

# INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

PRESENTACION DE TESIS:

TITULO : EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE TRES TIPOS DE ABONOS ORGANICOS EN MAIZ COMO PLANTA INDICADORA.

PRESENTADO POR :

SUSANNE THIENHAUS

MANAGUA, 1988.

## DEDICATORIA

A nuestro pueblo...

para que la juventud continúe el camino de la investigación y garantice que nuestro suelo sea fuente constante de alimento.

# I N D I C E

Capítulo	Página
Resúmen	
I. Introducción .....	1
II. Hipótesis .....	3
III. Objetivos .....	4
IV. Revisión de Literatura.....	5
V. Materiales y Métodos .....	17
VI. Resultados.....	23
VII. Discusión .....	29
VIII. Conclusiones .....	37
IX. Recomendaciones.....	39
X. Bibliografía .....	41
Apéndice.	
1. Índice de cuadros.....	I - XV
2. Índice de figuras .....	I - X

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a las siguientes personas por su valiosa colaboración en la realización de las diferentes tareas, cuales en su conjunto permitieron el éxito de ésta investigación:

- ING. HECTOR LIZARRAGA
  - LIC. RIA VAN OOSTEEN
  - ING. NELSON ARZOLA
  - ESTUDIANTES DEL ISCA Y PERSONAL DE LA FINCA UNIVERSITARIA " EL PLANTEL ", CUYA AYUDA HIZO POSIBLE LA REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE CAMPO.
- Profesor del Dpto. de Agronomía
  - Asesora de IRENA (1983/84) y de la J.R.M. ( 1985 ).
  - Asesores del Dpto. de Suelo ( 1983 - 1985 ).

De igual manera expreso mi satisfacción sobre la colaboración de las siguientes instituciones:

- IRENA, Dpto. de Mejoramiento Ambiental y Proyecto: Lago Xolotlán, Subproyecto: Desechos sólidos.
- MIDINRA, Dpto. de Suelos (D.G.A.)
- PAN, Programa Alimenticio Nacional.

## R E S U M E N

**TITULO :** Efecto de diferentes dosis de tres tipos de abonos orgánicos en maíz como planta indicadora.

Nicaragua forma parte de los países tropicales donde las altas temperaturas y precipitaciones pueden degradar la materia orgánica en forma exponencial bajo ciertas condiciones de labranza intensiva. Una de las medidas para contrarrestar la disminución de la materia orgánica en suelos agrícolas, puede ser la aplicación de compost como una forma de humus estable, producto de la descomposición microbiana en condiciones controladas. Su función estabilizador es ejercida sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

En Nicaragua existen varias fuentes orgánicas útiles para la elaboración de compost. En el estudio siguiente se probaron tres tipos de desechos que presentan problemas de contaminación y por lo tanto un costo socioeconómico: residuos vegetales mezclados con estiércol, desperdicios del Mercado Mayor y los desechos orgánicos de un barrio capitalino.

Los diferentes abonos se aplicaron en dos dosis de 15, 30 y 45 ton/ha en un ensayo en parcelas divididas con el cultivo de maíz, variedad NB5 tomando como testigo una cero aplicación y una aplicación de fertilizante químico con 100 kg/ha de N, 60 kg/ha de  $P_2O_5$  y 20 kg /ha de  $K_2O$ .

En el primer año se obtuvo un rendimiento mayor con la aplicación de 45 ton/ha de compost del Mercado Mayor. La aplicación de 15 y 30 ton/ha de éste mismo abono presentó un rendimiento estadísticamente igual al del obtenido

con la fertilización química en su dosis mencionada.

En la prueba de residualidad de los abonos se comprobó que en el segundo año, el compost producido a partir de residuos vegetales y estiércoles posee un mayor efecto residual que los otros y que la aplicación de 30 y 45 ton/ha. presentó un efecto sobre el rendimiento del cultivo que era estadísticamente igual al producido con el fertilizante químico que se aplicó de nuevo en éste último ciclo.

Como conclusión se puede afirmar que el compost del Mercado Mayor posee una mayor velocidad de descomposición bajo las condiciones climáticas dadas y por ende se recomienda aplicarlo anualmente en una cantidad de 15 ton/ha. Se demostró también que el estiércol presenta propiedades más estables lo que permite una aplicación bianual con un nivel de 30 ton /ha. Sin embargo, el uso de desecho domésticos como fuente para la elaboración de compost todavía no ha dado un resultado satisfactorio y necesita estudios posteriores antes de poder hacer cualquier recomendación de su uso.

## I N T R O D U C C I O N

" Es necesario de llevar a cabo programas para la utilización integral de subproductos orgánicos con la finalidad de rescatar las grandes cantidades de nutrientes que se pierden por inadecuado manejo e ineficiente aplicación y que están causando problemas de contaminación, que hoy en día representan un reto a la ingeniería en el mundo entero ". (8).

Motivado por la preocupación mundial sobre el reciclaje de los residuos orgánicos y considerando a la vez las necesidades de Nicaragua en levantar su economía con recursos propios, se realizó estudio tomando en cuenta la importancia de los aspectos siguientes:

- Los abonos orgánicos se pueden elaborar con materiales existentes en el país, lo que contribuye al ahorro de divisas y a la vez a una disminución de la dependencia tecnológica.
- En el aspecto edáfico, el abono orgánico provee al suelo con nitrógeno, fósforo y azufre, además es rico en bases cambiables y microelementos, proporcionándolos de manera gradual. El compost ayuda a mejorar la estructura del suelo, esto significa para los suelos arcillosos pesados un mejor drenaje del agua y una mayor aireación lo que favorece al desarrollo radicular de la planta. También estabiliza los suelos arenosos ya que forma una capa de retención de agua, propiedad importante para suelos de áreas áridas expuestas al peligro de erosión.
- En el aspecto biológico, la utilización de compost incrementa el número de microorganismos del suelo y en vez de estimular la proliferación de una de-

terminada especie se favorece a una diversidad de microorganismos, es decir, a la coexistencia de diversas especies.

- Otra ventaja en el uso del compost consiste en que la mayor parte de su materia prima son desechos como por ejemplo los estiercoles la pulpa de café, el bagazo, los desechos domésticos e industriales, materiales que normalmente presentan un problema de contaminación o bien son un gasto económico para la sociedad.

El estudio efectuado se dividió en tres fases:

1. - Elaboración de los abonos a partir de diferentes materiales.
2. - Primer ensayo de campo para detectar el nivel inicial óptimo de aplicación para cada abono orgánico y para evaluar los distintos materiales usados en el compostaje.
3. - Segundo ensayo de campo para la comprobación del efecto residual de los diferentes tipos de abonos.



H I P O T E S I S

El abono orgánico, dependiendo de su dosis y su calidad, puede SUSTITUIR a los fertilizantes químicos en la obtención de niveles adecuados de rendimiento de los cultivos.

O B J E T I V O S

1. - Comparar la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de los distintos abonos orgánicos.
2. - Detectar un nivel inicial óptimo para la adición de materia orgánica.
3. - Evaluar el efecto residual del abono orgánico en el segundo año del cultivo.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Características de la materia orgánica en el suelo tropical

El contenido de materia orgánica en suelos de los trópicos es similar al de la región templada a pesar de que existen condiciones ecológicas, porque las altas tasas de descomposición en el trópico, producto de los factores temperatura y humedad, se compensan con adiciones anuales de carbono orgánico, que son aproximadamente cinco veces mayor en los bosques tropicales que en los templados. (27). Esta relación ilustra la ecuación :

$C = \frac{A}{K}$ , donde "C" carbono orgánico, "A" = Adición de humus al suelo y K = constante de descomposición. Esta ecuación puede diagramarse como se indica en la Figura 1, donde se demuestran los efectos de diferentes constantes de descomposición. Para ambas la diferencia entre el contenido de materia orgánica en el momento "t" y el nivel de equilibrio disminuye con el tiempo como una función exponencial. Cuanto más lejos del punto de equilibrio, mayor será el ritmo de cambio de la materia orgánica (4).

El equilibrio ecológico mencionado cambia cuando varían las condiciones, producto de la labranza. Las adiciones anuales de carbono orgánico (valor A) se reduce drásticamente cuando los bosques tropicales se transforman en cultivos, cuyos residuos apenas proporcionan una fracción de aproximadamente cinco ton/ha de la materia seca que anteriormente suplía la hojarasca del bosque. Mientras que el valor "A" disminuye, el valor "K" aumenta bajo condiciones de labranza. En las sabanas, la exposición y la aradu-

ra dan por resultado un aumento cuádruple de K relativo a los valores de equilibrio y K se duplica cuando se elimina el bosque en la zona tropical húmeda y se cultiva el suelo. (27).

La disminución de la materia orgánica y por lo tanto del nitrógeno, producto de los cambios de A y K, se debe en primer instancia a las altas temperaturas y precipitaciones del trópico. Su efecto consiste en el aumento de la velocidad de los procesos como de descomposición, mineralización, desnitrificación y lixiviación de los elementos nutritivos y a largo plazo conduce a la formación de suelos con altos contenidos de sesquióxidos, capaces de fijar fácilmente el fósforo (4) (9) (10).

En consecuencia, el contenido de humus en los treinta centímetros superiores de las capas de suelos de los campos cultivados o sometidos a barbechos de pastos es bajo y escila de 10 a 25 ton/ha (4).

La explotación rotativa ó " shifting cultivation " impide el agotamiento sustancial de la materia orgánica del suelo, pero implica la utilización momentánea de pequeñas área y la regeneración a largo plazo (9) (11). Sin embargo los problemas socioeconómicos y la presión demográfica obligar a gran parte del campesinado a una agricultura semipermanente o bien per anente lo que produce una degradación muchas veces irreversible de la fertilidad de los suelos (9). Este peligro se agudiza con la introducción de monocultivos como el algodón y la caña. Estos cultivos, además de extraer grandes cantidades de elementos nutritivos, desgastan el suelo siempre de la misma manera, debido a su igual sistema radicular y por ser un cultivo " limpio ". La

Siembra continua de un terreno con un mismo cultivo limpio es causa de grandes reducciones en el contenido de materia orgánica y nutrientes minerales y, en consecuencia origina condiciones desfavorables para la obtención de abundantes cosechas (3).

De acuerdo a las razones expuestas, todos los autores mencionados concuerdan que los cultivos en el trópico necesitan medidas contrarrestante a la pérdida de fertilidad como son el uso de fertilizantes químicos y orgánicos, la cobertura del suelo y los abonos verdes. Sin embargo, existen diferencias en el orden de prioridades.

La fertilización inorgánica puede aumentar los valores de adición de materia orgánica por un margen considerable debido a su efecto al agregar al suelo más residuos de cultivos, incluyendo la descomposición de raíces de las plantas cultivadas. (10) (27). Sin embargo, la solubilidad de fertilizante químico produce un menor desarrollo de las raíces que a la vez origina una disminución en el aporte de materia orgánica por este material y en la actividad microbiana del suelo (26).

Por otro lado los abonos verdes tienen escasa utilización en las regiones secas debido a las cantidades de agua que remueven del suelo y a la que necesitan luego para descomponerse. Bajo tales condiciones puede crearse una inconveniente competencia por el agua que se reflejará en perjuicio para el cultivo principal (3).

La aplicación de mulch (cobertura vegetal muerta) consideran todos los autores revisados como favorables en ciertas condiciones. Las limitantes principales consisten en el peligro de pudrición en caso de fuertes lluvias y en la producción de hospederos de insectos, hongos y animales dañinos. (2), (10), (20), (29).

El uso de los abonos orgánicos como son el estiércol fermentado y el compost con sus formas parcialmente estables de humus, pueden neutralizar las inconveniencias de las prácticas agronómicas anteriormente expuestas. Sin embargo, algunos autores opinan que por un lado razones organizativas como la poca cantidad de material en época seca y la escasa acumulación de estiércol y por otro lado razones económicas como los costos de transporte y la poca concentración de nutrientes, limitan el uso de los compostos (1), (5), (27).

En resumen, las medidas de protección de la fertilidad de los suelos dependen de las condiciones específicas de cada lugar. Los gobiernos de los países en desarrollo deben fomentar la utilización más provechosa de los materiales orgánicos ya que la actual escasez mundial y el brusco aumento de los precios de las materias primas para la producción de energía se ha traducido en una escasez y costos más elevados de los fertilizantes químicos. (8).

El compost y su función.

Desde el punto de vista microbiológico, el compost se define como la degrada-

ción microbiana de materia orgánica que implica una respiración aeróbica, pasando por un estado termofílico y que crea un producto final estable. A medida que cada tipo de microorganismo ataca y digiere el material, empieza un cambio químico. Los productos liberados por la actividad de un grupo están a la vez bajo la acción de otro grupo, transformando el material hacia un mayor estado de descomposición. (24).

El compost como abono orgánico posee múltiples ventajas, sobre todo a largo plazo, lo que dificulta estimar su verdadero valor económico. Los diferentes autores consideran como propiedades más importantes las siguientes:

- Propiedades de carácter físico: El abono orgánico hace más friable los suelos arcillosos, incrementa la permeabilidad para agua y aire lo que favorece a la vez el desarrollo de las raíces. En los suelos arenosos aumenta la cohesión y por lo tanto la humedad asimilable para la planta. El compost retiene seis veces su propio peso en forma de agua, propiedad muy importante para suelos de áreas áridas expuestas al peligro de erosión. Presenta una ventaja comparada con la aplicación directa de estiércol o residuos vegetales en el suelo ya que en este último caso puede ocurrir que no haya suficiente humedad para la inmediata descomposición de los mismos lo que retardaría considerablemente el ritmo de fermentación y más aún podría ocasionar una pérdida de humedad a consecuencia de un aumento de la aeración y el desague en detrimento de las plantas. En cambio un compost bien fermentado tenderá a reducir las pérdidas de agua por evaporación y por escurrimiento, en particular cuando se utiliza como cobertura o en las capas superiores del suelo (2) (6) (14) (18) (25) (33).

- Propiedades de carácter químico: El compost al mineralizar, aporta nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta como nitrógeno, fósforo y azufre. Estos elementos se encuentran en concentraciones menores comparado con el fertilizante químico, sin embargo, existe entre los elementos un equilibrio ecológico el cuál es difícilmente imitable por la fertilización mineral (13) (26) (29).

Además la asimilación de nutrientes se realiza de forma gradual por los microorganismos. Esta mineralización progresiva es muy importante puesto que disminuye las pérdidas por lixiviación, y nutre la planta de acuerdo a su necesidad. (14), (26), (29), (33). Aparte de los elementos mayores, los abonos orgánicos llevan una cantidad de oligo elementos necesarios para mantener el equilibrio entre los elementos nutritivos.

La contribución de la materia orgánica a la capacidad de intercambio catiónico en suelos tropicales puede ser de suma importancia, en especial en las regiones con suelos de alto grado de meteorización donde domina las arcillas pobres en intercambio como por ejemplo la Caolinita. El aumento del valor por la materia orgánica se debe a la acción de los grupos carbonílicos de los compuestos orgánicos. En pH 4 - 6, la mitad de estos grupos tienen carga negativa y retienen de esta forma los cationes (4), (6), (9).

