo sucedió con el tratamiento P-20 y su contenido de amonio.

La cantidad de fósforo y nitrógeno total presentes en el tratamiento T-2, se relacionaron de una forma directa con el número de Nitrosomonas sp. presentes.

Nitrobacter sp.-

Como se puede observar en las gráficas 24.1 y 24.2, en los casos de los tratamientos T-1, N-3, P-2, T-4 y T-5, la población de Nitrobacter sp. se relacionó directamente con su contenido de fósforo, ya que al disminuir los niveles de fósforo, disminuyeron las poblaciones.

Otras relaciones que se presentaron con la población de Nitrobacter sp., fueron las de los tratamientos T-4 y T-5, con su porcentaje de materia orgánica, mientras que los tratamientos N-12 y N-3 de una manera directa y N-30 inversa, con amoníaco.

2) DISCUSION DE LOS RESULTADOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS A LAS PLANTAS

RABANO.-

Altura Total.-

En la altura total no hubo variaciones significativas entre los diferentes tratamientos; la altura mínima la presentó el tratamiento T-2 con 18 cm. y la máxima T-5 con 21.1 cm. (gráfica 25).

§ Peso Húmedo.-

De acuerdo a la gráfica 27, hubo una uniformidad --

en los resultados, teniendo el mínimo porcentaje el tratamiento T-1 en el que fue de 85.1 por ciento. El tratamiento T-3 - presentó el máximo porcentaje con 91.1 por ciento.

#### % Peso Seco.-

En relación al porcentaje de peso seco, se observaron variaciones apreciables de los diferentes tratamientos -- (gráfica 29); de esta manera, el tratamiento N-20 presentó el mayor porcentaje en peso seco, con 15.5 por ciento y correspondió al tratamiento T-3 (suelo solo), el más bajo con 8.4 por ciento.

#### % Proteína.-

El porcentaje de proteína tuvo variaciones, observándose que en los tratamientos con variaciones de nitrógeno -- (gráfica 31), a menor cantidad de nitrógeno se obtuvo mayor porcentaje de proteínas; el máximo correspondió al tratamiento T-2 con 0.15 por ciento de proteína y el mínimo al tratamiento P-15 con 0.08 por ciento.

#### % Fósforo Total.-

Hubieron pequeñas fluctuaciones en todos los tratamientos (gráfica 33). El mayor porcentaje lo presentó el tratamiento T-2 con un valor de 0.050 por ciento y correspondió - al tratamiento T-4 el más bajo con 0.036 por ciento.

#### LECHUGA.-

#### Altura Total.-

La altura total no presentó variaciones notables ---

(gráfica 26); la mínima correspondió al tratamiento T-3 con 8.4 cm., mientras que la máxima fue la del tratamiento P-2, con 35.8 cm.

#### % Peso Húmedo.-

En la gráfica 28 se observa que hubo uniformidad en los valores obtenidos, el máximo fue de 90.7 por ciento en el tratamiento T-4, y el mínimo, en el tratamiento N-12 con 84.5 por ciento.

#### % Peso Seco.-

Se observaron variaciones en el porcentaje de peso seco de los diferentes tratamientos. En los tratamientos con variaciones de fósforo, se manifestó que a menor contenido de fósforo disminuye el porcentaje de peso seco (gráfica 30); de esta manera, el máximo porcentaje lo obtuvo el tratamiento N-12 con 15.4 por ciento, mientras que el mínimo correspondió al tratamiento T-4 con 9.2 por ciento.

#### % Proteína.-

Puede observarse en la gráfica 32, que al igual que en el Rábano, a medida que disminuye el contenido de nitrógeno en los diferentes tratamientos con variaciones de nitrógeno, aumenta la cantidad de proteína. El máximo porcentaje lo presentó el tratamiento T-2 con 0.21 por ciento, y el mínimo, el tratamiento P-20 con 0.10 por ciento.

#### % Fósforo Total.-

No hubieron variaciones significativas entre los di

ferentes tratamientos. El máximo porcentaje lo presentó el -  
tratamiento T-3 con 0.049 por ciento y el mínimo, P-2 con ---  
0.040 por ciento. (gráfica 34).

