

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente
Escuela de Suelos y Aguas

**Efecto del Compost sobre propiedades
físico-químicas de un suelo Vitrandepts y
la respuesta del maíz (Zea mays L.)**



Autor: Marcos A. Pérez Jiménez

Asesores: Ing. Msc. Telémaco Talavera
Ing. Msc. Leonardo García

Managua, Nicaragua, Julio 1994.

CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	I
INDICE DE FIGURAS.....	II
INDICE DE ANEXOS.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN.....	VI
1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
4. MATERIALES Y METODOS.....	10
4.1 Localización.....	10
4.2 Suelos de la zona.....	10
4.3 Cultivos.....	12
4.4 Fertilización.....	12
4.5 Datos climáticos de la zona.....	13
4.6 Diseño experimental.....	14
4.7 Procedencia del compost.....	15
4.8 Elaboración del compost.....	18
4.9 Tomas de muestras de suelo.....	20
4.10 Variables medidas.....	20
4.11 Manejo del ensayo.....	22
4.12 Análisis económico del ensayo.....	25
5. RESULTADOS.....	26
5.1 Diámetro del tallo.....	26
5.2 Altura de la planta.....	26

5.3	Número de hojas.....	26
5.4	Efectos sobre los rendimientos.....	26
5.5	Resumen de los andevas.....	27
5.6	Resultados de los análisis físico-químicos del suelo.....	29
5.7	Análisis económico del ensayo.....	31
6.	DISCUSIONES	34
7.	CONCLUSIONES.....	48
8.	RECOMENDACIONES	50
	REFERENCIAS	52
	ANEXOS.....	54

INDICE DE TABLAS

Número de tabla.....	Página
1. Resultado del análisis de suelo antes de incorporar los tratamientos.....	11
2. Se representan los diferentes tratamientos con su composición y cantidad ..	14
3. Resultado del análisis químico del compost	17
4. Rendimientos alcanzados en kg/ha por los tratamientos estudiados	27
5. Andeva por cada tratamiento y variables que se determinaron en el análisis.....	28
6. Resultados del análisis químico del suelo después de cosechar el maíz.....	29
7. Resultados del análisis físico del suelo después de cosechar el maíz.....	30
8. Análisis económico por cada tratamiento.....	31
9. Costos para producir 1 ha de maíz con 15 T/ha de compost.....	32

INDICE DE FIGURAS

Número de figura	Página
1. Comportamiento de la Capacidad de Campo	36
2. Comportamiento del Punto de Marchitez Permanente	37
3. Comportamiento del Agua Aprovechable	38
4. Comportamiento de la Densidad Aparente	39
5. Comportamiento del pH	40
6. Comportamiento de la Materia Orgánica	42
7. Comportamiento del Fósforo.....	43
8. Comportamiento del Potasio	44
9. Comportamiento del Calcio.....	45
10. Comportamiento del Magnesio	46
11. Comportamiento de la Capacidad de Intercambio Catiónico.....	47

INDICE DE ANEXOS

1. Costos del ensayo.....	54
2. Plan de actividades.....	55
3. Diseño de las parcelas y distribución de los tratamientos	56
4. Rendimiento en kilogramos de peso fresco por parcela útil.....	57
5. Porcentajes de humedad con tratamientos frescos de las parcelas útil	57
6. Rendimiento en kilogramo por parcela útil con el 13% de humedad	58
7. Rendimiento en kilogramo por hectárea con el 13% de humedad	58
8. Resumen meteorológico de 1992	59

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos a mis asesores Ing. Agr. MSc Telémaco Talavera, Ing. Agr. MSc Leonardo García, por el apoyo que brindaron durante el desarrollo del presente trabajo.

A mis compañeros de clase que hicieron posible la fase inicial del ensayo, bajo agua y sol sin dar un paso atrás.

Al proyecto de Biomasa de la UNI-DINOT, quienes financiaron el presente estudio, y colaboraron para que se ejecutara, poniendo a disposición todo lo que fué necesario.

En general a todos los compañeros que colaboraron con mi persona para culminar el presente estudio.

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, y muy especialmente a mi madre quien realizó mucho esfuerzo para una parte de mi vida, y que está presente en todos los momentos de mi vida.

A mi esposa Inge María, y mis hijos Felipe y Marcos, porque juntos a mí han hecho posible que realice el presente trabajo, habiéndome permitido todo el tiempo y disposición posible.

S U M M A R Y

The objective of the presented study was to evaluate the effects of compost and chemical fertilizer on the physical and chemical properties of Vitrandepts soil, the output of maize (*Zea mays L.*), and the economical feasibility of the use of compost.

The work was realized in just one cycle, seeded June 17, 1993, harvested October 10.

The method used was the one of Complete Blocks at Random with four repetitions and experimental units of 51.2 m², with furrows 0.2 meters apart and 0.2 meters in-between the plants.

The treatments studied were Compost only and Compost with Chemical Fertilizer; the applied doses for the treatment were

- 1: Compost 15 t/ha;
- 2: Compost 15 t/ha + 32 kg/ha of Urea;
- 3: Compost 15 t/ha + 32 kg/ha of 18-46-0;
- 4: Compost 15 t/ha + Urea 32 kg/ha + 32 kg/ha of 18-46-0;
- 5: Compost 25 t/ha;
- 6: Urea 130 kg/ha + 130 kg/ha of 18-46-0; and
- 7: Blank.

The statistical analysis showed that during the cultivation cycle significant differences were not observed for none of the studied variables. That confirms that in just one cycle it is difficult to find clear answers in the conducts of these treatments.. Therefore, more experiments and more repetitions in taking the soil samples are necessary to improve the statistical analysis. However, with respect to the corn output all tests showed a positive effect in comparison to the blank, the best in treatment 2 with 4 925 kg/ha.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del compost, y fertilizante químico en las propiedades físicas y químicas de un suelo Vitrandepts, el rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) y la factibilidad económica del uso del compost.

El trabajo se realizó en un sólo ciclo, sembrando el 17 de junio de 1993, cosechando el 10 de octubre.

El diseño utilizado fué el de Bloques Completos al Azar, con 4 repeticiones, con unidades experimentales de 51.2 m², distanciamiento entre surcos de 0.8 metros, y 0.20 metros entre plantas.

Los tratamientos estudiados fueron Compost y Compost con fertilizante químico, las dosis utilizadas fueron, para el tratamiento 1:compost 15 t/ha; 2:compost 15 t/ha + 32 kg/ha de úrea; 3:compost 15 t/ha + 32 kg/ha de 18-46-0; 4: Compost 15t/ha +úrea 32 kg/ha + 32kg/ha de 18-46-0 ; 5:compost 25 t/ha; 6:úrea 130 kg/ha + 130 kg/ha de18-46-0; 7: testigo.