Un compost de buena calidad puede disminuir el pH en un suelo alcalino y aumentarlo en un suelo ácido a través de su capacidad tampón. Además se ha demostrado que la materia orgánica puede desempeñar un papel importante en la prevención de la fijación del fósforo y otros nutrientes por los óxidos



hidratos del hierro y aluminio. La materia orgánica es absorbida considerablemente por los óxidos, lo que se traduce en una disminución de la fijación del fósforo añadido. Estudios recientes han demostrado que la toxicidad del aluminio puede ser contrarestanda en partes con la aplicación de materia orgánica (4) (15) (18).

Propiedades de carácter biológico: Desde el punto de vista biológico la utilización de compost incrementa el número de microorganismos del suelo. En vez de estimular la proliferación de una determinada especie, favorece una diversidad de microorganismos, es decir la coexistencia de diversas especies. (22). (26) (31) (33).

De conformidad con la ley de Thinemann se considera que un biotipo es sano mientras cuenta con un gran número de especies y un pequeño número de individuos de una especie . La utilización unilateral de los fertilizantes químicos puede causar la proliferación de una especie determinada que muy pronto se convierte en una plaga que no puede ser controlada por los otros organismos (26).

Además de la estimulación del crecimiento de los azotobacter en la pila de compost puede atribuir a la fijación nosimbiótica del nitrógeno en el campo, a través de la aplicación del abono (23).

Factores que afectan el proceso de compostaje:

La relación carbono/nitrógeno afecta la tasa de descomposición de la materia orgánica. Los microorganismos usan cerca de treinta partes de carbono para cada parte de nitrógeno. El carbono es necesario para su crecimiento y energía y el nitrógeno para la síntesis de sus propios tejidos o bien proteínas .

Por lo tanto una relación carbono/nitrógeno de 20 a 35 sería favorable para la rápida transformación de la materia orgánica cruda en compost. Aunque la descomposición con una baja relación es más rápida, se perdería una cantidad del nitrógeno como amoníaco en el aire, como sucede con el estiércol puro. De esta manera la materia vegetal seca aumenta la relación carbono/nitrógeno garantizando la transformación del nitrógeno dado en constituyentes orgánicos de la biomasa (21). (25) (32) (33).

Durante la descomposición se disminuye la relación carbono/nitrógeno hasta llegar finalmente a una proporción de aproximadamente 10; 1.

La reducción del carbono se debe a la pérdida del  $\text{CO}_2$  por la actividad respiratoria de los microorganismos, los cuales al mismo tiempo asimilan e inmovilizan el nitrógeno (24).

La temperatura afecta básicamente el crecimiento y la actividad de los microorganismos y por ende determina el grado en que la materia orgánica se está compostando. La mayoría de los microorganismos son del tipo mesofílico, es decir que la temperatura óptima para su crecimiento esta dentro del

rango de 20 - 35°C. Sin embargo, en la fase inicial o sea durante las primeras semanas, se desarrollan temperaturas altas de 65 - 70°C cuando solo crecen microorganismos termofílicos aerobios. En esta etapa se destruyen los patógenos dañinos y los gérmenes de malezas (24), (29), (32), (fig. 2).

La temperatura desarrollada en la pila depende de la composición del material original, de la humedad y aeración, del tamaño de la pila y del mantillo (25).

La humedad óptima de la pila de compost está alrededor de los 50 . Una humedad muy alta desplaza al aire de los poros y conduce a condiciones anaeróbicas, donde solo los microorganismos anaeróbicos pueden sobrevivir. Se iniciaría una podrición y una liberación de gases tóxicos para la planta.

Por otro lado, si el contenido de humedad es demasiado bajo (menor de 40%) entonces el proceso de descomposición será muy lento, ya que el agua es esencial para el crecimiento de los microorganismos.

El oxígeno es esencial para el desarrollo de microorganismos aerobios y su función consta también en reducir la humedad de materiales demasiado húmedos (19), (21), (23), (29), (32), (33).

Un PH entre 6 y 8 favorece al proceso de compostar, ya que la mayoría de los microorganismos poseen su máximo crecimiento y actividad en este rango. Por lo general el resultado final tiende a ser neutro o poco alcalino. Un PH ácido es la consecuencia de escasa aeración o exceso de humedad (32), (33).

Con la reducción del tamaño de los materiales, se acelera la descomposición, porque se aumenta el área superficial para el ataque de los microorganismos y se aumenta el área de contacto entre los diferentes materiales.

Una exagerada reducción del tamaño de los componentes conduce, sin embargo, a compactación y escasa aeración (29), (32), (33).

La composición granulométrica del suelo puede tener influencia sobre el proceso de compostaje. Un suelo muy arenoso provoca una rápida evaporación de la humedad y facilidad a la lixiviación de los elementos nutritivos. Es recomendable de usar arcillas como fondo, como capas intermedias y como mantillo porque favorecen la formación de complejos organosminerales (9) (16), (32).

Los factores climatológicos como temperatura y precipitación aumenta la velocidad del proceso de descomposición en el trópico, sin embargo, la distribución de las lluvias requiere medidas específicas. En la temporada de la alta precipitación es necesario de establecer una protección y/o drenaje en el lugar de compostaje (9), (16). En el período seco se recomienda de usar pilas semienterrados para evitar la evaporación de la humedad.

**Aplicación del Compost en el Campo.**

Entre la literatura revisada existen diferentes opiniones sobre el criterio para decidir el momento de aplicación del material en el cultivo. Un indicador importante es la relación carbono/nitrógeno. Esta debe ser aproximada-

mente 10 - 15 sino se provocaría una inmovilización del nitrógeno por los microorganismos. Se propone usar métodos microbiológicos para la calificación correcta del material, otros indican que pruebas con H<sub>2</sub>S, plántulas ó pruebas cromatograficas son los más apropiados (26), (29). (30).

Del punto de vista práctico, el compost cuando tiene una estructura negra y granular parecido a tierra hídrica, se puede enterrar perfectamente en los primeros 10 cm, del suelo. Por otro lado si el material está crudo ó semidescompuesto no se debe enterrar porque el contacto con las raíces puede ser tóxico. Sin embargo, se puede agregar al suelo en forma de cobertura (15), (22), (23), (26).

Nivel de aplicación: La cantidad de compost que se aplica depende de la fertilidad original del suelo, de que clase de siembra han sido hechos en él, de la clase de cultivo que se quiere sembrar y de la calidad del material fertilizante (5).

Se aplican alrededor de 60 ton/ha. en la horticultura como promedio .

- Se recomienda de mezclar la mitad del compost con los primeros 4 o 2 cm de suelo y la otra mitad se agrega directamente en el lugar destinado para la semilla (18), (19), (33).

Experimentos revisados dieron evidencia de que el abono orgánico necesita menos aplicación que el abono químico, esto se debe principalmente a que el fósforo y el nitrógeno en la materia orgánica no son solubles en agua (5), (19). La aplicación de 13.6 ton/ha de estiércol sobre fondo medio de abo -

Los fertilizantes minerales proporcionó un incremento de la cosecha de papa del 25 %, del maíz para ensilaje del 11 - 14 % y de la remolacha azucarera del 30 %. Como promedio, por cada 4.5 ton/ha. de estiércol, el incremento de la cosecha en todos los cultivos fue de 6.7 qq de cereales. El contenido de carbono en el suelo aumenta anualmente en 6.8 ton. de humus por hectárea, aplicando 4.5 ton/ha. de estiércol. El residuo de estiércol después de la descomposición, que asciende al 19 % de la dosis aplicada, influye notablemente en preservación de la materia orgánica en el suelo. Los experimentos demostraron que la movilización anual de las reservas de nitrógeno del suelo aumenta al aumentar el contenido de carbono (28).

## M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

El diseño experimental se realizó en la hacienda " El Plantel ", km 43 carretera Tipitapa-Masaya, propiedad del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA) durante el periodo de Julio 1984 a Diciembre 1985

El suelo de esta propiedad corresponde a la clasificación siguiente:

- Orden: Molisols
- Sub-orden: Ustolls Fuente Bibliográfica
- Gran-grupo: " Typic Durustolls "

Se caracteriza por ser un suelo profundo a moderadamente superficial, bien drenado, con un subsuelo arcilloso de color pardo rojizo y que está sobre un sustrato endurecido continuo pero fragmentado. Los suelos se han desarrollado de ceniza volcánica que descansa sobre arcilla, toda parcialmente meteorizada, se encuentra en las planicies ligeramente a fuertemente ondulado. Es ligeramente ácido, con una permeabilidad moderada y con una capacidad de humedad disponible moderada a moderadamente alta. El contenido de materia orgánica es moderadamente alto en los primeros horizontes y moderado en el sub-suelo. Los suelos están bien provistos de bases intercambiables y la saturación de bases en el sub-suelo es mayor del 65 %. Son deficientes en fósforo, pero el contenido de potasio asimilable es medio. La textura es franco-arcilloso. El grado de erosión está en función de la pendiente: los lugares con 8-15 % de pendiente están severamente erosionados. Por lo general, 25 % del suelo superficial se perdió por ero-

sión. Las prácticas de conservación de suelos, recomendadas son: incorporación de residuos vegetales, abono verde, teraza y rotación de cultivos .

El ecosistema pertenece a la zona de vida transicional entre bosques tropical seco y bosque tropical húmedo. La vegetación natural era de bosques moderadamente densos, pero en la actualidad casi todos los bosques han sido talados y están usados para cultivos y pastos. El promedio anual de precipitación es de 1098.6 mm/año

El cultivo utilizado en el experimento es maíz (Zea mays L) variedad NB 5, mejorada de polinización libre con un ciclo vegetativo de 115 días, como planta indicadora.

La metodología experimental empleada incluye dos ensayos durante dos años consecutivos sobre el mismo terreno. El primer año se probó una dosis inicial óptima y en el segundo año se trató de encontrar el tratamiento con mayor efecto residual. El diseño utilizado corresponde a un diseño en parcelas divididas arreglado en tres bloques.

Los tratamientos en las parcelas grandes ocupan los tres diferentes abonos orgánicos, elaborados con los siguientes materiales:

Desechos del mercado mayor: se recolectaron 110 m<sup>3</sup> de desechos, compuesto en un 90 % de desechos orgánicos como frutas podridas, tallos de cebollas y remolacha, pinzotes de plátano etc. 10% eran desperdicios inorgá-



- nicos como plásticos, latas, papel y vidrio. Debido a la estación seca, se seleccionó el tipo de compostaje semienterrado para evitar la evaporación de la humedad inicial. El material fué depositado en 7 de las 8 fosas existentes, la última fosa quedó libre para ocuparla en el volteo (fig 3). Las fosas de tamaño de 10 x 2 x 0.6m se llenaron hasta una altura de 0.4 m sobre el nivel del terreno, de tal manera se obtuvo un volumen de 20 m<sup>3</sup> por pila. Al final se taparon con una capa de tierra de 5 cm de espesor. La reducción del volumen original era de aprox. 60 %.
- Residuos vegetales con estiércol: 0.4 m<sup>3</sup> de estiércol vacuno, 0.2 m<sup>3</sup> de gallinaza con cascarilla de arroz, 1.2 m<sup>3</sup> de material vegetal como malezas del vivero, hojas y ramitas, 0.2 m<sup>3</sup> de tierra se depositaron en capas según el método Rondale (fig. 4). La pérdida en volumen con respecto al volumen inicial era de un 50 %.
- Desperdicios de un barrio 5.5 m<sup>3</sup> de desperdicios orgánicos de 05 familias se recolectaron durante 6 días consecutivos. El material era compuesto por cáscaras de cítricos, plátano y verduras, restos de comida envueltos en papel periódico y un aprox. 25 % de hojas de mango, acacia, Imendro etc. Los desechos se depositaron en una fosa de tamaño de 6 x 2 x 0.5 m. Después de cada deposición se tapó la fosa con una capa de tierra de 5 cm, para evitar la contaminación ambiental. La reducción de volumen era de un 45 % con respecto al volumen original .
- Los tratamientos en las parcelas pequeñas ocuparon los diferentes niveles de aplicación de los abonos: 15, 30 y 45 ton/ha de peso seco de compost; más dos testigos, uno sin aplicación de fertilizante ninguno y otro con

aplicación de fertilizante químico en la siguiente dosis: 10 kg de N/ha, 60 kg de P/ha y 20 Kg de K/ha.

La parcela experimental constó de 5 surcos de 5 m de largo y separados a una distancia de 0.84 m (33) se sembraron tres semillas por golpe cada 0.5 m, raleando después de 20 días, dejando dos plantas cada 0.5 m. La parcela útil comprendió los tres surcos centrales, eliminando la primera y última planta dejando así un surco útil de 4.5 m de largo. La población teórica por parcela útil era de 54 plantas. Entre las subparcelas se sembró un surco sin tratamiento como límite y entre los bloques hubo una distancia de 1.5 m.

Los resultados se analizaron por el método común de análisis de varianza, por la prueba de DUNCAN y el análisis de regresión.

La preparación del suelo se realizó dos meses antes de la siembra cuando se preparo con arado y grada el terreno. Posteriormente el subsolador marcó los surcos en los cuales se aplicaron los abonos orgánicos seis semanas antes de la siembra a una profundidad de 10 a 15 cm, por razones organizativas.

La siembra se efectuó de forma manual sobre estos mismos surcos. El fertilizante químico se aplicó dos veces: la fórmula completa 12-30-10 a momento de la siembra en dosis de 200 kg/ha y la urea al 46 % a los 30 días después de la siembra en dosis de 165 kg/ha.

Durante el segundo ensayo se preparó la tierra nuevamente con sub-solador. Después se preparó manualmente la cama de siembra para no revolver los trata-

mientos. Solamente el fertilizante químico se aplicó de nuevo al momento de la siembra en las mismas dosis que en el primer ensayo. El abono orgánico no se aplicó otra vez.

#### Variabes a estudiar

Para efectuar el análisis de rendimiento se cosecharon las mazorcas de las plantas de la parcela útil a los 115 días después de siembra, y se evaluaron los siguientes parámetros:

- Número de plantas por parcela útil
- Peso de granos por parcela útil: se resta el 20 % del peso total de las mazorcas.
- Rendimiento en Kg/ha, considerando una humedad de 14 % como representativo para los granos de venta.

Para el análisis de la planta, se midió su altura después de 30 y 60 días de la siembra en 10 plantas por parcela útil. El peso seco de la planta se obtuvo después de 30 días, sacando una muestra de dos plantas representativas por parcela durante 60 horas en el horno eléctrico a una temperatura de 75°C. El diámetro del tallo se midió con vernier a los 30 y a los 60 días en el primer entrenudo de la parte ancha del tallo en 10 pts. por parcela útil.

#### Análisis Económico

El análisis económico se realizó según el método convencional de determinación de la relación beneficio/costo, el cuál se aplica para encontrar la

máxima rentabilidad en el uso de los fertilizantes químicos.

En la evaluación de los costos variables de los abonos orgánicos se tomaron en cuenta ciertas consideraciones, expuestas en el capítulo "Discusión", porque no existe un método definido para el análisis económico de las propiedades múltiples de los abonos orgánicos tal como es el mejoramiento de las propiedades físicas y biológicas del suelo y la disminución de la contaminación ambiental.

## RESULTADOS

**Efecto sobre el rendimiento del primer ensayo.**

El análisis de varianza demostró un efecto significativo entre las diferentes dosis de fertilización orgánica sobre el rendimiento del maíz (Tabla - 1,2). Una diferencia significativa entre los diferentes tipos de abonos no se encontró, sin embargo, hubo diferencias entre los niveles de cada uno de los abonos (Tabla. 3).