### 3) REPORTE DEL ANALISIS ESTADISTICO.-

RABANO.-

Variable de respuesta: Altura Total.-

Los resultados indican que se tiene un nivel de sig-  
nificancia descriptivo (n.s.d.) mayor que 0.25, de manera que  
se tiene fuerte evidencia para considerar los efectos de los  
tratamientos como estadísticamente iguales.

Variable de respuesta: % Peso Húmedo.-

En este caso, el n.s.d. es aproximadamente igual a  
0.025, que en general, no representa evidencia extrema conclu-  
yente en ningún sentido. Se recomienda un nuevo experimento.

Variable de respuesta: % Peso Seco.-

Para esta variable de respuesta se tiene un n.s.d.-  
menor que 0.005, que constituye fuerte evidencia en contra de  
la igualdad de tratamientos. El análisis de contrastes múlti-  
ples revela que los únicos tratamientos que pueden conside-  
rarse estadísticamente distintos son el T-3 y el N-20, (el --  
T-3 con un porcentaje de peso seco menor que el de N-20), --  
mientras que el resto presentan valores intermedios que no -  
pueden ser distinguidos sin ambigüedad.

Variable de respuesta: % Proteína.-

El n.s.d. reportado es mayor que 0.90, de modo que la información apoya muy fuertemente la hipótesis de igualdad de tratamientos.

Variable de respuesta: % Fósforo Total.-

Los resultados indican la misma conclusión que en el caso anterior.

LECHUGA.-

Variable de respuesta: Altura Total.-

El n.s.d. en este caso tiene un valor de 0.0375, que no constituye evidencia extrema en ningún sentido. Se recomienda un nuevo experimento.

Variable de respuesta: % Peso Húmedo.-

El análisis de varianza presenta un n.s.d. mayor que 0.90, de modo que hay evidencia muy fuerte para declarar estadísticamente iguales, a los tratamientos.

Variable de respuesta: % Peso Seco.-

En este caso el n.s.d. resulta menor que 0.01, y por lo tanto, se cuenta con evidencia para declarar estadísticamente diferentes a los tratamientos. El análisis de comparaciones múltiples revela que sólo los tratamientos T-4 y N-12 pueden considerarse distintos (el tratamiento T-4 con un por

centaje de peso menor al de N-12) mientras que el resto reporta valores intermedios que no se pueden distinguir estadísticamente de ninguno de ellos.

Variable de respuesta: % Proteína.-

Para esta variable de respuesta el n.s.d. resulta mayor que 0.25, y por tanto se cuenta con evidencia para considerar iguales los tratamientos.

Variable de respuesta: % Fósforo Total.-

El n.s.d. resulta mayor que 0.5 y conduce a la misma conclusión que en el caso anterior.

RESUMEN DE RESULTADOS ESTADÍSTICOS.-

Del análisis estadístico de la información de este estudio, se puede resumir que en el caso del cultivo de Rábano, sólo cuando se considera la variable de respuesta porcentaje de peso seco, se tiene suficiente evidencia para considerar diferentes a los tratamientos y en esas condiciones sólo los tratamientos T-3 y N-20 resultan distintos, con una menor respuesta del tratamiento T-3.

Un comportamiento similar se obtiene para el cultivo de Lechuga en donde sólo para el porcentaje de peso seco, se obtienen diferencias que se asocian a los tratamientos T-4 y N-12, con una mayor respuesta para el tratamiento N-12.

Vale la pena indicar que en los dos casos de porcentaje de humedad en Rábano y altura total en Lechuga, la evidencia no permite extraer una conclusión clara y sería recomendable realizar otros experimentos.

**CAPITULO VI**  
**RESUMEN Y CONCLUSIONES**

## 1) RESUMEN.-

De acuerdo a los objetivos del trabajo, se realizaron pruebas de invernadero con Rábano y Lechuga, para lo cual se empleó un suelo del poblado de San Miguel Vindhó, en el Edo. de Hidalgo, clasificado en el Area de Influencia del Campo Agrícola Experimental del Valle de México.