El análisis estadístico indicó que durante el ciclo del cultivo no se obtuvo diferencias significativas para ninguna de las variables estudiadas, afirmándose con ello que en un sólo ciclo resulta difícil encontrar respuestas claras en el comportamiento de estos tratamientos desde el punto de vista estadístico, considerando necesario realizar más ensayos, y más repeticiones en la toma de muestras de suelo para un mejor análisis estadístico. Sin embargo en cuanto a los rendimientos en grano todos fueron más altos respecto al testigo, siendo superior el tratamiento 2 con 4 925 kg/ha.

Económicamente el tratamiento que deja mayores beneficios es el 6, tratado químicamente, seguido por el testigo.

EFFECTO DEL COMPOST SOBRE LAS PROPIEDADES FISICO- QUIMICAS DE UN SUELO VITRANDEPTS Y LA RESPUESTA DEL MAIZ

1. INTRODUCCION

En Nicaragua se hace cada día más común la necesidad de utilizar los abonos orgánicos como una práctica de proteger la capa fértil del suelo, en otros casos para recuperar suelos degradados, sin embargo ellos deben ser acompañados por estudios experimentales de campo.

El uso de los residuos orgánicos (vegetales compostados), han sido utilizados en países europeos por muchas décadas, (García, 1948), en el caso de Nicaragua su utilización ha sido menor por las características del modo de producción agrícola.

En México, los abonos orgánicos han sido utilizados desde la época prehispánica, disminuyendo su uso con la aparición de los fertilizantes químicos.

En Nicaragua, principalmente en la ciudad de Managua existe problema en cuanto a la disposición de las basuras urbanas que son recolectadas de viviendas, mercados y otros centros. Las basuras a través del proceso de separación, se utilizan solamente las orgánicas o fácilmente degradables por el compostaje en el cual se realizan diferentes etapas para obtener compost de buena calidad. De ésta manera el problema de disposición de las basuras se resuelve en parte, con la elaboración del compost, utilizándolo éste en la

agricultura; para viveros, hortalizas, frutales, plantas ornamentales etc. Así el compost se incorpora en el suelo, el cual incrementa la fertilidad y la efectividad de los fertilizantes químicos, siendo estos mayormente retenidos por el suelo, teniendo mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Los abonos orgánicos se utilizan como medios para mejorar las características físico-químicas de los suelos, los que presentan un campo de investigación amplio para ofrecerlos como alternativas a los productores en caso sean de beneficio y económicamente accesible (Agullera-Cortés, 1987).

Para demostrar que los abonos orgánicos tienen importancia en el mejoramiento de las propiedades de los suelos y el rendimiento de los cultivos, se hace necesario llevar a cabo investigaciones con diferentes dosis del material, (compost) sólo y en combinación con fertilizantes inorgánicos, para valorar su incidencia en los aspectos señalados y disminuir las cantidades de fertilizantes químicos.

2. OBJETIVOS

- 1.-Evaluar el efecto del compost sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, después de un ciclo de maíz.**
- 2.-Determinar el efecto de las diferentes dosis de compost y fertilizantes químicos aplicados al cultivo de maíz, respecto a los rendimientos en grano.**
- 3.-Realizar un estudio de factibilidad económica de los diferentes tratamientos con compost y fertilizantes químicos en el cultivo del maíz.**

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

El compost se encuentra dentro del grupo de los abonos orgánicos y es producto de la digestión aeróbica que realizan distintos microorganismos. En las diferentes etapas de la digestión se da la liberación de dióxido de carbono, agua en forma de vapor y energía (calor), obteniéndose al final un material húmico.

Según Fuentes (1989), el compost es obtenido por la descomposición de la materia orgánica, para lo cual intervienen una serie de microorganismos como bacterias, hongos, actinomicetos y algas. Para que la transformación se realice, ocurren dos procesos distintos:

- Mineralización: en este proceso los residuos orgánicos se descomponen completamente, transformándose rápidamente en sustancias minerales así como agua, dióxido de carbono, nitratos etc. siendo las sustancias degradadas el almidón, la celulosa y las proteínas.

- Humificación: los residuos orgánicos se transforman en otra materia orgánica muy descompuesta de naturaleza coloidal, llamada humus, este se transforma con posterioridad en sustancias minerales, siendo las sustancias degradadas las ligninas, ceras, taninos, resinas y grasas que son bastante resistentes al ataque de microorganismos, descomponiéndose con lentitud, pero constituyen la base del humus.

Según Pérez (1948), con cada cosecha disminuye la materia orgánica de los suelos, lo que debe ser compensado mediante la incorporación de abonos

orgánicos (abonos verdes, restos de cosechas, desechos forestales, turbas), etc.. Los desechos orgánicos previamente compostados e incorporados al suelo producen un aumento de la materia orgánica y de algunos elementos necesarios para el desarrollo de las plantas.

Las plantas alimentadas exclusivamente con fertilizantes químicos, tienden a sufrir debilitamiento y decrecimiento de su resistencia a las enfermedades porque las propiedades físicas y químicas de los suelos tienden a ser desfavorables para su desarrollo. La disminución de la disponibilidad de la materia orgánica en el suelo significa también una menor disposición de humus como alimento para los microorganismos del suelo (Pérez, 1948).

Según Primavesi (1982), es evidente que nada consigue sustituir el efecto de la materia orgánica. La fertilización mineral, por más completa que sea, nunca consigue mantener la productividad del suelo, ya sea en clima templado o tropical, sin que exista un retorno sistemático y dirigido de la materia orgánica.

La materia orgánica:

1. Provee sustancias agregantes del suelo, haciéndolo grumoso, con bioestructura estable a la acción de las lluvias y vientos; mejorando la capacidad del suelo para retener agua.
2. Brinda posibilidad de vida a los microorganismos y especialmente a los fijadores de nitrógeno.
3. Brinda posibilidad de vida a los microorganismos que producen antibióticos, protegiendo a las plantas de enfermedades.

4. Aumenta la capacidad de intercambio de cationes del suelo.

5. Aporta sustancias como fenoles que contribuyen a la respiración y una mayor absorción de fósforo, además a la sanidad vegetal.

La descomposición de la materia orgánica libera cantidades importantes de ácido carbónico, el cual ayuda a la nutrición de las plantas a través de las raíces, por el efecto de la disolución rápida de algunos compuestos del suelo y favorece la asimilación clorofílica de las hojas.

El compost se considera como portador de elementos nutritivos al mismo tiempo que influye en la estabilidad estructural adecuada del suelo, sirve como medio para el desarrollo de microorganismos que son los encargados de su descomposición cumpliendo también con el papel de mejorador del suelo.