El mayor rendimiento se logró obtener con la aplicación de 45 ton/ha. del abono orgánico, elaborado a partir de desechos del mercado mayorde Su rendimiento promedio era de 4.42 ton/ha y se diferenció significativamente contra todas las medias de los otros niveles de éste abono, incluye o el fertilizante mineral 1 (Tabla. 3).

Los tratamientos 15 y 30 ton/ha. de compost obtuvieron un resultado promedio de 3.5 ton/ha, mientras que el rendimiento de la fertilización mineral era de 3.31 ton/ha. y lo del testigo absoluto de 2.7 ton/ha. Esto significa que los niveles 15 y 30 ton/ha. de compost superaron al testigo en un 30 %, mientras que el nivel de 45 ton/ha. de compost aumentó en un 63.7 % de rendimiento con respecto a la aplicación 0 (Tabla. 3).

Según el análisis de regresión (fig.5) se obtuvo la ecuación de regresión :  $y = 2.909 + 0.03 x$  y un coeficiente de correlación de  $r = 0.934$ . A partir de la ecuación se calculó una cantidad de 15 ton/ha. de compost como necesaria para alcanzar el rendimiento del fertilizante químico.

La adición del compost de residuos vegetales y estiércoles no logró aumentar la eficiencia comparado con el producido a partir de los desechos del mercado mayor. Se necesitaban 20.5 ton/ha de éste compost para alcanzar el rendimiento del maíz con aplicación de fertilizante químico.

Esta cantidad fué calculada a partir de la ecuación de regresión para este abono que es:  $y = 2.808 + 0.024 X$ . El coeficiente de correlación es  $r = 0.964$  y el análisis de regresión destaca diferencia significativa (fig 5).

La separación de medias de los niveles de este abono resultó similar al tratamiento anterior (compost del mercado mayor), es decir, solo el nivel 45 ton/ha de compost se diferenció significativamente contra los niveles restantes, sin embargo, el rendimiento promedio cuando se aplicó 45 ton/ha fué de 4 ton/ha (tabla 3).

El tratamiento que dió la menor respuesta del cultivo del maíz, fue la aplicación del abono orgánico, elaborado a partir de desperdicio de un barrio. Su mayor nivel, 45 ton/ha no alcanzó el rendimiento del fertilizante químico

La separación de medias, según la prueba de DUNCAN, confirmó que no existe diferencia significativa entre las medias de las dosis y los testigo.

La recta de regresión ilustra con su ligera pendiente el resultado obtenido (fig. 5).

A partir de la ecuación  $y = 2.337 + 0.067 x$ , se calculó una cantidad de 143 ton/ha para alcanzar el rendimiento del fertilizante químico, sin embargo, esta cantidad no se puede tomar en consideración desde el punto de vista económico. El coeficiente de correlación es de:  $r = 0.992$  y el análisis de re-

gresión resultó altamente significativo (fig. 5).

Efecto sobre el crecimiento.

La evaluación de la altura de la planta presentó a los 30 días diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a las dosis de compost (Tabla. 4).

Es notable que el crecimiento de la planta de maíz a los 30 días (antes de la aplicación de úrea) bajo fertilización mineral no era superior al crecimiento del testigo absoluto, mientras que las plantas bajo fertilización orgánica tenía una ventaja continua sobre el testigo. A los 60 días, después de la aplicación de úrea, las plantas abonadas con fertilizante químico superaron en altura el testigo 0, pero siempre quedaron inferior que las plantas fertilizadas con compost, excepto las parcelas tratadas con compost del barrio. La separación de medias de altura a los 30 días, detectó que el nivel 45 ton/ha. de compost del mercado mayor se diferencia contra todos los tratamientos significativamente, mientras que los otros dos tipos de abono no demostraron diferencia. (Tabla) 5).

A los 60 días, el crecimiento vegetativo una vez concluido, refleja diferencias más notables. La prueba de DUNCAN demuestra que el compost del mercado mayor presenta diferencias significativas en todos los niveles de fertilización orgánica con respecto al testigo y en sus mayores (45 ton/ha y 30 ton/ha), se diferencia también contra el fertilizante químico. Los tratamientos con compost de residuos vegetales y estiércol, también se destacaron con respecto

al testigo, pero no con respecto a la fertilización química. (Tabla. 7).

El tratamiento con compost a partir de desechos del barrio demostró un crecimiento más reducido que el fertilizante químico y el testigo. 0.

#### Peso seco.

El análisis de varianza del peso seco, tomado a los 30 días después de siembra, demostró diferencia significativa entre los niveles e interacción. (Tabla. 8).

Las plantas con aplicación de 45 y 30 ton/ha de compost del mercado mayor tenfa doble peso que el testigo absoluto y el de fertilización química, es decir, que hubo un aumento de un 100 % de biomasa, mientras tanto el tratamiento de 45 ton/ha con compost de residuos vegetales y estiércol logró 60 % de diferencia en peso seco con el testigo (Tabla. 9).

#### Diámetro del Tallo.

A los 30 días después de la siembra, las aplicaciones de 45 y 15 t n/ha de abono orgánico fueron superiores a los demás tratamientos. A los 60 días después de la siembra, todos los niveles de aplicación de abonos orgánicos y también del fertilizante químico superaron al testigo o estadísticamente (Tabla 10-13).

#### Efecto sobre el rendimiento del segundo ensayo.

El análisis de varianza de los datos de rendimiento durante el segundo año del ensayo, presentó resultados similares al primer año, siendo no significativa la diferencia entre los tipos de abono y altamente significativa la



diferencia entre las dosis de aplicación (Tabla. 14, 15). Separando las medias de las dosis en general se refleja que el fertilizante químico nuevamente aplicado y el nivel de 45 ton/ha se diferencia todavía significativamente de los demás niveles inferiores (Tabla. 16).

Analizando los abonos orgánicos uno por uno, se nota que en el segundo ensayo, el abono elaborado con residuos vegetales y estiércol, presentó un mayor rendimiento y la aplicación de 45 ton/ha, todavía superó al testigo absoluto en un 118 %. También la dosis de 30 ton/ha indicó todavía un efecto residual y su rendimiento era estadísticamente igual que la fertilización química y el nivel de 45 ton / ha (Tabla. 16). Mientras tanto no existe diferencia significativa entre el nivel de 15 ton/ha y el testigo 0.

En comparación con el año anterior, el abono elaborado con desperdicios del mercado mayor ha perdido influencia sobre el rendimiento; solamente la dosis de 45 ton /ha fue estadísticamente igual que la fertilización química, pero numéricamente inferior, superando al testigo en un 56 % ; todos los niveles restantes no demostraron diferencia significativa. (Tabla. 16).

El análisis de rendimiento obtenido con el abono elaborado a partir de desperdicios de un barrio, nuevamente no demostró un efecto positivo, en este caso solamente la fertilización química se diferenció significativamente. (Tabla. 15).

En resumen se puede afirmar que los rendimientos en general han sido inferiores al del primer año por factores que se van a discutir más adelante.

#### Comportamiento del crecimiento vegetativo durante el segundo ensayo

Los análisis de varianza de las variables de crecimiento en el segundo año demostraron un resultado igual que el análisis de rendimiento, pero las separaciones de medias lograron destacar algunas particularidades.

Durante el primer mes los niveles de 30 y 45 ton/ha de abono, elaborado con residuos vegetales y estiércol, presentaron el mejor crecimiento con diferencias de 38 cm (51 %) en altura con respecto al testigo. El peso seco fué superior en un 72% y el diámetro en un 68 %. Mientras tanto, ni los otros abonos orgánicos, ni la fertilización química demostraron efecto significativo en este momento. (Tabla. 17, 20).

Sin embargo, a los 60 días se notó, igual que en el año anterior la superioridad del fertilizante químico, presentando mayor altura en comparación con todos los abonos orgánicos, pero estadísticamente fué cual que el tratamiento con la dosis de 45 ton/ha. El análisis fué muy similar al resultado de los rendimientos, destacándose como mejor abono orgánico, el de residuos vegetales con estiércol en sus dosis de 45 y 30 ton/ha. (Tabla. 21, 22).

## D I S C U S I O N

**La influencia de los diferentes abonos sobre el rendimiento .**

**El alto rendimiento del compost, elaborado con desechos del mercado mayor, durante el primer ensayo, podría haber sido causado por la mayor concentración de nutrientes solubles, en particular de nitrógeno (Tabla 26) Una mayor solubilidad de éste abono orgánico se podría explicar por el carácter de la materia prima, la cuál constó principalmente de frutas dañadas en estado de pudrición, cuya composición bioquímica es fácilmente dirigible por microorganismos en condiciones de humedad favorable.**

**Las frutas por lo general poseen un alto porcentaje de sus carbohidratos en forma de azúcares como la fructosa y sacarosa, que son solubles en agua, igualmente son ricas en pectinas solubles en agua. Las protopectinas, componentes de su pared celular se transforman en estado de maduración también en pectinas solubles. El contenido de fibras en éste material es relativamente bajo; en el caso del compost del mercado mayor ocupó un 2 % de la muestra. (Tabla 23).**

**En la etapa de descomposición microbiológica-bioquímica de la materia orgánica son degradados en primer lugar los carbohidratos solubles, el almidón, las pectinas y las proteínas. Después ocurre la degradación de la celulosa por bacterias y se pierde la estructura química de los restos, quedando sólo la lignina, la cuál solo puede ser descompuesta lentamente por algunos basidiomicetos (fig. 2). Por lo tanto la velocidad de la degradación de la materia orgánica, depende en primer lugar de la composición química del sustrato (9).**

La alta velocidad de descomposición del material del mercado mayor durante el compostaje (3 meses) se podría explicar por lo anteriormente expuesto. Sin embargo, este material al aplicarlo en estado descompuesto todavía no había terminado su proceso de huminización, lo que podría implicar que su solubilidad era mayor que la de un abono maduro.

Según la revisión de literatura, las sustancias húmicas adquieren una mayor estabilidad y un mayor peso molecular con el tiempo que dura el compostaje. Los abonos maduros, obtenidos con compostajes de un año ó más, poseen un mayor efecto estructural sobre el suelo y pueden lograr una acumulación de las huminas porque su mineralización es más lenta. La vez esto significa que los nutrientes de un abono de menor tiempo de compostaje sufren en el campo una mineralización de mayor velocidad, proporcionando las plantas con elementos nutritivos a corto plazo. Este comportamiento ha sido confirmado con los ensayos de campo de Springer (1947 54) y de Sauerlandt (1956) (11). El efecto a corto plazo del abono del mercado mayor sobre el rendimiento del cultivo de maíz se podría explicar con el estudio de estos investigadores. El bajo rendimiento en el segundo año confirma esta suposición ya que el efecto residual no era suficientemente alto para lograr un rendimiento alcanzado por el cultivo al aplicar el fertilizante químico, es decir la rápida descomposición del material orgánico no permitió lograr un efecto a largo plazo bajo las condiciones climáticas de este período.

El rendimiento obtenido por el compost de materiales vegetales y estiércoles fué ligeramente inferior al del mercado mayor, sin embargo, en el segun-

do ensayo logró obtener un efecto residual significativo. Este comportamiento se podría explicar por un lado por el tipo de la materia prima de éste abono ya que el estiércol de ganado se caracteriza por no poseer grandes concentraciones de nutrientes, según la revisión de literatura contiene 0.4 % de N, 0.3 % de  $P_2O_5$  y 0.7 % de  $K_2O$  (11); éste dato coincide con nuestro análisis en cuanto al nitrógeno.

El estiércol atribuye al compost sobre todo un mejoramiento de su estructura física por su característica de fomentar la estabilidad de los agregados del suelo y por aumentar la actividad microbiana y la retención de humedad. Al mismo tiempo es menos soluble por su alto contenido de celulosa y con un compostaje correcto, forma un humus estable (Fig 5) (8).

Por otra parte, el compost de residuos vegetales y estiercoles tenía nueve meses de descomposición al aplicarlo en el ensayo, es decir su estado de maduración era mayor que el del compost del mercado. De ahí se supone que las sustancias húmicas poseían una mayor estabilidad lo que podría haber influenciado positivamente en la alta residualidad en el segundo ensayo, cuando una aplicación de 30 ton/ha alcanzó el rendimiento obtenido con el fertilizante químico nuevamente aplicado. Este efecto residual indica que las aplicaciones de esta fuente podrían hacerse más espaciadas que la fuente anteriormente discutida.

Para la interpretación de los resultados del compost, elaborado con desperdicios del barrio, hay que tomar en cuenta los siguientes factores: aunque no

era posible realizar un análisis químico de éste abono, el contenido de sus elementos nutritivos es normalmente bajo la revisión de literatura indica que posee alrededor de 0.3 % de nitrógeno (8).

En las parcelas de campo se notó una fuerte clorosis y un crecimiento reducido en áreas de drenaje deficiente en este caso las parcelas tratadas fueron más afectadas que el testigo. Esta observación coincide con los estudios de varios autores los cuales destacan el efecto tóxico de materiales orgánicos deficientemente descompuesto al enterrarlo en el suelo, cerca del espacio radicular, por el peligro de una inmovilización del nitrógeno y por la posible liberación de sustancias tóxicas, particularmente en condiciones de reducción, donde además se formará una competencia por el oxígeno del suelo entre las raíces y el material orgánico (11) La causa para la descomposición deficiente de los desperdicios urbanos probablemente constituyó el alto contenido de carbono / nitrógeno de su material original, porque poseía un aproximadamente 25 % de hojas de especies difícilmente degradables, papel periódico etc.

Otro estudio, realizado en invernadero con desechos urbanos aplicados como abono orgánico en *Amaranthus* y Maíz, confirma la presencia de toxicidad de cloro lo que condujo a reducciones en el crecimiento durante los primeros 150 días (17). El rendimiento reducido en nuestro ensayo merece una investigación más profunda sobre éste tipo de abono para determinar con mayor exactitud las posibles causas de su efecto.

### Interpretación de los resultados del crecimiento del cultivo

Las plantas, tratadas con compost, que posteriormente presentaron un rendimiento igual ó mejor que las plantas tratadas con fertilizante químico, demostraron a los treinta días un desarrollo vegetativo de mayor vigor (Fig. 7-10). Según la revisión de literatura se ha explicado éste mayor desarrollo juvenil de las plantas con una respiración aumentada por los ácidos húmicos. Estas sustancias podrían servir como una transferencia de  $H^+$  entre los diferentes sistemas enzimáticos, en particular durante el proceso de germinación (11).

El hecho de que las plantas abonadas orgánicamente posean un ventajoso desarrollo juvenil, puede ser de importancia cuando las condiciones agronómicas son adversas, como p. ej. en caso de abundancia de malezas, sequía ó ataque de plagas y enfermedades y cuando el desarrollo inicial de cultivo es lento (11).

La influencia de la humedad sobre los resultados obtenidos.

La humedad es un factor que influye en los resultados de cualquier ensayo de fertilización. En éste experimento había sin embargo, algunas particularidades, En primer lugar no hubo la posibilidad de riego, para las controlar al máximo éste factor. En segundo lugar los dos años de realización de los ensayos han sido diferentes en cuanto a la distribución de las lluvias (Tabla 24).