Se realizaron 11 tratamientos con 5 repeticiones cada uno, resultantes de la aplicación de una cantidad constante de composta procesada en la Planta Industrializadora de Desechos Sólidos de San Juan de Aragón del D.D.F. y variaciones de las formulaciones indicadas por el I.N.I.A., de sulfato de amonio y superfosfato de calcio simple, para esas hortalizas en suelos de esa zona. Las macetas se colocaron en forma aleatoria de bloques al azar.

De cada unidad experimental, se tomaron muestras a los 33, 49, 63 y 117 días en el caso de Rábano, y a los 45, 59, 86 y 113 días en el caso de Lechuga. Las últimas muestras se tomaron aproximadamente después de 30 días de haber realizado la cosecha, con el fin de observar el comportamiento postcosecha.

Las propiedades y características analizadas fueron: % Humedad Total, pH, % Materia Orgánica, Nitrógeno Total, Nitrógeno soluble (Amonio), Cuantificación de la Microflora Total (Bacterias, Actinomicetos y Hongos), Azotobacter sp., Nitrosomonas sp. y Nitrobacter sp.

Se tomaron en cuenta algunas características de las plantas como son: Altura Total, % Peso Húmedo, % Peso Seco,-

% Proteína y % Fósforo Total. Con los resultados de esas características, se realizó la evaluación estadística mediante un modelo de diseño completamente al azar, considerando además el análisis de varianza para cada una de las variables de respuesta cuantificadas. Para encontrar el grado de efecto y significancia entre los diferentes tratamientos, se emplearon las pruebas de comparaciones múltiples (Prueba de Scheffé).

## 2) CONCLUSIONES.-

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento y a partir de los resultados presentados y discutidos, se pueden formular las siguientes conclusiones:

1. La adición de composta en ambas hortalizas fue benéfica al suelo, en el sentido de retención de humedad, ya que todos los tratamientos en los que se adicionó la composta al suelo, presentaron un mayor porcentaje de humedad en comparación de aquellos en los que sólo estuvo como soporte el suelo, como en los casos de los tratamientos T-1 (suelo y formulación óptima de fertilizantes químicos) y T-3 (suelo solo).

Este efecto de retención de humedad, posiblemente se debió a la presencia de una mayor cantidad de materia orgánica.

2. En el Rábano, de acuerdo al tratamiento T-1 (suelo con la formulación óptima de fertilizante químico) se observó un efecto perjudicial de los fertilizantes químicos al suelo, ya que dis

minuyó notablemente su contenido de materia orgánica siendo al final el tratamiento con menor porcentaje de ella, coincidiendo con un crecimiento rápido inicial de la planta y posteriormente un crecimiento lento.

3. En el aspecto microbiológico, en los dos cultivos no se observó efecto perjudicial de la mezcla de la composta con los fertilizantes químicos en el suelo, ya que se presentó un aumento en la población microbiana en casi todas las aplicaciones de la mezcla, manifestándose variaciones de estas poblaciones de acuerdo a las condiciones físicas y químicas imperantes en esos momentos en el microambiente.
4. Durante el período postcosecha, al analizar el suelo, se observó que en casi todos los tratamientos del Rábano se manifestaron pequeños incrementos en las diferentes variables analizadas, siendo las más significativas el porcentaje de materia orgánica y el contenido de fósforo.
5. En términos generales los resultados de los análisis efectuados a las plantas, son similares para las dos hortalizas.
6. Se encontró un incremento en el rendimiento de materia seca desde el punto de vista agronómico, utilizando la mezcla 20-30-0 y composta, del tratamiento N-20 en el Rábano y 12-40-0 y composta del tratamiento N-12 en la Lechuga, ya que son los que la produjeron en mayor cantidad.