El compost tiende a incrementar el poder de retención y absorción del agua, mejorar la estabilidad estructural, y gradualmente aportar los nutrimentos a las plantas. Esto resulta beneficioso, ya que los suelos están menos expuestos a la pérdida de dichos nutrientes por la lixiviación y tienen mayor resistencia a la erosión porque mejoran los agregados del suelo a través de la estructura.

Según García (1948), la abundancia de carbono en el compost procedente de residuos orgánicos es lo que da a estos compuestos el carácter de enmiendas orgánicas, descomponiéndose las sustancias como celulosas, hemicelulosas, ligninas, proteínas, ácidos orgánicos, etc, ejerciendo en su conjunto la materia orgánica en el suelo.

La importancia del compost como Materia Orgánica, está dada por la formación de humus que se considera esencial para el mejoramiento de las propiedades de los suelos, siendo estos beneficiados en las labores de maquinaria, aereación de las raíces, solubilidad de elementos, el aumento de la capacidad de intercambio catiónico, y el aporte de micronutrientes, son factores que se combinan para obtener mayores rendimientos de los cultivos y/o mantener la fertilidad de los suelos.

La materia orgánica en los suelos influye sobre el crecimiento y las actividades de los microorganismos ofreciéndoles un ambiente físico-químico favorable además de la energía y otros nutrimentos necesarios para su desarrollo. Para conocer la influencia que ejercen los desechos orgánicos (vegetales) y el aprovechamiento que las plantas pueden hacer de ellos una vez que dichos materiales se han transformado en compost; se hace necesario un análisis del mismo con la finalidad de conocer su composición y comportamiento para el desarrollo de las plantas.

Según García (1948), las dosis de compost, que se recomiendan son influenciadas por factores como el tipo de cultivo, cantidad de materia orgánica presente en el suelo, tipo de suelo, etc. En cereales, por ejemplo, para mantener un nivel adecuado de materia orgánica debe aportarse 20 toneladas por hectárea cada tres años.

Según Deffis (1989), la dosis de compost para una hectárea de maíz será:

8 000 kg. de compost .

150 kg. de Sulfato amónico

350 kg. de Superfosfato de cal.

100 kg. de Cloruro Potásico.

La dosis mencionada corresponde a la siguiente extracción de nutrientes en una tonelada de grano maíz :

26 kg. de Nitrógeno

11 kg. de Anhídrido fosfórico

25 kg. de Potasa.

Las dosis aplicadas de compost, procedente de material vegetal en Santa Cruz de Estell en Nicaragua, oscilan entre 30 y 60 toneladas por hectárea; el material compostado procede principalmente de los rastrojos de las cosechas, a los que les dan un tratamiento de apilado (capas de rastrojos, capa de tierra), (Escuela de Agricultura y Ganadería de Estell,1992).

Yágodin (1986), recomienda aplicar dosis después de la compostura entre 15 y 20 toneladas por hectáreas.

Deffis (1989), dice que el contenido de macroelementos del compost es muy bajo y los ácidos húmicos son altos, sin embargo su efecto dependerá del estado de la fertilidad y la materia orgánica presente en el suelo, lo que puede indicarnos el aseguramiento de las mejoras de las propiedades físicas de los suelos y por consiguiente la retención de los pocos nutrimentos en la capa arable para que no sean lixiviados ni arrastrados por escorrentías.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización

El área del ensayo se localiza en la serie de Sabana Grande, Municipio de Managua del departamento Managua, Planicie Aluvial, propiedad del Ing. Alberto Barrios J. Esta colinda con el Centro Nacional de Pasto del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

4.2 Suelos de la zona

La serie Sábana Grande (SG) consiste de suelos pardos grisáceos oscuros, a pardos muy oscuros, profundos (mayor de 100 cm.) a moderadamente profundos (60 á 90 cm), bien drenados, derivados de aluviales gruesos de cenizas volcánicas.

Poseen permeabilidad moderadamente rápida a rápida, capacidad de humedad disponible moderada y una zona radicular moderadamente profunda. Se localizan en la vecindad del poblado de Sabana Grande y tienen una superficie de 24.86 km².

La pendiente del terreno es entre 0-1.5 por ciento que es plano a casi plano, con un escurrimiento superficial lento y una leve erosión, (CATASTRO, 1971).

Las características físico-químicas del suelo en donde se estableció el experimento (antes de la preparación del suelo), se expresan en la Tabla 1.

La aplicación del compost deberá realizarse de una manera que permita su distribución homogénea sobre el suelo, para esto se recomienda hacerlo al voleo y su posterior incorporación al suelo mediante el arado para evitar pérdidas de nitrógeno por volatilización (F.A.O. 1978).

El abono una vez que esté incorporado al suelo continúa el curso de la fermentación, movilizand o poco a poco sus reservas de ácido fosfórico y de potasa, actuando así en forma benéfica sobre la nutrición de las plantas.

ANALISIS FISICO - QUIMICO DEL SUELO DEL ENSAYO

Antes de los Tratamientos

Tabla 1. Resultado del análisis de suelo antes de incorporar los tratamientos que se estudiaron.

Elemento	Unidades	Método	Resultado
Capacidad de Campo	%	Olla de presión	37.25
Agua aprovechable	%	CC-P.M.P	15.85
Densidad aparente	g/cc	Cilindros	1.03
Punto de marchitez	%		21.40
Arcilla	%	Bouyoucos	31.25
Limo	%	"	16.88
Arenas	%	"	51.88
Textura		Franco Arcillo	Arenoso
pH		En agua 1:2.5	6.90
Materia Orgánica	%	Walkley Black	3.90
Fósforo	mg/kg	Olsen modificado	6.60
Potasio	meq/100 g de suelo	Acetato de amonio	3.47
Calcio	"	Acetato de amonio	19.95
Magnesio	"	Acetato de amonio	6.85
Sodio	"	Acetato de amonio	0.82
Capac. de Interc. Cation	"	Cloruro de potasio	31.37

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de la U.N.A.

mg/kg : miligramos por kilogramo

meq : miliequivalentes por 100 gramos de suelo

4.3 Cultivos

Los suelos son aptos para la mayoría de los cultivos de surcos, a excepción de bananos, (Musa paradisiaca L.) arroz, (Oriza sativa L.) y pifia, (Annanas comosus L.).

Los cultivos tradicionalmente sembrados son frijoles, (Phaseolus vulgaris L.) maíz, (Zea mays L.) sorgo, (Sorghun bicolor L.) escoba, (Sorghun blocuch) cucurbitáceas como pipián, (Cucurbita pepo L.) sandía, (Citrulus vulgaris L.) etc, (CATASTRO, 1971).