El ciclo agrícola 84, en especial los meses agosto a octubre fueron de alta pluviocidad, solo en septiembre de éste año cayeron 447 mm de lluvia, de manera que el cultivo no sufrió bajo las limitaciones del agua, más bien se presentaron ciertos problemas de drenaje.

Mientras tanto, el año 1985 se caracterizó por la irregularidad de las lluvias y por algunas sequías marcadas en los meses tradicionalmente lluviosos, tal que en los meses agosto y septiembre se registraron 116 y 59mm respectivamente. La primera sequía durante el tiempo del segundo ensayo, tuvo lugar al momento de la siembra. Sin embargo, para obtener una buena plantación y un desarrollo adecuado de las raíces, la zona de desarrollo potencial de las raíces debe estar húmeda antes de sembrar o poco después de la siembra (7). La segunda sequía abarcó el período de mayor absorción de nitrógeno entre los 30 y 43 días después de la siembra. La solubilización de los nutrientes del abono orgánico es a través de los microorganismos y estos últimos actúan según el grado de humedad existente en el suelo, entonces el proceso de solubilización que normalmente es de forma gradual y continua, se interrumpe y por lo tanto el abono orgánico no es capaz de solubilizar todo el nitrógeno necesario. Esta situación puede justificar en parte la baja altura final de las plantas, en el segundo ciclo, para todos los tratamientos, incluyendo la fertilización química, ya que la altura de las plantas con éste tratamiento era en promedio 17 cm menor que el año anterior.



## **Análisis económico de los tratamientos**

**En el análisis económico se compararon los dos mejores tipos de abono orgánicos con la aplicación del fertilizante químico y el testigo absoluto.**

**En la evaluación se tomaron en cuenta varias consideraciones :**

- **Los costos de elaboración de compost a partir de desechos del mercado mayor, se compensan con el ahorro de los gastos para la eliminación tradicional de estos desperdicios hacia el botadero Acahualinca (15).**
- **Se supone que ésta fábrica de compost estaría establecida en la cercanía del mercado y que la distancia promedio hacia el campo constaría de 15 km.**
- **En la elaboración del compost a partir de desperdicios vegetales y estiércol, se consideró que éstos materiales en condiciones tradicionales no se desechan de una manera ordenada, tal como ocurre en la realidad con el estiércol, la pulpa de café, la gallinaza, etc., por lo tanto no se toma en cuenta un ahorro de gastos a través de la eliminación de restos residuos, aunque de hecho se crea una disminución de la contaminación del medio ambiente. Sin embargo, éste último factor es muy difícil para ser evaluado económicamente.**
- **El cultivo de maíz se seleccionó como planta indicadora debido a su alta sensibilidad hacia la presencia o deficiencia de los diversos elementos nutritivos. Sin embargo, por razones económicas en la aplicación, el abono orgánico se utiliza preferiblemente en cultivos de hortaliza que producen un mayor ingreso por área.**

Bajo estas condiciones mencionadas, el tratamiento que demostró una mayor relación beneficio/costo, en la aplicación de 15 ton/ha de compost del mercado mayor, cuyo coeficiente es de 11.35. Esta relación podría ser mayor si se aplica este abono anualmente ya que bajo las condiciones climáticas mencionadas, éste compost carece de un efecto residual significativo.

De la fertilización química y de la aplicación de 45 ton/ha de compost del mercado mayor resultó un coeficiente de 8.96 y 8.80 respectivamente. Los tratamientos de 30 ton/ha de compost del mercado mayor, de 30 y 45 ton/ha de residuos vegetales y estiércol, todavía presentan una relación beneficio/costo aceptable entre 4.4 y 5.3, mientras que la aplicación de 15 ton/ha de compost de residuos vegetales y estiércol no demostró una eficiencia económica satisfactoria.

Si se considera el ingreso neto como un factor económicamente importante para el agricultor, se puede anotar que las aplicaciones de 45 ton/ha de compost, resultan más rentable en éste sentido; además producirían una mayor acumulación de materia orgánica en los suelos (Tabla. 25).

## C O N C L U S I O N E S

1. - El compostaje es un proceso bioquímico complejo en el cual y que considerar ciertos factores que garantizan las transformaciones microbiológicas de una manera correcta .

La práctica demostró que no se necesita una alta tecnología para elaborar compost. La fabricación del abono orgánico a partir de los desechos del mercado mayor, demostró que manejando correctamente los factores humedad y aereación, se puede obtener a los tres meses un producto beneficioso para los cultivos. Este tipo de compost puede sustituir el fertilizante químico de dosis tradicional, aplicando aprox. 15 ton/ha del material orgánico, como dosis de mayor eficiencia económica.

2. - Rendimientos significativamente mayores que los tradicional ente obtenidos en el maíz con la fertilización mineral, se logran en la aplicación de aprox. 45 ton/ha de compost. El efecto positivo de este nivel se presenta de igual manera en el crecimiento vegetativo, durante el cual se observó una diferencia significativa, sobre el vigor de las plantas desde su emergencia. A la vez produce un ingreso neto máximo al agricultor.
3. - Por otro lado, el experimento demostró que la aplicación de un abono orgánico deficientemente elaborado, no produce efectos positivos sobre el rendimiento de la planta de maíz, más bien puede causar daño en el

crecimiento normal de las plantas. Este hecho no significa que no existe la posibilidad de transformar desechos urbanos en compost, sino demuestra que investigaciones futuras serán necesarios antes de pensar en introducir esta técnica a gran escala.

4. - Con respecto al efecto residual podemos concluir que este depende tanto del tipo de abono, como también del clima, particularmente de la precipitación.

Dentro del ensayo realizado, los compost con formas húmica más estables, como son los abonos con estiércol, poseen un efecto significativo aún en el segundo año con la dosis de 30 y 45 ton/ha lo que aumenta al ahorro en su aplicación,

## RECOMENDACIONES

- El Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias ( ISCA ). Como un Centro de Enseñanza e Investigación, deberá continuar y apoyar el seguimiento del estudio sobre uso y efecto de la materia orgánica en el campo agrícola, ya que esta investigación forma parte de una planificación racional de nuestros recursos nacionales y ayuda encontrar respuesta a los problemas de mantenimiento de la fertilidad de nuestros suelos.
- Se considera también necesario de realizar otros ensayos con compost, para determinar la respuesta de cultivos hortícolas y para analizar dosis complementarias óptimas del fertilizante mineral.
- A través de las investigaciones se podría llegar a un estudio de factibilidad detallado para un eventual establecimiento de una fábrica de compost, a partir de desechos de los mercados y estiércol con una tecnología apropiada.
- Si esta producción de abonos resultara económica, se recomienda introducir inmediatamente esta nueva técnica, considerando la necesidad del país de crear sus propios insumos agrícolas, antes del boicó económico de los EE.UU. y ante de la fuga de divisas necesarias para otras inversiones agrícolas.

5. - El producto elaborado podría ser distribuido a los horticultores que cultivan alrededor de la capital, como también a los huertos comunales que impulsa el PAN.
6. - Este lugar de fabricación de compost, deberá servir además como centro de investigación, para analizar más a fondo el compostaje de desechos urbanos, agrícolas e industriales, de los cuales muchos de ellos presentan actualmente focos de contaminación para el medio ambiente, factor que se podría reducir con la introducción de la técnica del reciclaje.
7. - Paralelamente, UNAG, como organización de los pequeños y medianos productores, deberá recomendar a sus miembros el uso del compost, elaborados con residuos agropecuarios a nivel de finca, como una alternativa a los insumos agrícolas extranjeros y como una medida de protección de la fertilidad de los suelos.

## B I B L I O G R A F I A

1. ANDREAE, B. Die Bodenfruchtbarkeit in den Tropen. Verlag Paul Parey, Hamburg. 1965. pp. 66 - 68.
2. BURNERR, C.A. Empleo de materias orgánicas en la agricultura de Brasil. FAO, Roma, Boletín sobre suelos: Materia orgánica y fertilizantes. 1976. pp 143 - 145.
3. CASTRO, F.S. Conservación de suelos. 3 ed. San José, Costa Rica, IICA, 1982. pp 154 - 167.
4. CHARREAU, Ç. Materia orgánica y propiedades bioquímicas del Suelo en la zona tropical árida del Africa Occidental. FAO, Roma Boletín sobre suelos: Materias Orgánicas y Fertilizantes. 1976. pp. 148 - 165.
5. COOKE, C.W. Fertilizantes y sus usos. México C.E.C.S.A. 1974. p. 86.
6. EGAWA, T. Utilización de materias orgánicas fertilizantes en el Japón. FAO, Roma. Boletín sobre suelos: materia orgánica y fertilizantes. 1976. pp. 109 - 110.
7. FAO. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma. 1979. pp. 109.
8. FAO. El reciclaje de materias orgánicas en la agricultura de América Latina. Roma. 1983. pp. 2-5, 127 - 155.

9. FASSBENDER, H.W. Química de suelos. 1 ed. San José, Costa Rica. IICA, 1984. pp. 66 - 104, 221 - 236.
10. FINCK, A. Cit. por Blanckenburg P. y H.D. Cremer. Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. R.F.A. 1967. pp. 116 - 117.
11. GOTTSCHALL, R. Kompostierung. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe. R.F.A. 1984. pp 33 - 38, 161 - 188.
12. JUNG, L. cit. por Blanckenburg P. y H.D. Cremer Handbuch de Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländer. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. R.F.A. 1967. pp 87.
13. HORNICK, S.B., J.J. Murray, R.L. Chaney. Use of sewage sludge compost for soil improvement and plant growth. U.S. Department of agriculture. Agricultur reviews and manuals. pp. . 1979.
14. IGNATIEFF, V. El uso eficaz de los fertilizantes. Ed. Nacional de Cuba. 1964. pp: 39 - 45
15. IRENA, por OOSTVEEN R. Proyecto Lago Xolotlán. Subproyecto esechos domésticos. Managua, Nicaragua. 1983.
16. IRENA. Taller internacional del lago de Managua. Volúmen II.
17. -INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Soil Organic Matter Studies. Vol. II, ed. I.A.E.A. Viena. 1977. pp 307 - 317; 277-289.



- KAPLAND, D., G. Estes. Organic matter relationship to soil nutrient status and aluminium toxicity in Alfalfa. *Agronomyc Journal* 77 (5). 1985.
- LYNN, R. El manual del Computero. Servicios Educativos de la prensa Rondale, Venezuela. 1978. pp. 1 - 3; 10 - 14; 25 - 26
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Levantamiento de suelos de la región pacífico de Nicaragua. Vol. II. Managua. 1971 pp 47 549.
- ORTIZ VILLANUEVA, B. Fertilidad de Suelos. México. Universidad Autónoma de Chapingo, 1977. p. 210.
- PARR, J.F. Compostes sewage sludge: a potential resource for all Farms. USDA - USDA - ARS, Misc. Pub. No 1422. pp 90 99. 1982.
- PARR, J. F. Crop residuo managment systems. Special public. p. 31 Amer. Soc. Agron., Madison, Wisconsin 1978. pp. 10 - 22.
- PARR, J. F., G.B. Wilson. Efect of certaim chemical and physical factors en the compstry process and product quality. Institute Silver Spring, Maryland. 1978. pp 130 - 137.
- RUSCH, H. P. Bodenfruchtbarkeit. 4 ed. Heidelberg., R.F.A. Haug Verlag. 1980. pp. 211 - 214 .

26. RUNE, J. Métodos Orgánicos en el Huerto. 1 ed. Villecioze . Fran -  
cia. 1979. pp. 22 - 47.
27. SANCHEZ, P.A. Suelos del trópico. Trad. de la 1 era ed. inglesa por  
Edilberto Camacho. San José, Costa Rica. IICA. 1981. pp. -  
167 - 186.
28. SCHNEIDER, E. Influencia de los abonos orgánicos y minerales en el  
contenido de humus en el suelo y en el rendimiento de los culti-  
vos. Información Express: Suelos y Agroquímica (Habana) 7 (5):  
13 - 14,. 1983.
29. SPOHN, E. Selber kompostieren fur Garten und Feld. 2 ed. st Geor -  
gen, R. F. A. Schnitzer - Verlg. pp. 32 - 40; 94 - 102
30. STRICKBERGER, D. Estudio sobre la fabricación de compuestos on des -  
perdicios urbanos. FAO, Roma. Boletfn sobre suelos: materias or-  
gánicas y fertilizantes. 1976. pp. 53 - 70
31. TIETJEN, C. Principales problemas que plantea la utilización e los  
desperdicios urbanos para la producción agrícola y la conserva -  
ción de suelos. pp. 81 - 87.
32. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, US ENVIRONMENTA L PROTECTION AGENCY.  
Manual of composting sewage sludge by the Beltsville aerated pile  
method. Ed. National Technica l Information Service, Spring -  
field, Virginia. 1980. pp. 11 - 14.

33. VOITL, W. Das grosse Buch vom biologischem Landbau und Gartenbau.  
2 ed. Viena, Austrfa, ORAC Verlag. 1980. pp. 108 - 133.

A P E N D I C E

CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ANDEVA Y SEPARACION DE

MEDIOS DE TODAS LAS VARIABLES EN EL PRIMER ENSAYO.

VARIA - BLE.	ANDEVA			FA	SEPARACION DE MEDIAS ( PRUEBAS DE DUNCAN )				R.V.+ EST.				MERC. M				DESP. BARRIO				MEJOR TRATAM				
	FA	FB	AXB		F	B	FQ	0	15	30	45	FQ	0	15	30	45	FQ	0	15	30		45			
Rendimto	n.s	*	n.s.	n.s	a	b	ab	ab	a	ab	b	ab	ab	a	b	b	ab	ab	a	a	a	a	a	MM-45	
Altura (30 d. d.s.)	n.s	*	n.s.	n.s	b	b	ab	ab	a	a	a	a	a	a	b	b	ab	ab	a	a	a	a	a	MM-45	
Peso Se- co(30d. d.s.)	n.s	*	*	M,M	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	a	a	a	a	a	a	MM-45	
Tallo $\phi$ 30 d. d.s.)	n.s	*	n.s.	n.s	cd	d	ab	bc	a	ab	b	ab	ab	a	bc	c	ab	a	a	bc	c	a	ab	ab	MM-45
ALTURA 60 d.d.s	*	n.s	n.s	n.s	ab	b	ab	a	a	ab	b	ab	ab	a	ab	b	ab	a	a	a	ab	b	ab	ab	MM-45
Tallo 60.d.d.s	n.s	*	n.s	n.s	a	b	a	a	a	ab	b	ab	ab	a	ab	b	ab	ab	a	a	a	a	a	RV-45	

Donde : FA = Factor A

FB = Factor B

AXB = Interacción entre Factor A y Factor B.

TABLA : 2 Análisis de varianza, de los datos de rendimiento de grano a 14 % de humedad en ton/ha. Primer Ensayo.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUA_ CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	FREQ. 5 %
Bloque	2	2.874	1.487	164 n,s	6.94
Tipo de Abono	2	7.364	3.692	4.20 n.s	6.94
Error (A)	4	3.499	0.875		
Dosis	4	4.781	1.195	4.02 *	2.78
Interacción Tipo-Dosis	8	2.148	0.268	0.90 n.s	2.36
Error (B)	24	7.135	0.297		
T O T A L	44	27.801			

TABLA : 3 SEPARACION DE MEDIAS, SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN

<u>TIPO DE ABONO</u>		<u>DOSIS</u>		
MM 3.83	a	45 ton/ha.	3.78	a
RV 3.63	a	FQ	3.63	a
DB 2.99	a	30 ton/ha.	3.45	ab
		15 ton/ha.	3.32	ab
		0	2.97	b

SEPARACION DE MEDIAS PARA LAS DOSIS EN CADA UNO DE LOS TIPOS DE ABONO.