7. Los tratamientos con mayor contenido protéico - correspondieron a las mezclas de los tratamientos T-2 (0-30-0 + composta) en Rábano y T-4 -- (0-40-0 + composta) para Lechuga, probablemente debido a la actividad fijadora de nitrógeno de los microorganismos del suelo y de la composta.
8. Se observó que, en las dos hortalizas utiliza-- das, el fósforo fue un factor limitante, ya que en las variables en las cuales se obtuvo res--- puesta, éstas fueron mejores en los tratamien-- tos en los que la concentración de fertilizante fosforado se encontraba en el óptimo recomenda-- do y su efecto se mejoró con la presencia de ma-- teria orgánica.
9. De acuerdo a los resultados preliminares obteni-- dos tanto en Rábano como en Lechuga; en porcen-- taje de proteína y porcentaje de peso seco, in-- dican que es factible el uso de composta con -- concentraciones bajas de fertilizantes químicos, ya que se incrementa su eficiencia comparada -- con los tratamientos testigo de formulación óp-- tima de fertilizantes químicos (T-1), de suelo solo (T-3) y de suelo + composta (T-5).
10. Del análisis estadístico la única variable de - respuesta con suficiente evidencia para conside-- rar diferentes a los tratamientos, fue la de -- porcentaje de peso seco, en el caso del trata-- miento N-20 (20-30-0 y composta) en Rábano y -- N-12 (12-40-0 y composta) en Lechuga.

11. Estadísticamente no fue posible determinar cuál de los tratamientos utilizados fue el mejor, necesitándose mayor investigación sobre esto. Sin embargo, los tratamientos con mayor evidencia para considerarlos distintos de los demás por su mayor respuesta, fueron aquellos en los que se mezcló la composta con los fertilizantes químicos en el suelo.

**ANEXO I**  
**MODELO ESTADISTICO**

ANEXO 1

MODELO ESTADISTICO.-

En el caso de este estudio y de acuerdo a sus objetivos, se decidió realizar el análisis de los dos cultivos (Rábano y Lechuga) por separado. Así, para cada variable de respuesta se propuso un modelo del siguiente tipo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \quad ; \quad i=1,2,\dots, a; j=1,2,\dots, b$$

que recibe el nombre de modelo de diseño completamente al azar y en donde,

$Y_{ij}$  representa el valor registrado de la variable de respuesta bajo estudio en la  $j$ -ésima repetición del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\mu$  representa una media global de la variable de respuesta.

$\tau_i$  representa el efecto debido al  $i$ -ésimo tratamiento.

$\epsilon_{ij}$  representa un término de error aleatorio sobre el cual se hacen las suposiciones usuales de normalidad, media cero, varianza constante e independencia.

Para un modelo con estas características ha sido bien establecido el procedimiento para probar la hipótesis de igualdad de efectos de los tratamientos.

Por otra parte, cuando en el análisis de un modelo de este tipo se concluye que los efectos de los tratamientos no son iguales, es indispensable proseguir el estudio para determinar los tratamientos que resultan estadísticamente distintos. A las técnicas que se aplican en esas condiciones se les conoce con el nombre de pruebas de comparaciones múltiples. En este trabajo se utilizó la conocida como Prueba de Scheffé.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

Alexander, Martín. (1980). Introducción a la Microbiología del Suelo. México, AGT Ed.

Allison, F.E. (1973). Soil Organic Matter and It's Role in - Crop Production. Developments in Soil Science (3). Amsterdam, Holland., Elsevier Scientific Publishing.

American Public Works Association. (1973). Physical, Chemical and Microbiological Methods of Solid Waste Testing. Municipal Refuse Disposal Chicago. Chicago, Illinois. U.S.A. Public -- Administration Services.

Association of Official Agricultural Chemists: Official Methods of Analysis. (1970). 11th. Ed. A.O.A.C., Washington, D.C.

Black, C.A. (1965). Methods of Soil Analysis Part. II, Agromy No. 9. Am. Soc. Agr. Inc. Pub. Wisconsin, U.S.A.

Black, C.A. (1968). Soil-Plant Relationships. 2nd. Ed. John Wiley & Sons. Inc. New York, U.S.A.

Calderón, M.E.; Villalobos, Z.I. (1982). Variaciones de la - microflora del Ciclo del Nitrógeno en composta almacenada. Tesis. Fac. Química, U.N.A.M.

Cooke, G.W. (1976). Fertilizantes y sus usos. C.E.C.S.A. Ed. México.

Chapman, H.D.; Pratt, P.F. (1973). Métodos de Análisis para Suelos, plantas y aguas. Ed. Trillas, Mex.

Dutcher, R.A.; Jensen, C.O.; Althouse, M.P. (1951). Introduction to Agricultural Biochemistry. John Wiley & Sons. Inc. - New York, U.S.A.