En el lugar de ensayo actualmente se siembra pipián, (Cucurbita pepo L.) melón, (Cucumis melo L.) para el mercado local, y una gran parte de la finca es utilizada para viveros de plantas ornamentales.

4.4 Fertilización de la zona

Generalmente los productores aplican para maíz 130 kg/ha. de urea e igual cantidad de fertilizante completo de la fórmula 10-30-10, u otras.

Sin embargo en la actualidad (1990-93) la mayoría de los pequeños productores no practican la fertilización del suelo, cuando es posible adicionan úrea 65 kg/ha (caso de productor vecino al área del ensayo).

4.5 Datos climáticos de la zona

Según Inventario de Riego en Nicaragua (1992): datos tomados de la estación Augusto César Sandino.

Precipitación De acuerdo a los datos meteorológicos la precipitación promedio anual es de 1 106 mm. Las precipitaciones más altas se presentan en los meses de Junio y Septiembre que representan el 38 por ciento respectivamente del total anual promedio.

Evapotranspiración La evapotranspiración promedio anual es de 1 888 mm. alcanzando sus valores máximos en los meses de Marzo y Abril así mismo el valor mínimo se presenta en el mes de Noviembre.

Temperatura La temperatura tiene un comportamiento que no presenta muchas variaciones a lo largo del año, siendo el promedio en la estación lluviosa de 26 grados y de 27 grados celcius en la estación seca.

Húmedad Relativa La humedad relativa es alta en la estación lluviosa, alcanzando su mayor valor en los meses de Junio, Agosto, Septiembre y Noviembre, en la estación seca su menor valor es en Abril.

4.6 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño en Bloques Completos al Azar, como su nombre lo indica el diseño se caracteriza porque todos los tratamientos aparecen representados una vez en cada uno de los bloques. Los tratamientos se asignan al azar sobre las unidades experimentales, sorteando los tratamientos independientemente en cada bloque.

Las unidades experimentales deben ser homogéneas dentro de cada bloque, salvo por variaciones aleatorias.

Dos unidades experimentales de bloques diferentes pueden exhibir heterogeneidad, siendo de hecho el propósito de los bloques, absorber en máximo grado la variabilidad del material experimental.

Tratamientos

Tabla 2. Se representan los diferentes tratamientos con su composición y cantidad.

Tratamiento	Compost	Urea 46%	Completo 18-46-0
1	15 t/ha		
2	15 t/ha	32.5 kg/ha	
3	15 t/ha		32 kg/ha
4	15 t/ha	32.5 kg/ha	32.5 kg/ha
5	25 t/ha		
6		130 kg/ha	130 kg/ha
7 (Testigo)			

Dimensiones del Ensayo

Cada parcela tuvo un ancho de 6.4 metros por 8 metros de largo, eso da un área de 51.2 metros cuadrados para cada parcela; cada una de las parcelas tiene un distanciamiento de 0.8 metros entre una y otra.

Como parcela útil, se utilizaron los 5 surcos centrales, teniendo un área de 24 metros cuadrados en total, con las dimensiones de 4 x 6 metros.

Para el área de bordo, se consideraron 4 surcos, 2 a ambos lados de cada parcela inclusive 1 metro por cada extremos de los surcos en la parcela útil, lo que da 27.2 m².

Los bloques tuvieron un ancho de 8 metros por 44.8 metros de largo, que dá un área de 358.4 metros cuadrados, con un distanciamiento entre bloque de 1 metro.

Teniendo un área total experimental para ensayo de 1 568 m².

4.7 Procedencia del compost

El compost que se utilizó para el ensayo proviene de la recolección de basuras municipales de Masaya, las que pasan através de un proceso de selección manual con el fin de separar las partes vegetales que serán degradadas a corto plazo (3 meses).

Entre los vegetales que se recolectan para el compostaje se tiene, hojas de repollos, (Brassica olerácea L.) zanahorias, (Daucus carota L.) lechugas, (Lactuca sativa L.) remolachas, (Beta vulgaris L.) naranjas, (Citrus sinensis) y un mínimo porcentaje de vidrios, plásticos que no logran separarse durante la selección.

La idea de recolectar las basuras surgió con la finalidad de darle un uso o su posible reciclaje, dentro de ello surgió la idea de elaborar compost a partir de las basuras, reciclar los plásticos y vidrios, mejorando la calidad através de materia prima nueva.

Através de un estudio de factibilidad económica se inició el proyecto del compostaje de la basura, estableciendo un precio base de 30 córdobas por cada quintal, para obtener rentabilidad económica, sin embargo a partir del presente ensayo se piensa realizar un estudio para tratar de bajar los precios, y que tenga mayor accesibilidad a los productores.

A continuación, se presenta el análisis químico del compost que se utilizó en el estudio (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de Análisis químico del compost.

Elemento	Unidades	Resultado
pH		7.58
Materia Orgánica	%	12.20
Carbono total	%	6.59
Nitrógeno total	%	0.800
Relación C/N		8.20
Calcio Intercambiable	mg/100 g	139.95
Magnesio Intercambiable	"	43.84
Potasio Intercambiable	"	213.95
Sodio Intercambiable	"	30.65
Aluminio Intercambiable	"	0.17
Hierro Intercambiable	"	0.21
Manganeso Intercambiable	"	0.20
Cobre Intercambiable	"	0.05
Zinc Intercambiable	"	0.19

Fuente :DINOT- UNI (departamento de Biomasa).

4.8 Elaboración del compost

1. El material que se recolecta actualmente del mercado municipal es seleccionado una vez que se deposita en el basurero de Masaya.