MERCADO MAYOREO			DESECHOS DE BARRIO			RESIDUOS VEGETALES CON ESTIERCOL		
45 ton/ha.	4.42	a	FQ	3.31	a	45 ton/ha.	4.03	a
30 ton/ha.	3.51	ab	0	2.70	a	30 ton/ha.	3.36	ab
15 ton/ha.	3.51	ab	45 ton/ha.	2.63	a	FQ	3.31	ab
FQ	3.31	b	30 ton/ha.	2.55	a	15 ton/ha.	3.11	ab
0	2.70	b	15 ton/ha.	2.45	a	0	2.70	b

TABLA: 4 Análisis de varianza de los datos de altura obtenidos a los 30 días d.d. siembra en c.m. Primer Ensayo.

FUENTE DE VARIACION.	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADO	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	FREQ. 5 %
Bloque	2	290.5	145.2	2.60 n.s	6.94
Tipo Abono	2	73.7	36.8	0.70 n.s	6.94
Error (A)	4	223.0	55.7		
Dosis	4	333.2	220.8	2.92*	2.78
Interacción	8	814.3	101.8	1.34 n.s	2.36
Error (B)	24	1.816.5	75.68		
T O T A L	44	4.101.2			

TABLA: 5 Separación de medias, según la prueba de DUNCAN

TIPO DE ABONO			DOSIS	
MM	92.3	a	45 ton/ha.	97 a
RV	83.6	a	15 ton/ha	91 ab
DB	88.2	a	30 ton/ha	90 ab
			FQ	86 b
			0	85 b

Separación de medias para las dosis en c/u de los tipos de abono.

MERCADO MAYOREO			DESECHOS DE BARRIOS		RESIDUOS VE ETALLES CON ESTIERCOL			
45 ton/ha.	107	a	15 ton/ha.	92	a	45 ton/ha.	95	a
30 ton/ha.	94	ab	30 ton/ha.	89	a	15 ton/ha.	89	a
15 ton/ha.	92	ab	45 ton/ha.	89	a	30 ton/ha.	88	a
FQ	86	b	F.Q	86	a	F.Q.	86	a
0	85	b	0	85	a	0.	85	a

TABLA : 6 Análisis de varianza de los datos de altura a los 60 días d.d. siembra, en mts. Primer ensayo

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	FRQ. 5 %
Bloque	2	0.42	0.21	5.80 n.s.	6.94
Tipo Abono	2	0.36	0.18	7.50*	6.94
Error ( A )	4	0.10	0.02		
Dosis	4	0.03	0.02	2.42 n.s.	2.78
Interacción	8	0.05	0.01	0.78 n.s.	2.36
Error ( B )	24	0.21	0.01		
T O T A L	44	1.23			

TABLA : 7 Separación de medias, según la prueba de DUNCAN

<u>TIPO DE ABONO</u>			<u>DOSIS</u>		
MM:	1.88	a	45 ton/ha.	1.88	a
RV:	1.87	a	30 ton/ha.	1.86	a
DB:	1.73		F.Q.	1.85	ab
			15 ton/ha.	1.80	ab
			0	1.76	b

Separación de medias para las dosis en c/u de los tipos de abono.

MERCADO MAYOREO			DESECHOS DE BARRIO			RESIDUOS VEGETALES CON ESTIERCOL		
45 ton/ha.	1.99	a	F.Q.	1.85	a	45 ton/ha.	1.95	a
30 ton/ha.	1.95	a	0	1.76	ab	30 ton/ha.	1.92	ab
15 ton/ha.	1.88	ab	30 ton / ha.	1.71	ab	15 ton/ha.	1.87	ab
F.Q.	1.85	ab	45 ton / ha.	1.69	ab	F.Q.	1.85	ab
0	1.76	b	15 ton / ha.	1.64	b	0	1.76	b



TABLA : 8 Análisis de varianza de los datos de peso seco obtenidos a los 30 días d.d. siembra en g. Primer ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADROS	CUADRO MEDIO	F CALCULADO	F REQUE.
Bloque	2	28.17	14.08	12.17*	6.94
Tipo Abono	2	12.70	6.35	5.49 <sup>n.s</sup>	6.94
Error ( A )	4	4.63	1.16		
Dosis	4	47.86	11.97	4.05	2.78
Interacción	8	58.59	7.32	2.48 <sup>+</sup>	2.36
Error ( B )	24	70.73	2.95		
T O T A L	44	222.67			

TABLA : 9 Separación de medias, según la prueba de DUNCAN.

<u>TIPO DE ABONO</u>			<u>DOSIS</u>		
MM.	9.33	a	45 ton/ha.	8.33	a
RV	6.66	b	30 ton/ha.	7.33	a
DB	6.66	b	15 ton/ha.	7.00	a
			F.Q.	6.00	a
			0.	5.00	a

Separación de medias para las dosis en c/u de los tipos de abono.

MERCADO MAYOREO			DESECHOS DE BARRIO			RESIDUOS VEGETALES ON ESTRIELCOL		
45 ton/ha.	11	a	15 ton/ha.	8	a	45 ton/ha.	8	a
30 ton/ha.	10	a	30 ton/ha.	6	a	30 ton/ha.	6	a
15 ton/ha.	7	b	45 ton/ha.	6	a	15 ton/ha.	6	a
F.Q.	6	b	F.Q.	6	a	F.Q.	6	a
0	5	b	0	5	a	0	5	a

TABLA : 10 Análisis de varianza de los datos de diámetro del tallo, obtenidos a los 30 días d. d. siembra. Primer ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F REQUE.
Bloque	2	0.330	0.165	8.68 <sup>+</sup>	6.94
Tipo Abono	2	0.112	0.056	2.95 <sup>n.s</sup>	6.94
Error (A)	4	0.077	0.019		
Dosis	4	0.924	0.231	6.26 <sup>n.s</sup>	2.78
Interacción	8	0.511	0.064	1.72 <sup>n.s</sup>	2.36
Error (B)	24	0.885	0.037		
T O T A L	44	2.839			

TABLA : 11 Separación de medias, según la prueba de DUNCAN.

TIPO DE ABONO			DOSIS		
MM	1.32	a	45 ton/ha.	1.46	
DB	1.24	a	15 ton/ha.	1.40	ab
RV	1.18	a	30 ton/ha.	1.26	bc
			F.Q.	1.10	cd
			0	1.00	d

Separación de medias para las dosis en c/u de los tipos de abono

MERCADO MAYOREO			DESECHOS DE BARRIO			RESIDUOS VEGETALES CON ESTRIELCOL		
45 ton/ha.	1.6	a	15 ton/ha.	1.5	a	45 ton/ha.	1.4	a
30 ton/ha.	1.5	a	45 ton/ha.	1.4	ab	15 ton/ha.	1.3	ab
15 ton/ha.	1.4	ab	30 ton/ha.	1.2	ab	30 ton/ha.	1.1	ab
F.Q.	1.1	bc	F.Q.	1.1	bc	F.Q.	1.1.	ab
0	1.0	c	0	1.0	c	0	1.0.	b

TABLA : 12 Análisis de varianza de los datos de diámetro de tallo obtenidos a los 60 días d. d. siembra en cm. Primer Ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F EQUES. %
Bloque	2	1.097	0.548	4.49 <sup>n.s</sup>	6.94
Tipo Abono	2	0.196	0.093	0.80 <sup>n.s</sup>	6.94
Error ( A )	4	0.487	0.122		
Dosis	4	0.600	0.150	4.31 <sup>+</sup>	2.78
Interacción	8	0.144	0.018	0.52 <sup>n.s</sup>	2.36
Error ( B )	24	0.836	0.035		
T O T A L	44				

TABLA: 13 Separación de medias, según la prueba de DUNCAN

<u>TIPO DE ABONO</u>			<u>DOSIS</u>		
MM	2.26	a	45 ton/ha.	2.36	a
RV	2.26	a	F.Q.	2.30	a
DB	2.14	a	30 ton/ha.	2.23	a
			15 ton/ha.	2.20	a
			0	2.00	b

Separación de medias para las dosis de c/u de los tipos de abono

MERCADO MAYOREO			DESECHOS DE BARRIO			RESIDUOS VEGETALES		
45 ton/ha.	2.4	a	F.Q.	2.3.	a	45 ton/ha.	2.5	a
30 ton/ha	2.3	ab	45 ton/ha.	2.2	a	30 ton/ha.	2.3	ab
15 ton/ha	2.3	ab	30 ton/ha.	2.1	a	F.Q.	2.3	ab
F.Q.	2.3	ab	15 ton/ha.	2.1	a	15 ton/ha.	2.2	ab
0	2.0	b	0	2.0	a	0	2.0	b

TABLA : 14

CUADRO DE RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ANDEVAS Y SEPARACIONES DE MEDIAS DE LAS VARIABLES MEDIDAS EN EL SEGUNDO AÑO.

VARIABLE	ANDEVAS			SEPARACION DE MEDIAS ( PRUEBAS DE DUNCAN ).																				MEJOR TRATA	
	FA	FB	AXB	F B					RV + EST					M.M					DESP. BARRIO						
				FA	FQ	0	15	30	45	FQ	0	15	30	45	FQ	0	15	30	45	FQ	0	15	30		45
Rendimiento	n.s	*	n.s	n.s	a	c	c	c	b	a	b	b	a	a	a	b	b	ab	ab	a	b	b	b	b	RV-45
Altu.(30.d.d.s.)	n.s	*	n.s	n.s	ab	c	bc	ab	a	b	b	b	a	a	ab	b	ab	ab	a	a	a	a	a	a	RV-30
Peso Seco (30.d.d.s)	n.s	*	n.s.	n.s	ab	c	bc	ab	a	b	b	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	RV-30
Ø de Tallo (30.d.d.s)	n.s	*	n.s	n.s	b	c	bc	b	a	bc	c	bc	ab	a	ab	b	ab	ab	a	ab	b	b	b	a	RV-45
Altura (60.d.d.s)	n.s	*	n.s	n.s	a	c	c	bc	ab	a	c	bc	ab	a	a	b	ab	b	ab	a	b	b	b	ab	FQ
Ø de Tallo (60.d.d.s)	n.s	*	n.s	n.s	a	c	c	b	ab	a	c	bc	ab	a	a	b	b	b	ab	a	b	b	b	ab	FQ

IIIA

Donde : F A = Factor A

F B = Factor B

AXB = Interacción del Factor A y Factor B

NOTA: El análisis estadístico se evaluó al 5 % de probabilidad.

TABLA : 15 Análisis de varianza de los datos de rendimiento de grano a 14 % de humedad, obtenidos en la cosecha del segundo ensayo, en ton/ha.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADO	F.REQ. 5 %
Bloque	2	4.54	2.27	3.85 <sup>n.s</sup>	6.94
Tipo Abono	2	3.39	1.69	2.86 <sup>n.s</sup>	6.94
Error ( A )	4	2.37	0.59		
Dosis	4	19.13	4.78	15.42 <sup>+</sup>	2.78
Interacción	8	5.02	0.63	2.03 <sup>n.s</sup>	2.36
Error ( B )	24	7.53	0.31		
T o t a l	44	41.98			

TABLA : 16 Separación de medias, según la prueba de DUNCAN

<u>TIPO DE ABONO</u>			<u>DOSIS</u>		
MM	2.59	a	FQ	3.33	a
RV	2.27	a	45 ton/ha.	2.66	b
DB	1.91	a	30 ton/ha.	2.03	c
			15 ton/ha.	1.66	c
			0	1.62	c

Separación de medias para las dosis en c/u de los tipos de abono.

MERCADO MAYOREO			DESECHOS DE BARRIO			RESIDUOS VEGETALES CON ESTIERCOL		
FQ	3.33	a	FQ	3.33	a	45 ton/ha.	3.53	a
45 ton/ha.	2.53	ab	45 ton/ha.	1.91	b	FQ ton/ha.	3.33	a
15 ton/ha.	1.91	b	0 ton/ha.	1.62	b	30 ton/ha	2.91	a
30 ton/ha.	1.78	b	30 ton/ha	1.39	b	15 ton/ha.	1.62	b
0	1.62	b	15 ton/ha	1.39	b	0	1.62	b

TABLA : 17 Análisis de varianza de los datos de altura obtenidos a los 30 días d. d. siembra en cm Segundo Ensyao

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	F CALCULADO	F.REQ 5 %
Bloque	2	628.33	314.16	0.89 <sup>n.s</sup>	6.94
Tipo Abono	2	1414.58	707.29	2.01	6.94
Error ( A )	4	1404.47	351.12		
Dosis	4	3672.31	918.07	6.98	2.78
Interacción	8	1891.42	236.48	1.69	2.36
Error ( B )	24	3317.82	139.47		
T O T A L	44	12358.98			

TABLA: 18 Separación de medias, según la prueba de DUNCAN

<u>TIPO ABONO</u>			<u>DOSIS</u>		
RV	97.26	a	45 ton/ha.	102.93	a
MM:	90.45	a	FQ	94.00	ab
DB.	83.53	a	30 ton/ha	94.77	ab
			15 ton/ha.	84.11	bc
			0	76.66	c

Separación de medias para las dosis en c/u de los tipos de abono.

MERCADO MAYOREO			DESECHOS DE BARRIO			RESIDUOS VEGETALES CON ESTIERCOL.		
45 ton/ha.	102.00	a	FQ	94.77	a	30 ton/ha.	115.80	a
FQ	94.77	ab	45 ton/ha	91.00	a	45 ton/ha.	114.70	a
30 ton/ha.	88.33	ab	15 ton/ha.	80.33	a	FQ	94.77	b
15 ton/ha.	82.00	ab	30 ton/ha.	78.66	a	15 ton/ha.	90.00	b
0	76.66	b	0	76.66	a	0	76.66	b

TABLA : 19 Análisis de varianza de los datos de diámetro de tallo, obtenidos a los 30 días d.d. siembra, en mm. Segundo Ensayo

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERT.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRO MEDIO	CALCULADO	F.REQ. 5 %
Bloque	2	4.98	2.49	0.32 <sup>n.s</sup>	6.94
Tipo Abono	2	47.65	23.82	3.15 <sup>n.s.</sup>	6.94
Error ( A )	4	30.22	7.55		
Interacción	8	82.93	10.26	1.39 <sup>n.s</sup>	2.36
Dosis	4	260.80	65.20	8.88	2.78
Error ( B )	24	176.22	7.34		
T O T A L	44	602.25			

TABLA: 20 Separación de medias, según la prueba de DUNCAN

<u>TIPO DE ABONO</u>			<u>DOSIS</u>		
RV:	17.46	a	45 ton/ha.	20.51	a
MM:	16.90	a	FQ	17.00	b
DB:	15.02	a	30 ton/ha:	16.54	b
			15 ton/ha.	14.97	bc
			0	13.30	c

Separación de medias para las dosis en c/u de los tipos de abono.