Echegaray, A.A.; Ramírez, G.R. (1978). Prácticas de Microbiología Agrícola. Fac. Química, U.N.A.M.

Edmon, J.B.; Senn, T.L.; Andrews, F.S. (1979). Principios de Horticultura. 3a. Ed. C.E.C.S.A. Méx.

Fertimex, (1979). Informe de Actividades. Gerencia de Campo. Méx.

Fertimex, (1981). Memoria. Departamento de Orientación e Información. Méx.

Fertimex, (1981). Uso y Aplicación de Fertilizantes. Serie de Capacitación No. 13. Méx.

Fundora, H.O. (1979). Agroquímica. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.

García, P.A.; Fernández, P.A. (1975). La lechuga: cultivo y comercialización. 3a. Ed. Dikos-Tan, Villasar de Mar, Barcelona, Esp.

García, T.A. (1981). Experimentos en Microbiología del Suelo. Ed. C.E.C.S.A. Méx.

Gedroits, K.K. (1964). Chemical Analysis of Soils. Program for Scientific Translation. Jerusalem, Israel.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (1976). Guía para la asistencia técnica en el Area de Influencia del Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central. S.A.G. Méx.

Jackson, M.L. (1976): Análisis Químicos de Suelos. Ed. Omega. Barcelona, España.

Kononova, M.M. (1966). Soil Organic Matter. Pergamon Press. Great Britain.

Loma de la, J.L. (1966). Experimentación Agrícola. 2a. Ed. - Ed. UTHEA, Méx.

Métodos para el análisis físico y químico de suelos, agua y plantas. (1975). S.A.R.H. Méx.

Millar, C.I.; Turk, L.M.; Foth, H.D. (1971). Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Ed. C.E.C.S.A. Méx.

Mitchell, H.L. (1972). Microdetermination of Nitrogen in -- plant tissues. Journal of the A.O.A.C. 1(55): 1-3.

Munsell. (1954). Soil Color Chart. Edition Munsell Color Co. Inc. Baltimore, Maryland, U.S.A.

Ortiz, V.B.; Ortiz, S.A. (1980). Edafología. 3a. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo. Méx.

Parr, J.F.; Wilson, G.B.; Sikora, L.J.; Taylor, J.M. (1982). Utilización de los desperdicios orgánicos para mejorar la -- productividad del suelo. Ingeniería Agronómica. 2(23): 23-33.

Planta Industrializadora de Desechos Sólidos de San Juan de Aragón. (1976). Manual de Laboratorio. D.D.P. Méx.

Primo, Y.E. (1973). Química Agrícola. Vol. I y III. Ed. Al--hambra. Barcelona, España.

Rubio, M.D. (1974). Evaluación de residuos orgánicos estabilizados obtenidos del basurero de Monterrey. CIANE 1(1). --- Monterrey, N.L., Méx.

Schmidt, L.E.; Caldwell, C.A.; Carlyle, E.R.; Timonin, L.M.; Dawson, C.R. (1967). A practical Manual of Soil Microbiology. Laboratory Methods. Soil Bulletin FAO. Rome, Italy.

Selke, W. (1968). Los Abonos. Ed. Academia León. Barcelona, España.

Serrano, C.Z. (1979). Cultivo de Hortalizas en Invernaderos. Ed. Aedos. Barcelona, España.

Stalling, J.H. (1982). El suelo, su uso y mejoramiento. Ed. C.E.C.S.A. Méx.

Tamaro, D. (1974). Manual de Horticultura. 7a. Ed. Gustavo Gili. Barcelona, España.

Tisdale, S.L.; Nelson, W.L. (1982). Fertilidad de los suelos y Fertilizantes. Montaner y Simon. Barcelona, España.

Teuscher, H.; Adler, R. (1965). El suelo y su fertilidad. - Cía. Editorial Continental. Méx.

Verdonk, O. (1980). Utilización of pine Bark compost in horticulture. Compost Sci./Land Utilization. Journal of Waste - Recycling 21 (1): 22-23.

Waksman, A.S. (1957). Soil Microbiology. 2nd. Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, U.S.A.

Winter, E.J. (1977). El agua, el suelo y la planta. Editorial Diana. Méx.

XIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. (1980). --  
Memoria. Toluca, Méx. Méx.