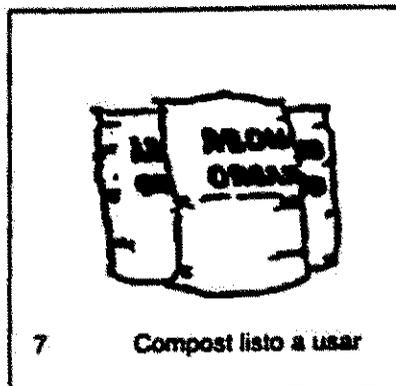
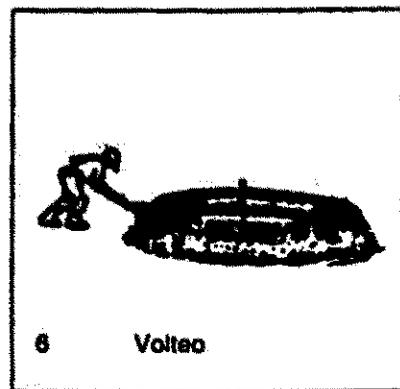
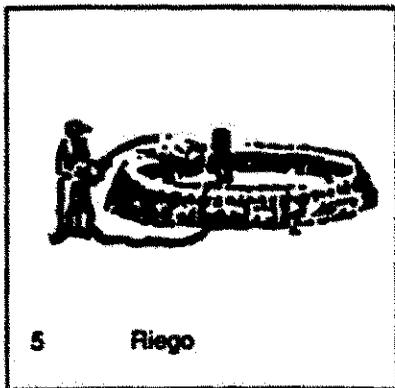
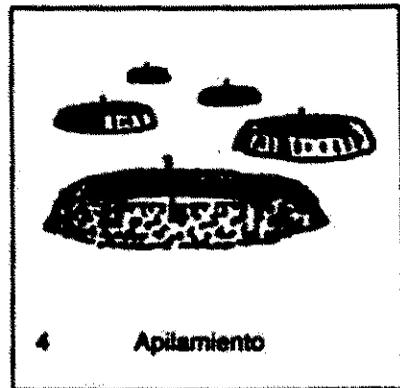
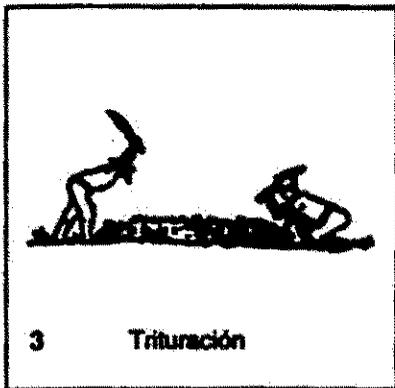
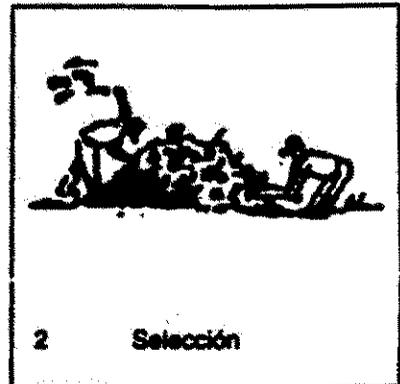
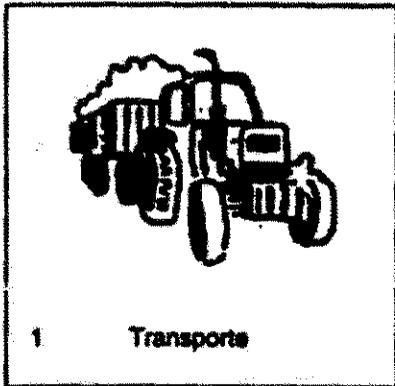
2. El material seleccionado y triturado, se coloca en filas paralelas para hacer una mejor utilización del terreno, las filas se construyen con las basuras que se recogen diariamente.

3. A las filas de material se les debe garantizar mantenimientos que consisten, en volteos y adición de agua, con la finalidad de mantener más o menos regulada la temperatura en el material. El material que se encuentra en el centro de las filas está sometido a temperaturas mas altas y a mayor actividad de los microorganismos, y la descomposición del material es más rápida, por tanto esto exige realizar volteos para que el material más externo llegue al centro donde se acelera el proceso de descomposición.

4. Al cabo de 3 meses el material previamente cribado se somete a un proceso de secado al sol, y posteriormente se ensaca y está dispuesto para la venta y su uso como abono orgánico en el suelo. Se aclara que a partir del año 1994 el compost no se seca al sol, sino que es empacado posterior a su periodo de maduración o sea a los tres meses aproximadamente, evitando la pérdida de nutrientes por efecto de volatilización.

El proceso se puede resumir de la siguiente forma:(Página con fotos del proceso de compostaje)

Proceso de Compostaje



4.9 Tomas de muestras de suelo

Antes de aplicar el compost, se tomarón 13 submuestras de suelo en zig-zag, las que se mezclaron para obtener una sola muestra por cada bloque.

10 días después de la cosecha se tomaron las distintas muestras del área de la parcela útil para el análisis físico químico del suelo, tomándose 5 submuestras por parcela, 1 en cada esquina y la otra en el centro.

En las 4 parcelas que tienen el mismo tratamiento se tomaron también submuestras para mezclar las 4 obteniendo una sola, siendo ésta a la que se le realizó el análisis químico de suelo.

4.10 Variables medidas

EN EL SUELO

Propiedades físicas del suelo:

Capacidad de campo

Agua aprovechable

Densidad aparente

Punto de marchitez

Propiedades químicas del suelo:

pH

Materia Orgánica

Fósforo

Potasio

Calcio

Magnesio

Capacidad de Intercambio Catiónico

EN EL MAIZ (Zea mays L)

Mediciones del tallo:

Diámetro (cm) :se midió en el primer entrenudo de la planta con un vernier o pie de rey.

Altura (cm) : para ésta variable se anotó desde el primer entrenudo hasta el extremo de la hoja bandera para todas las plantas marcadas.

Mediciones de la hoja:

Número de hojas: solamente las hojas bien formadas de cada planta marcada se anotaron, (entiéndase como bien formada las que tienen su lígula, vaina y limbo a la vista).

4.11 Manejo del ensayo

a) Preparación del suelo

Para roturar el suelo se hizo un pase con arado de tractor, posteriormente se hicieron dos pases de gradas (cruzados), para que los agregados del suelo queden mas pequeños y el composte tenga una mayor homogeneidad en las parcelas. Se surcó con arado de bueyes para realizar la siembra del maíz (Zea mays L.).

b) Aplicación del compost

Después que el área de ensayo fue arado, se procedió a aplicar al voleo el compost tratando quedara lo más homogéneo posible, posteriormente con los dos pases de gradas el compost fue incorporado al suelo.

c) Aplicación del fertilizante químico

Se efectuó una mezcla de fertilizante químico, la que corresponde a una cuarta parte de la dosis tradicional, eso correspondió a 32.5 kg/ha de úrea a los tratamientos correspondientes; igualmente se mezcló con la fórmula 18-46-0, considerando el origen volcánico de los suelos, ricos en potasio, éste no se aplicó. Tanto la dosis de úrea como completo (18-46-0) se incorporaran al suelo junto al compost.