<u>MERCADO MAYOREO</u>			<u>DESECHO DE BARRIO</u>			<u>RESIDUOS VEGETALES CON ESTIERCOL</u>		
45 ton/ha.	19.6	a	45 ton/ha.	19.6	a	45 ton/ha.	22.3	a
FQ	17.0	ab	FQ	17.0	ab	30 ton/ha.	20.3	ab
30 ton/ha.	16.0	ab	0	13.3	b	FQ	17.0	bc
15 ton/ha.	15.3	ab	15 ton/ha.	13.3	b	15 ton/ha.	16.3	bc
0	13.3	b	30 ton/ha	13.3	b	0	13.3	c

TABLA : 21 Análisis de varianza de los datos de altura (en m) obtenidos a los 60 días después de siembra en el segundo año de siembra.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERT.	SUMA DE CUADROS	CUADRO. MEDIO	F CALCULADO	F.REQ 5 %
Bloque	2	0.15	0.075	2.50 <sup>n.s</sup>	6.94
Tipo de Abono	2	0.14	0.070	2.33 <sup>n.s</sup>	6.94
Error (A)	4	0.12	0.030		
Dosis	4	1.06	0.265	10.78 <sup>*</sup>	2.78
Interacción	8	0.15	0.019	0.76 <sup>n.s</sup>	2.36
Error (B)	24	0.59	0.025		
T O T A L	44	2.21			

TABLA : 22 Separación de medias, según la prueba de DUNCAN

TIPO DE ABONO			DOSIS		
RV:	1.49	a	F.Q.	1.68	a
MM	1.47	a	45 ton/ha.	1.55	ab
DB	1.36	a	30 ton/ha.	1.41	bc
			15 ton/ha.	1.34	c
			0	1.25	c

Separación de medias para las dosis en cada uno de los tipos de abono.

MERCADO MAYOREO			DESECHOS DE BARRIO			RESIDUOS VEGETALES CON ESTIERCOLE		
F.Q.	1.68	a	F.Q.	1.68	a	F.Q.	1.68	
45 ton/ha.	1.52	ab	45 ton/ha.	1.46	ab	45 ton/ha.	1.66	
15 ton/ha.	1.40	ab	30 ton/ha.	1.27	b	30 ton/ha.	1.57	ab
30 ton/ha	1.34	b	0	1.25	b	15 ton/ha.	1.37	bc
0	1.25	b	15 ton/ha.	1.24	b	0	1.25	c





TABLA : 25 ANALISIS ECONOMICO DE LOS TRATAMIENTOS PARA LOS DOS AÑOS DE ENSAYOS

TRATAMIENTOS	COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES	COSTOS TOTALES	INGRESO BRUTO	INGRESO NETO	RELACION BENEFICIO COSTO
0	52222	0	52222	666986	614764	
MM - 15 ton/ha.	"	13780	66002	837205	77103	11.35
- 30 "	"	27560	79782	816526	736744	4.43
- 45 "	"	41340	93562	1072036	978524	8.80
RV - 15 "	"	25393	78615	736741	658126	1.64
- 30 "	"	52786	105008	970078	865070	4.74
- 45 "	"	79180	131402	1166968	1034566	5.30
FQ	"	35843	83070	1024245	936175	8.96

NOTA: El análisis se efectuó en base a los precios de Diciembre 1986, en Córdoba Viejos.

## PRIMER ANALISIS DE SUELO

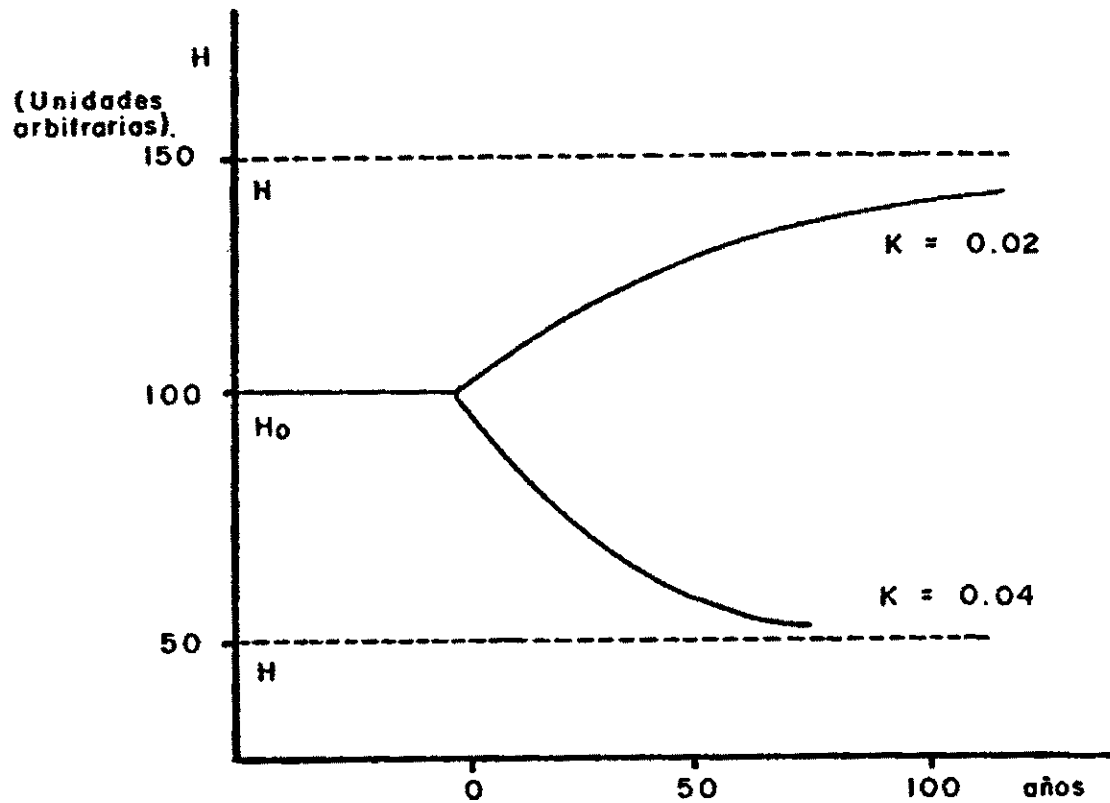
TABLA: 26 Comportamiento de la materia orgánica, nitrógeno total, potasio y pH a los 30 días d.d.s. del primer ensayo

	M.O. %	N %	K, ppm	pH
MM - 45 ton/ha.	5.00	0.25	270	7.15
RV - 45 ton/ha.	4.54	0.19	337	7.00
Ca - 45 ton/ha	4.21	0.16	298	6.90
Testigo " 0 "	4.53	0.22	241	7.05
F.Q. 100-60-20 kg/ha.	4.09	0.18	247	7.67

## SEGUNDO ANALISIS DE SUELO

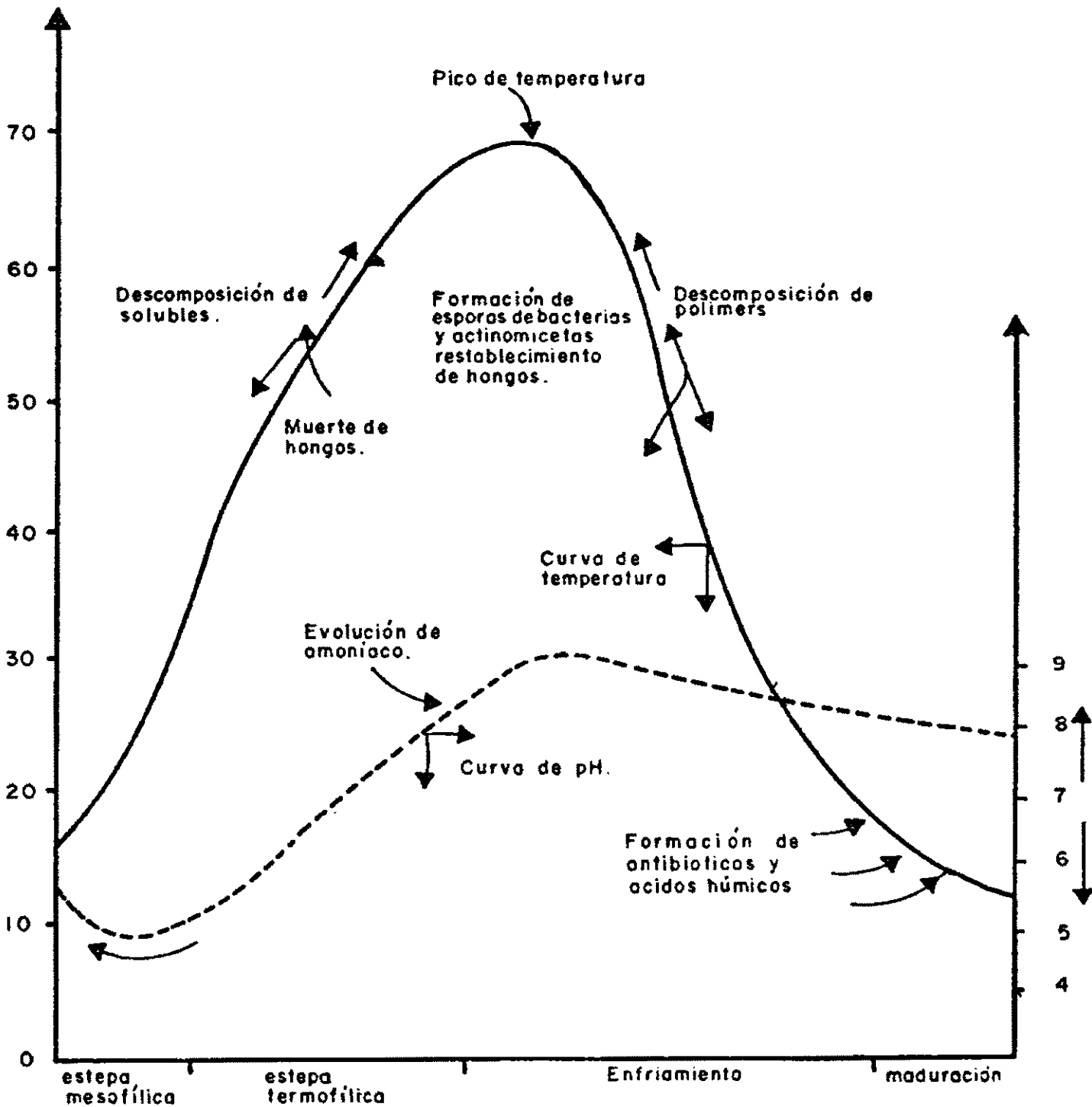
TABLA: 27 Comportamiento de la materia orgánica, nitrógeno total potasio y pH, según nivel de aplicación del compost del mercado mayor después del primer ensayo.

	M.O. %	N %	K, ppm	pH
Testigo " 0 "	4.43	0.21	418.6	6.07
F.Q. 100-60-20 NPK-K <sub>3</sub> /ha	4.42	0.17	286.0	5.07
MM - 15 ton/ha	4.49	0.21	434.2	6.17
MM - 30 ton/ha	4.03	0.20	401.7	6.20
MM - 45 ton/ha	4.58	0.24	525.2	6.13



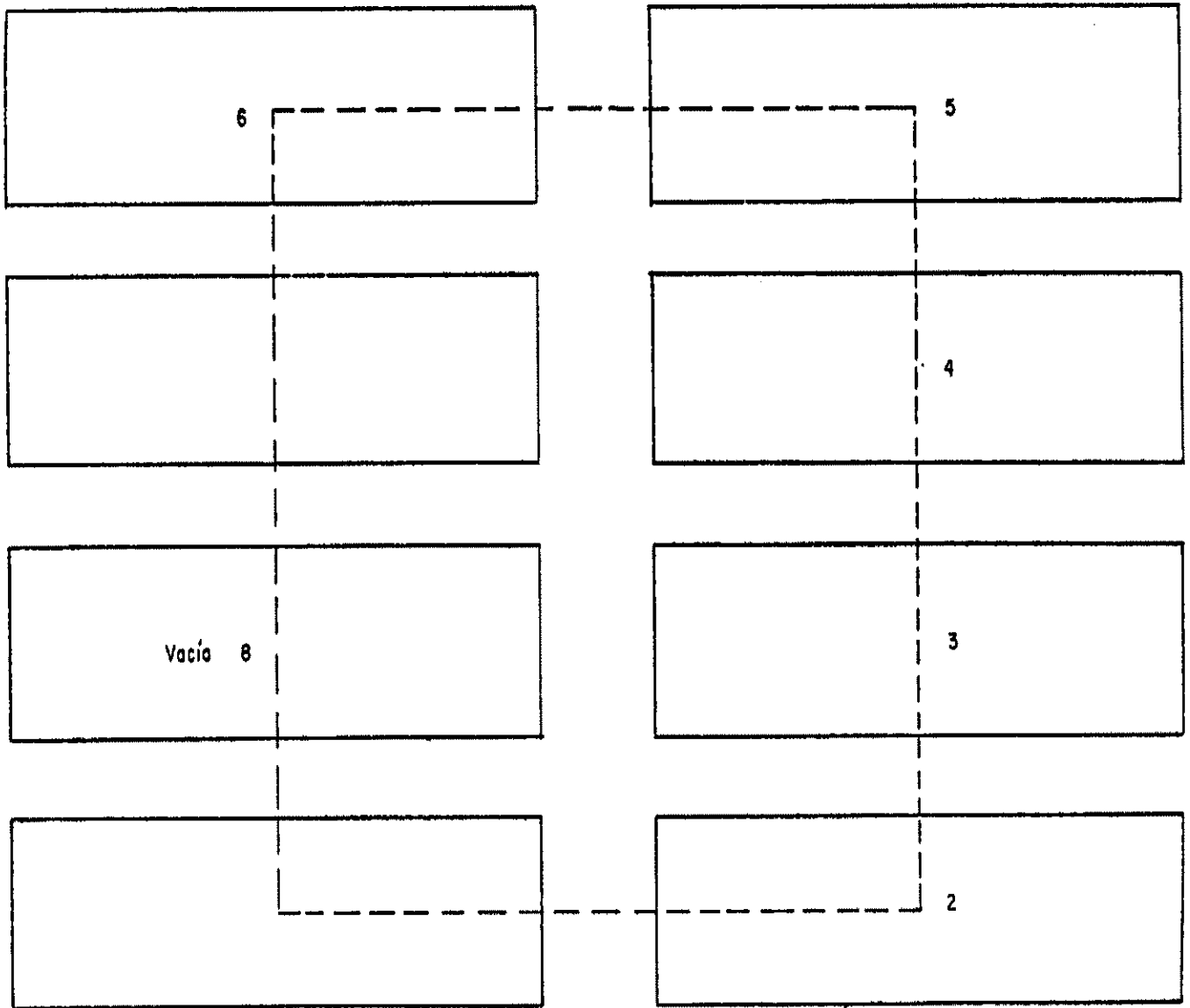
**FIGURA. I:** Diagrama de la ecuación del equilibrio de las materias orgánicas. FUENTE. Charreau, 1976.