Considerando las aplicaciones de fertilizantes químicos por los productores agrícolas, se evaluó un tratamiento con sólo químico (18-46-0) y úrea al 46%, en dosis de 130 kg/ha cada uno.

d) Siembra del maíz

Se realizó de forma manual, utilizando la variedad NB-6. La distancia entre plantas fue de 20 cm, y el ancho de los surcos 80 cm, para obtener una población teórica de 62500 plantas por hectáreas.

e) Raleo de plantas

Se realizó a los 21 días después de la siembra, con la finalidad de tener una planta por cada golpe donde se sembró, manteniendo así la uniformidad de plantas por surcos, lo que les permite un mayor desarrollo de todas las partes vegetativas y el fruto.

f) Control de plagas

Se hicieron aplicaciones del insecticida deltametrina, (Décis), utilizando una dosis de 1.5 litros/hectárea

g) Control de malezas

Se realizó, dos veces, el primero a los 22 días después de la siembra y el siguiente a los 40 días. El control se hizo utilizando machete y azadones.

h) Aporque

Se efectuó manualmente utilizándo azadones, a los 22 días después de la siembra.

i) Doblado del maíz

Se efectuó a los 90 días después de la siembra, quebrando a las plantas en el entrenudo inferior del fruto, la labor se realizó debido a que las precipitaciones

en ese período fueron fuertes, por tal razón el doblado del maíz evita que el agua se introduzca en el fruto y de esta manera hayan menores pérdidas por efecto de la pudrición de las mazorcas lo cual obviamente afecta el rendimiento.

J) Cosecha

Se efectuó el corte de las mazorcas 5 días después del período vegetativo de la variedad del maíz utilizado (110 días). El corte fue manual, igualmente el desgrane.

4.12 Análisis económico del ensayo

Para conocer los costos del ensayo y saber cual de los tratamientos resultó con mayores beneficios, se realizó un análisis económico sencillo, el que se describirá a continuación.

Para los costos fijos, se incluyó todos los gastos en que se incurrieron por igual en el manejo de todos los tratamientos, ello incluye plaguicidas, control de malezas, aporque, preparación de suelo, alquiler de tierra, semilla, siembra, y alquiler de bomba para fumigar.

Para los costos variables, fueron incluidos la compra del compost y el fertilizante químico, la mano de obra para su aplicación, el transporte (Masaya-Sabana Grande-Managua), los cuales diferían para cada uno de los tratamientos.

Costos totales, se incluyó la sumatoria de los costos variables y los fijos.

Ingresos brutos, para ello se multiplicó el costo por quintal de maíz por el rendimiento por manzana de cada tratamiento, calculándose en 45 córdobas por quintal, (cambio oficial 6.20 por 1 dólar).

Ingreso neto, se obtuvieron por diferencia, los ingresos brutos menos los totales.

5. RESULTADOS

5.1 Diámetro del tallo

El Andeva no muestra diferencias significativas entre los tratamientos, pero el mejor observado se da con el tratamiento 2, que corresponde a 15 t/ha de compost y 32.5 kg/ha de úrea al 46 por ciento. Sin embargo numéricamente todos los tratamiento superan el diámetro respecto al testigo.

5.2 Altura de la planta

En cuanto a la altura de los tallos de las plantas, se obtuvieron los mejores resultados con el tratamiento 3, el cual es una mezcla de 15 t/ha de compost más 32.5 kg/ha de 18-46-0. Estadísticamente no se reflejó significancia entre los tratamientos, pero numéricamente se refleja un comportamiento superior de todos los tratamientos al compararlos con el testigo.

5.3 Número de hojas

Según el Andeva para el número de hojas no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, pero el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento 2, de 15 t/ha de compost y 32.5 kg/ha de úrea al 46 por ciento. Todos los tratamientos numéricamente son superiores respecto al testigo.

5.4 Efectos sobre los rendimientos

El análisis de varianza demostró que con ninguno de los tratamientos hubo significancia en sus dosificaciones, sean éstas de abonos orgánicos, mezclas de orgánicos con químico, químico y el testigo.

Sin embargo numéricamente el mejor tratamiento respecto a los rendimientos más altos resultó con el tratamiento 2, cuya composición es 15 t/ha de compost,

a la que se le adicionó 32 kg/ha de urea, obteniendo un rendimiento de 4925 kg/ha. Siguiéndole el tratamiento 6, que corresponde a las altas dosis de fertilizante químico (130 k/ha tanto de urea al 46 por ciento como completo 18-46-0) utilizadas en la zona donde se montó el ensayo, dicho rendimiento fué de 4 915 kg/ha.

En la Tabla 4, se presentan los tratamientos con sus respectivos rendimientos en orden descendente, correspondiéndole el primer lugar al tratamiento 2 con 4925 kg/ha; también se presentan las dosis con cada uno de sus componentes.

Tabla 4. Rendimientos alcanzados en kg/ha por los tratamientos estudiados

Tratamientos	Compost t/ha	Urea kg/ha	Completo kg/ha	Rendimiento kg/ha
2	15	32		4,925
6		130	130	4,915
5	25			4,641
1	15			4,532
4	15	32	32	4,462
3	15		32	4,288
7				3,747

5.5 Resumen de los andevas

El resumen de los andevas, (Tabla 5) contiene las variables de altura de tallo, diámetro, número de hojas y el rendimiento, para cada tratamientos, notandose

que solamente para altura de tallo predomina el tratamiento 3 con 120.50 cm, para el resto de las variables domina el 2. Sin embargo no hay efectos significativos entre los tratamientos.

Tabla 5. Andevas por cada tratamiento y variables que se determinaron en el análisis estadístico.

Tratamientos	Altura de tallo (cm)	Diametro (mm)	Número de hojas	Rendimiento en kg/ha
15 t/ha compost 32.5 kg/ha urea	113.00	25.33	10.17	4 925
130 kg/ha urea 130 " 18-46-0	119.75	24.93	10.12	4 915
25 t/ha compost	120.25	24.68	10.07	4 641
15 t/ha compost	119.25	24.65	10.00	4 532
15 t/ha compost 32.5 kg/ha urea 32.5 " 18-46-0	115.50	24.03	09.98	4 462
15 t/ha compost 32.5 kg/ha 18-46-0	120.50	23.73	09.94	4 288
Testigo	110.00	22.83	09.75	3 747
Tratamientos	N.S	N.S	N.S.	N.S.
Bloques	N.S	N.S	N.S	N.S
C.V en %	6.5%	11.06%	6.0%	2.3%

N.S: No significativa

C:V: Coeficiente de variación

5.6 Resultados del análisis físico-químico del suelo

(Después de haber cosechado el maíz)

La Tabla 6, contiene el comportamiento de los resultados del análisis químico de suelo que se practicó para los parámetros pH, Materia Orgánica (M.O), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Capacidad de Intercambio catiónico (CIC), Sodio (Na), para cada tratamiento (T). Las unidades para cada uno de los parámetros se presentan en la Tabla 1.

Tabla 6. Resultados del análisis químico de suelo después de cosechar el maíz.