Temperatura °C

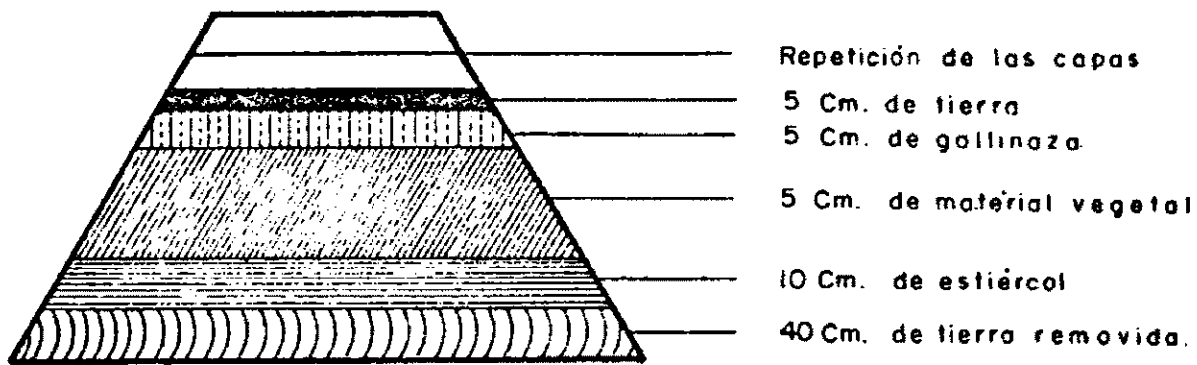


**FIGURA. 2 :** Variaciones de la temperatura y del pH en una pila de compost.

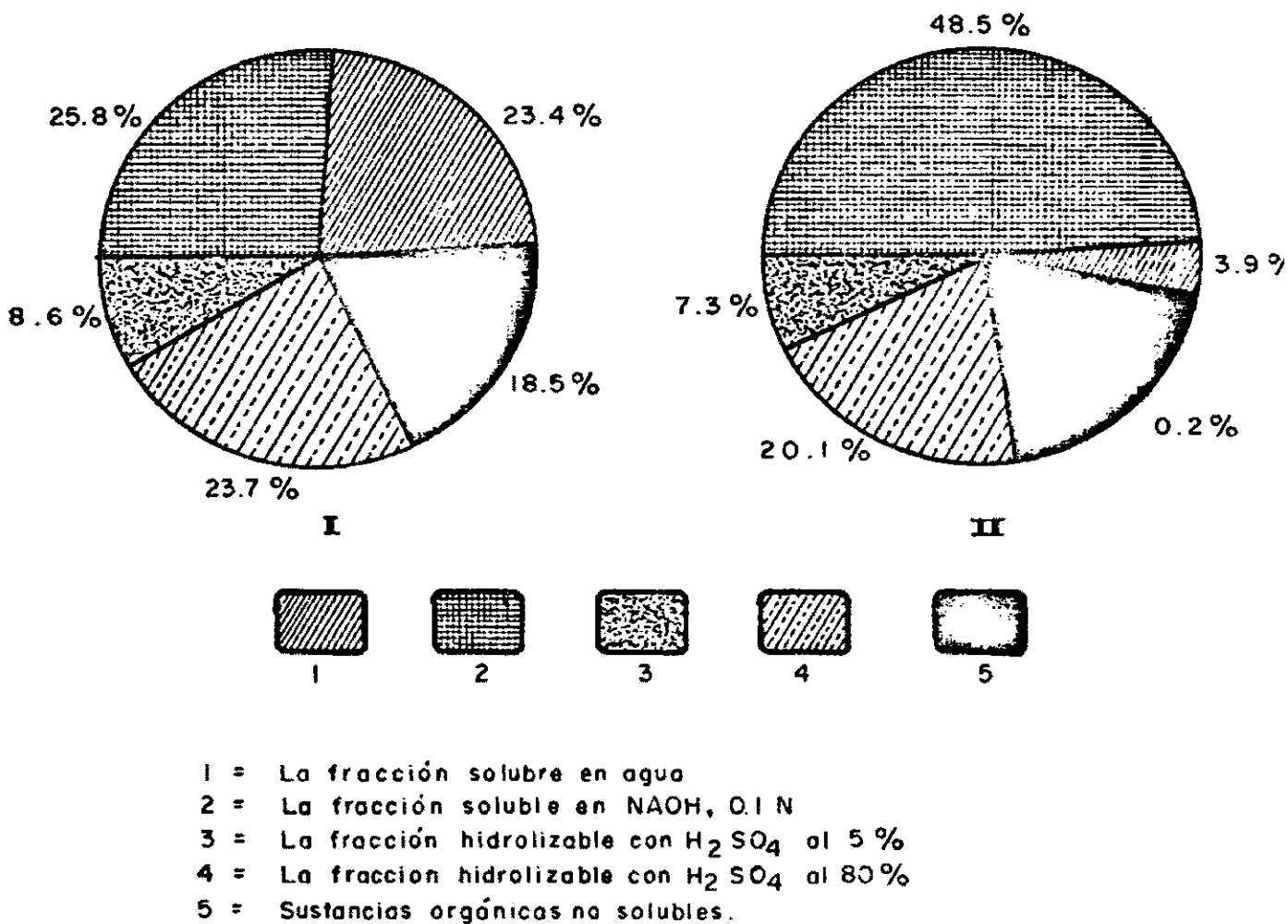
FUENTE : Departamento de estudio e investigación, proyecto Xolotlan, Irena, 1983.



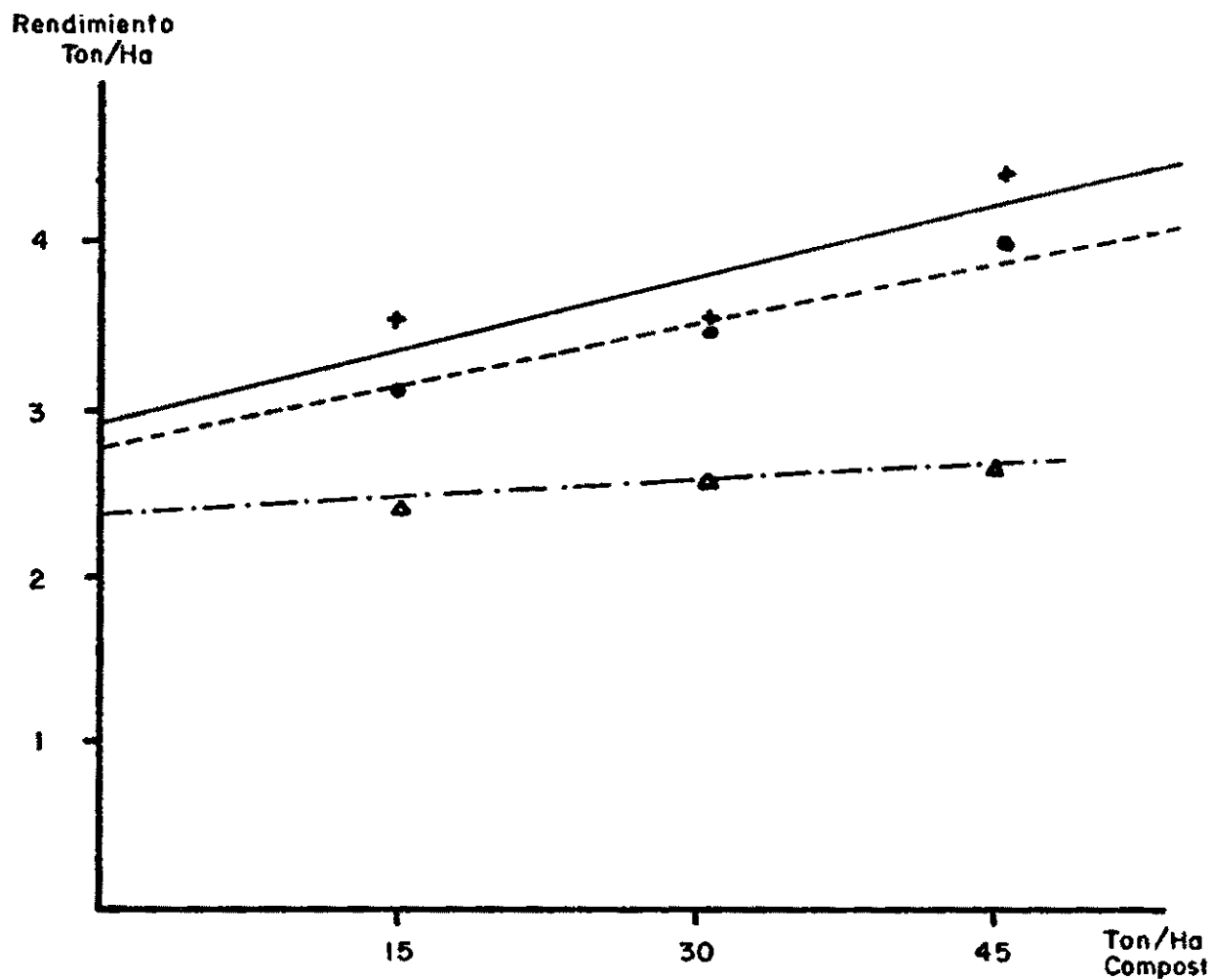
**FIGURA. 3:** Arreglo de las pilas excavadas para el compostaje de los desechos del mercado mayor



**FIGURA. 4.** Elaboración del compost de residuos vegetales y estiércoles, según el método "Rondale"



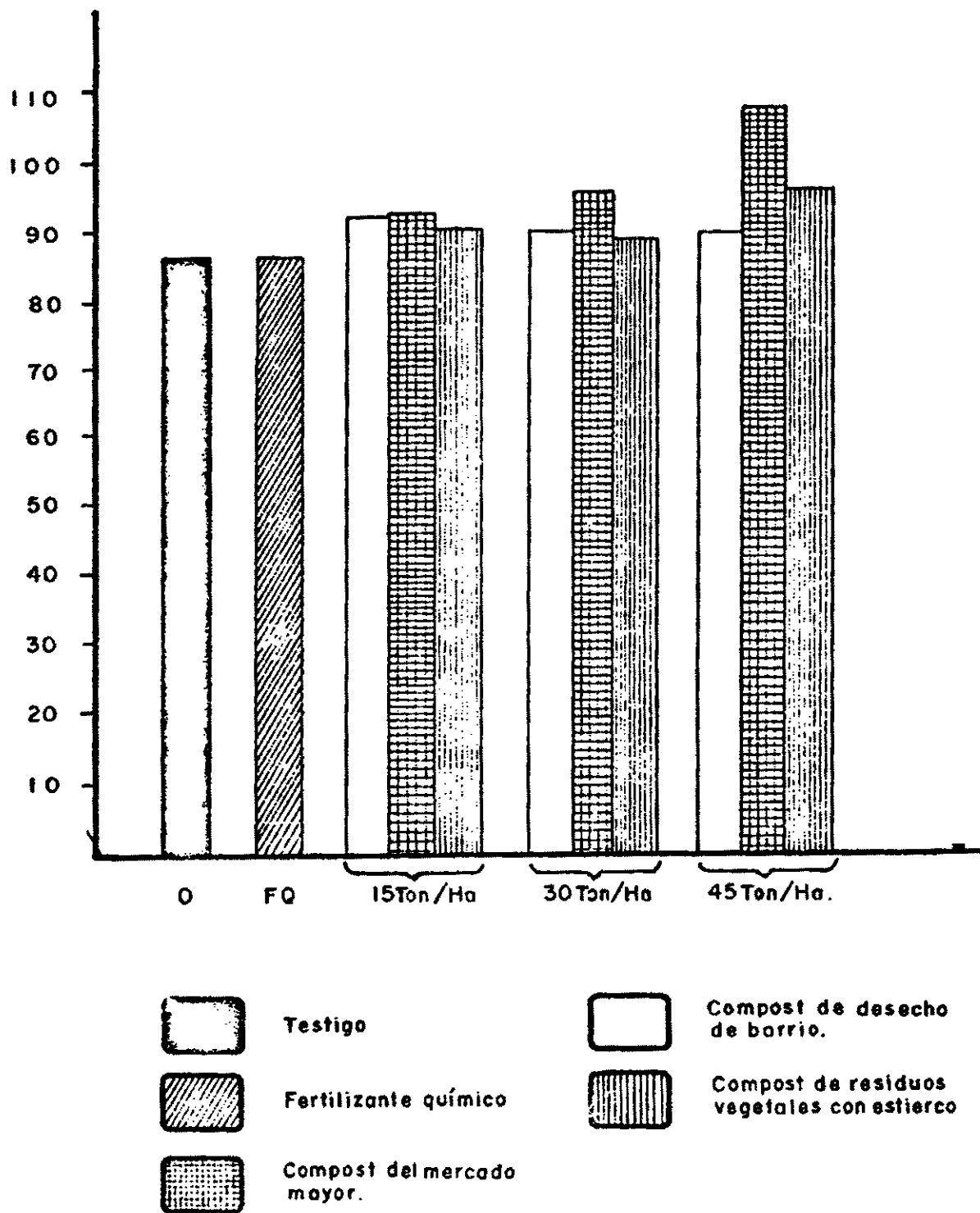
**FIGURA. 6.** Composición de la parte orgánica del estiércol (I) y de la caba formada del mismo después de 3 años de aplicación (II).  
 FUENTE: Egerszegi, 1959 (2).



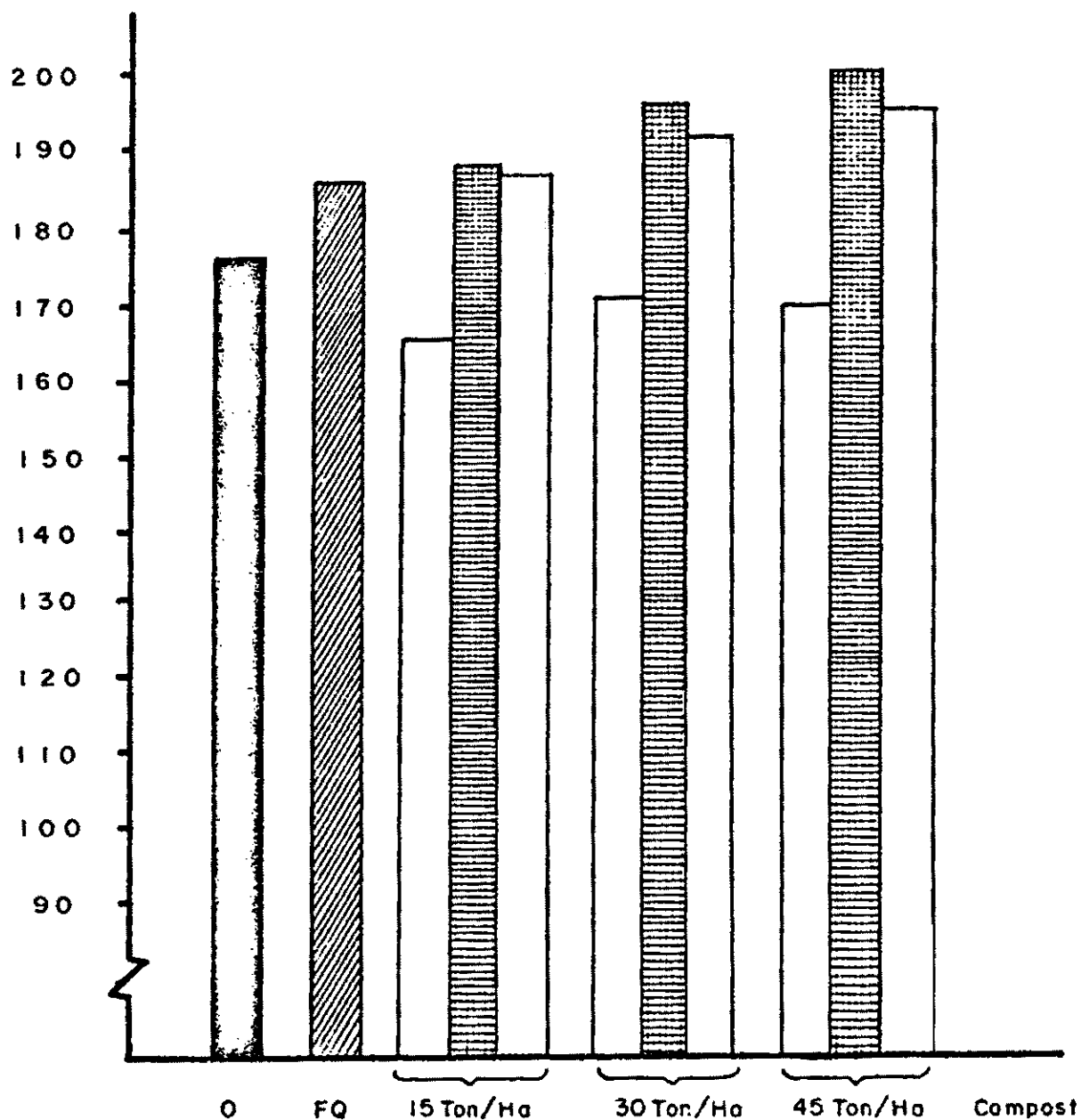
- Compost del mercado mayor  
 Ecuación de regresión  $y = 2.909 + 0.03x$   
 Coeficiente de correlación  $r = 0.934^{n.s.}$
- - - - - Compost de residuos vegetales con estiércol  
 Ecuación de regresión  $y = 2.808 + 0.0245x$   
 Coeficiente de correlación  $r = 0.964^*$
- . - . - . Compost de desechos de barrio  
 Ecuación de regresión  $y = 2.337 + 0.0068x$   
 Coeficiente de correlación  $r = 0.992^*$

**FIGURA. 5.** Rectas de regresión, representando el rendimiento en función de los diferentes niveles de compost. Ensayo I.