T	pH	M.O	N	P	K	Ca	Mg	CIC	Na
1	7.0	4.20	0.17	4.91	3.41	21.09	6.85	32.60	0.77
2	7.2	4.50	0.23	3.83	3.76	23.24	7.18	35.40	0.84
3	7.1	3.60	0.15	4.91	3.83	21.46	6.99	33.60	0.89
4	7.2	4.60	0.17	3.96	3.52	21.61	6.82	33.20	0.83
5	7.1	4.20	0.16	5.67	3.75	21.30	6.96	33.40	0.98
6	7.0	4.60	0.18	11.04	3.59	21.48	6.98	33.30	0.90
7	7.1	2.80	0.16	2.06	3.84	23.39	7.50	36.40	1.09

Fuente: Laboratorio de Química de Suelo de la U.N.A.

T: tratamientos

Las propiedades físicas del análisis de suelo son presentadas en la Tabla 7, expresando las unidades en la última columna.

Tabla 7. Resultado del análisis físico del suelo después de cosechar el maíz.

Elemento	T R A T A M I E N T O S							Unidad
	1	2	3	4	5	6	7	
Capac. de Campo	35.00	33.90	31.50	33.40	33.90	35.30	34.40	%
Agua aprovechable	16.70	14.80	11.80	14.90	15.60	16.50	17.20	%
Densidad aparente	1.02	1.05	0.90	1.00	1.11	0.95	1.09	g/cc
Punto de marchitez	18.30	19.10	19.70	18.50	18.30	18.80	17.20	%

Fuente: Laboratorio de física de suelo de U.N.A

% : porcentajes

g/cc: gramos por centímetros cúbicos.

5.7 Análisis económico

El análisis económico para cada tratamiento se presenta en la Tabla 8, reflejando los costos e ingresos obtenidos. Se puede ver que el tratamiento 6 que corresponde a 130 kg/ha de úrea y 130 de 18-46-0, tiene el ingreso neto más alto que los demás, sin embargo el tratamiento 2, con 15 t/ha de compost y 32 kg/ha de úrea obtuvo el rendimiento más alto con 4 925 kg/ha, pero sus costos totales para producirlo fueron muy altos.

Tabla 8: Análisis económico por cada tratamiento.

Tr a	Costos fijos	Costos variables	Costos totales	Ingreso bruto	Ingreso neto	C/B
1	1 915.41	10 351.00	12 266.41	4 486.95	-7 779.46	-0.6
2	1 915.41	10 393.24	12 308.65	4 876.20	-7 432.45	-0.6
3	1 915.41	10 396.76	12 312.17	4 245.75	-8 066.42	-0.65
4	1 915.41	10 439.00	12 354.41	4 462.65	-7 891.76	-0.76
5	1 915.41	17 026.65	18 942.06	4 594.95	-14 347.11	-0.76
6	1 915.41	432.54	2 347.95	4 866.30	2 518.35	1.00
7	1 915.41		1 915.41	3 709.80	1 794.39	0.93

Una de las limitaciones mas señaladas que tiene la tecnología del uso de compost es precisamente su alto costo, estos sin embargo, tienden a disminuir al cabo de los años debido a que el rendimiento puede aumentar con cada año,

mejorando además la fertilidad natural del suelo.

Para brindar una idea de los costos para sembrar una hectárea de maíz (Zea mays L.), con la utilización de 15 toneladas de compost por hectárea, se presenta la Tabla 9.

Tabla 9: Costos para producir una hectárea de maíz con 15 t/ha de compost.

Actividades	Unidad de medida	Días/hombres	Costo/ha
Construcción de aboneras	41.25 m ³	151.25	2 268.75
Aplicación al voleo del abono orgánico	1 ha	6.00	960.00
Insumos, semillas, control de malezas etc.	1 ha		1 915.41
Total			5 144.16

Fuente : Programa Campesino a Campesino en Nicaragua 1 993

Un agricultor que produce el compost en su finca, pero que no tiene mano de obra para producirlo, este incurriría en un gasto total de 5 144.16 córdobas netos para sembrar una hectárea de maíz. Bajo estas condiciones el agricultor se ahorraría 5316.84 córdobas (99.7 por ciento) si este comprara el compost ya elaborado.

Con estos costos (5 144.16) córdobas el productor tendría un ingreso neto negativo de 657.2 córdobas, siendo esto 12 veces menor que el obtenido cuando se compra el compost elaborado.

Cuando el agricultor paga mano de obra para producir su compost, su ingreso neto sigue siendo negativo en 657.2 córdobas, pero si este dispone de suficiente mano de obra familiar para ejecutar todas las operaciones que requiere la producción de compost, sus costos de producción para una hectárea de maíz disminuirían drásticamente hasta 1 915.41 córdobas. Con estos costos el ingreso neto (utilizando las mismas 15 t/ha de compost) pasa de negativo a positivo, siendo este último de 2 565.41 córdobas. En estas condiciones el agricultor obtendría una ganancia de 1.5 córdobas por cada córdoba que invierte. Los ingresos pueden verse aumentado si el agricultor incurre en menos gastos fijos al contar con equipos de operación propios.

Es importante hacer notar que cuando los costos son de 1 915.41 córdobas (con 15 t/ha de compost) el ingreso neto es aproximadamente dos veces mayor que el obtenido con el testigo (cero aplicación) y similar al obtenido con la aplicación tradicional de fertilizante químico (130 kg/ha de urea al 46 por ciento + 130 kg/ha de 18-46-0).

Debe señalarse sin embargo que en ambos casos (testigo y tradicional), este tipo de manejo contribuye a un detrimento cada vez mas progresivo de la fertilidad natural de los suelos, no así cuando se incorpora al mismo compost o cualquier otro abono orgánico, los cuales contribuyen a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo y en general a aumentar la fertilidad del mismo.

6. DISCUSIONES

En términos generales, el rendimiento del testigo fué superado desde un 14 por ciento hasta 31 por ciento por todos los tratamientos sometidos a prueba, de estos, el tratamiento 2 (15 t/ha de compost + 32.5 kg/ha de urea) obtuvo los más altos rendimientos con 4 925 kg/ha, seguido por el tratamiento 6 (130 kg/ha de urea al 46 por ciento + 130 kg/ha de 18-46-0) con 4 915 kg/ha.

El análisis estadístico para esta variable, no presentó diferencias significativas, sin embargo numericamente son evidentes los efectos entre los tratamientos, pues tanto el tratamiento 2 como el 6, superaron en 1 178 y 1 168 k/ha respectivamente al testigo.