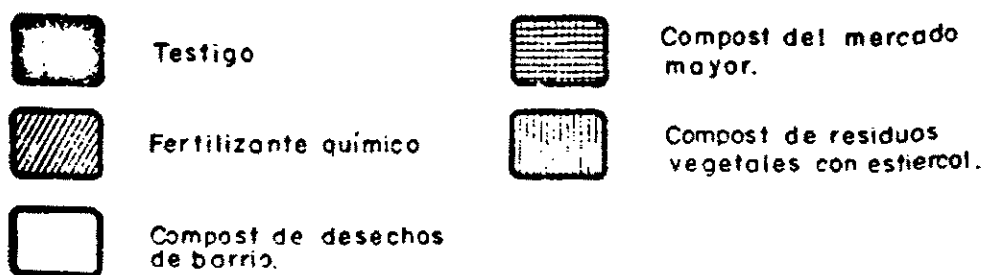
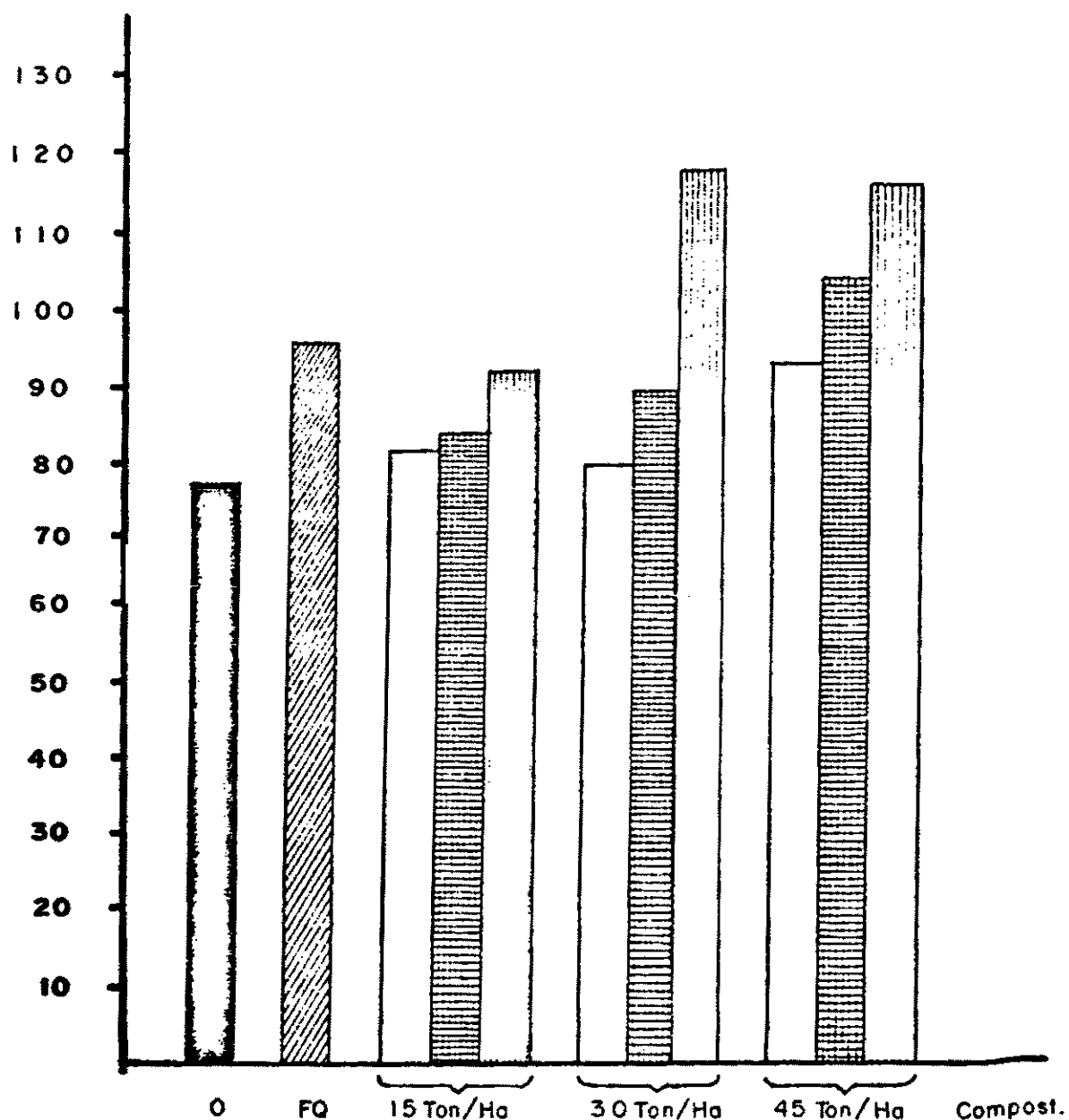




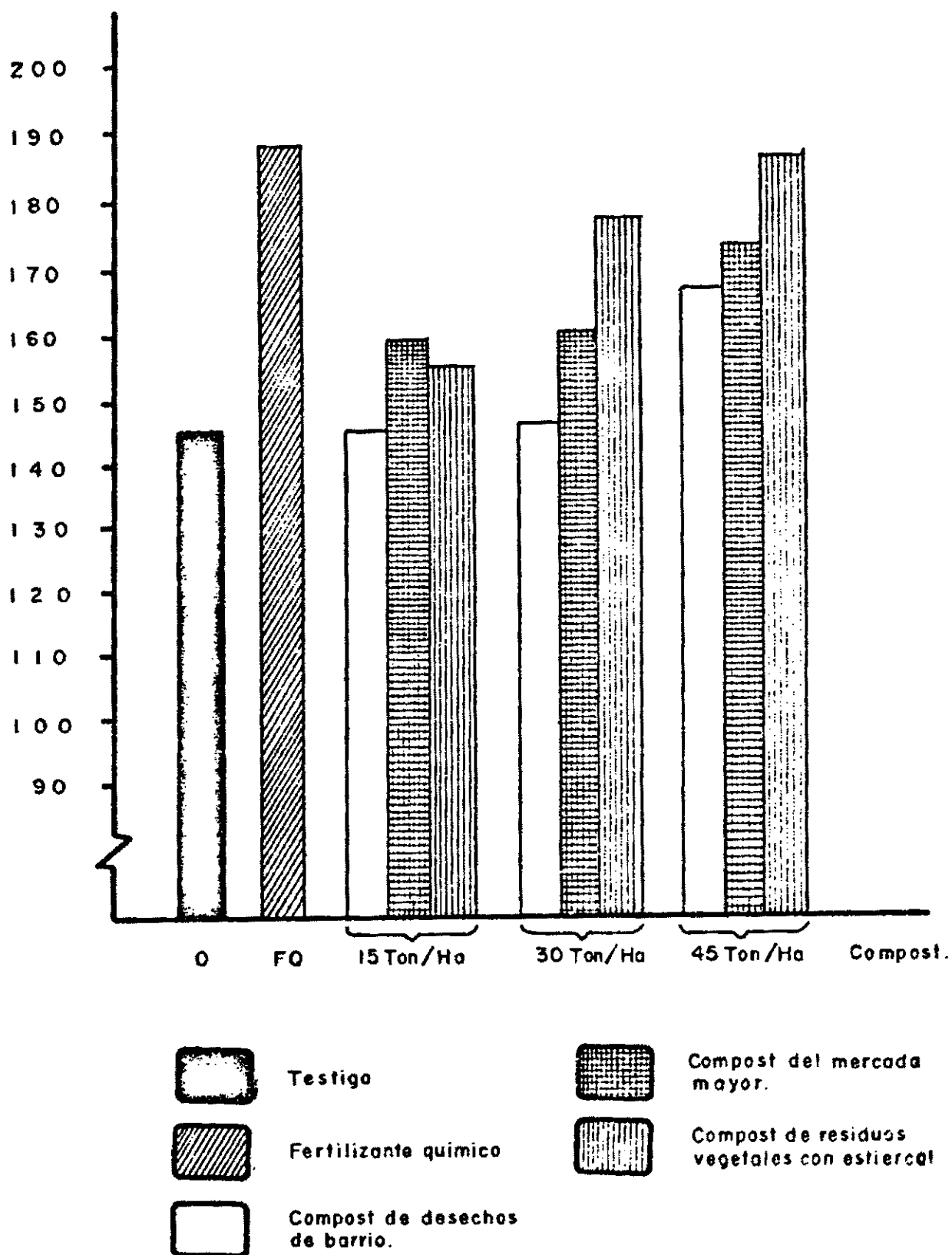
**FIGURA. 7.** Altura de planta a los 30 días después de la siembra Ensayo I.



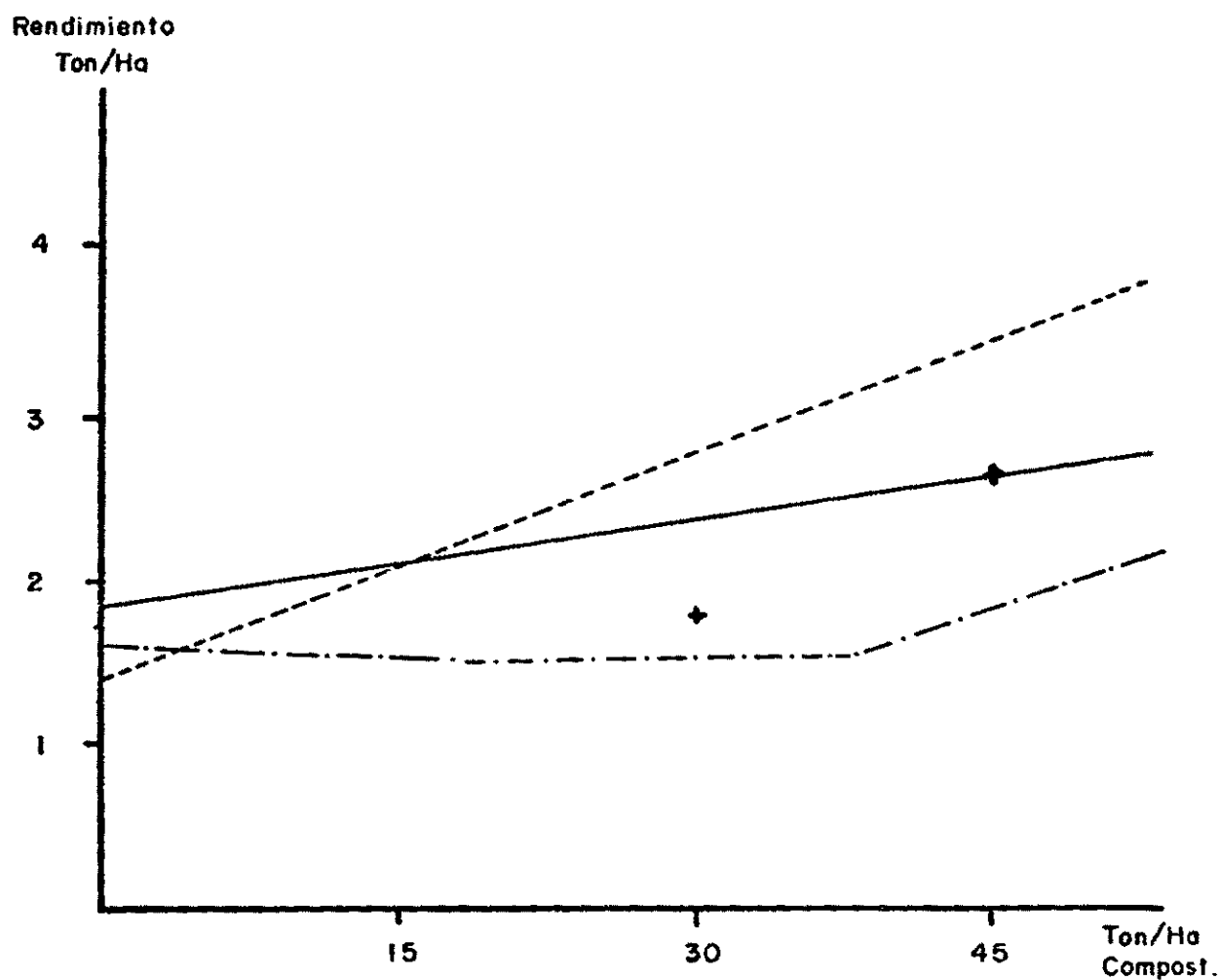
**FIGURA. 8:** Altura de los plantas a los 60 días después de la siembra. Ensayo 1



**FIGURA. 9** Altura de los plantas a los 30 días después de la siembra. Ensayo 2



**FIGURA 10.** Altura de las plantas a los 60 días después de la siembra. Ensayo 2.



———— Compost del mercado mayor  
 Ecuación de regresión  $y = 1.88 + 0.017x$   
 Coeficiente de correlación  $r = 0.85$

----- Compost de residuos vegetales con estiércol  
 Ecuación de regresión  $y = 1.36 + 0.047x$   
 Coeficiente de correlación  $r = 0.95$

- . - . - . Compost de desechos de barrio  
 Línea de rendimiento.

**FIGURA. II:** Rectas de regresión, representando el rendimiento en función de los diferentes niveles de compost. Ensayo 2.