Aún con lo dicho anteriormente, la poca sensibilidad del análisis estadístico, hace difícil hacer afirmaciones del efecto verdadero de los tratamientos sobre el rendimiento, (sobre todo los de compost), pues existen diversos procesos que pueden ocurrir en el suelo y en distintas magnitudes que pueden modificar el comportamiento esperado de los mismos, estos procesos son:

- 1. Las pérdidas de elementos en los fertilizantes químicos son menores cuando se mezclan con el compost.**
- 2. Que los microorganismos inmovilizaron una parte de los elementos químicos, pasando a ser disponible cuando éstos mueren, lo que no pudo haber coincidido con la época de mayor demanda del cultivo.**
- 3. La densidad poblacional de microorganismos se beneficia cuando hay aportes de materia orgánica (compost), y aún más cuando se adicionan enmiendas (fertilizantes).**
- 4. Las fuertes y continuas precipitaciones, tienen incidencias para el lixiviado de nutrimentos del suelo.**

Según Fassbender (1987), en suelos volcánicos de Costa Rica, se hicieron aplicaciones masivas de superfosfatos y encontraron que su utilización en 5 cosechas de maíz fue relativamente pequeña, en comparación con la transformación en formas menos solubles habiendo encontrado que el 42 por ciento del fósforo aplicado quedó retenido en los primeros 30 cm del suelo y un 27 por ciento entre los 30 y 60 cm especialmente en formas férricas y aluminicas.

Por otro lado se tiene que en condiciones de campo, aplicando superfosfatos triples al voleo en combinación con fertilizantes nitrogenados y potásicos, no tuvieron efectos sobre las cosechas.

La materia orgánica en su proceso de mineralización se encuentra liberando fósforo, éste reacciona con el agua de lluvia y con la solución del suelo formando ácido fosfórico H_3PO_4 el que finalmente reacciona con Ca, Al, Fe formando fosfatos, lo que se demostró en suelos derivados de cenizas volcánicas, (Fassbender, 1987)

Capacidad de Campo (CC): Se define como la cantidad de agua que un suelo retiene contra la gravedad cuando se le deja drenar libremente; cuando el suelo es bien drenado en 48 horas después de irrigar se llega a la CC. Esta no es un valor único del suelo, puesto que varía en dependencia de factores diversos como drenaje, evaporación, irrigación, temperatura, textura y estructura del suelo entre otros.

En la Figura 1, la serie 1, señala la capacidad de campo inicial del suelo antes de la preparación agrícola e incorporación de los tratamientos, su valor

corresponde al 37.25 por ciento.

Segun Aldrich (1968), al incorporar la materia orgánica (compost), al suelo la retención de agua tiende a incrementarse, igualmente las propiedades físicas como densidad aparente, estructura etc. pero en un tiempo mayor que 2 ó 3 años. Lo anterior fué confirmado en suelos de Nindirí- Masaya con prácticas de conservación del suelo, utilizando gallinaza, y abonos verdes; información obtenida por promotores del proyecto Tierra de Hombres en Masaya Diciembre 1993.

Sin embargo la serie 2, nos muestra que para todos los tratamientos la capacidad de campo sufrió disminuciones, siendo mayormente marcada en el tratamiento 3, (15 t/ha de compost + 32.5 kg/ha de 18-46-0) disminuyendo 13.5 por ciento menos respecto al valor inicial.

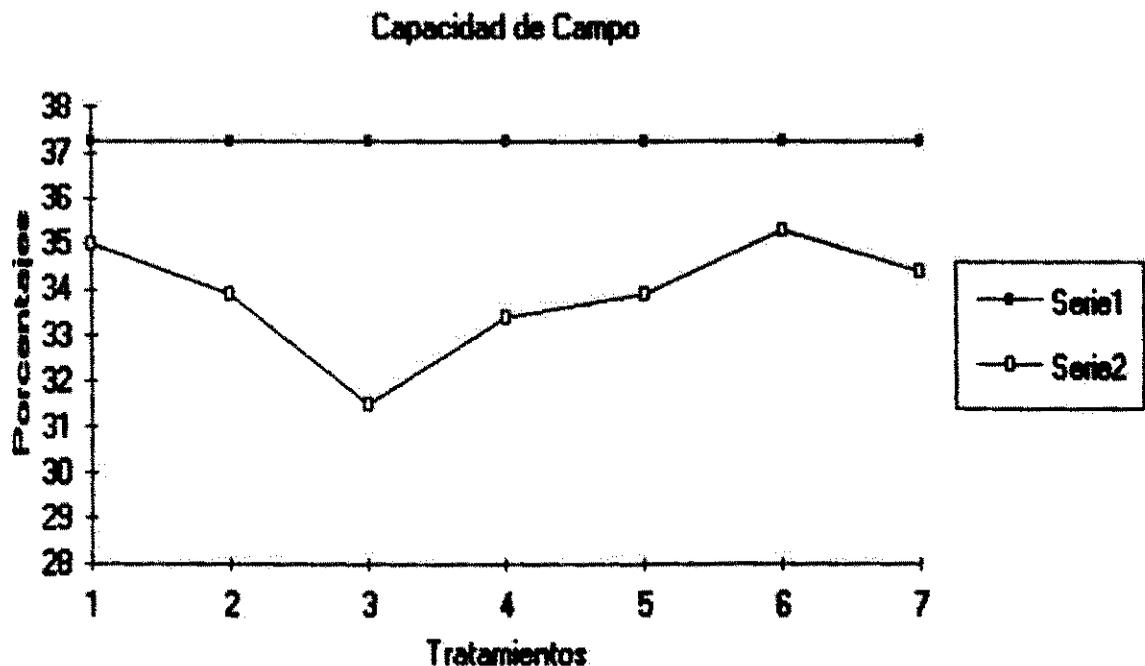


Figura 1: Comportamiento de la capacidad de campo (método Olla de Presión)

Punto de Marchitez Permanente (PMP): Se define como el porcentaje de agua del suelo cuando las plantas se marchitan permanentemente, no se recuperan, su valor depende del suelo, de la planta y del clima. El P.M.P. se da en condiciones de 15 atmósfera. (Húmedad retenida equivalente a la presión osmótica de las raíces).

En la Figura 2, la serie 1, muestra el FMP del suelo antes de iniciar labores agrícolas, su valor equivale al 21.4 por ciento.

La serie 2, señala el PMP después de haber cosechado el maíz, mostrándose que para todos los tratamientos, el PMP sufrió disminuciones respecto al nivel inicial; esto respuesta no se corresponde con lo que se menciona en la bibliografía estudiada, ya que al incorporarse materia orgánica se espera que al menos la propiedad física analizada no sufra disminuciones, lo normal de esperar es que se vea aumentada la retención de agua.

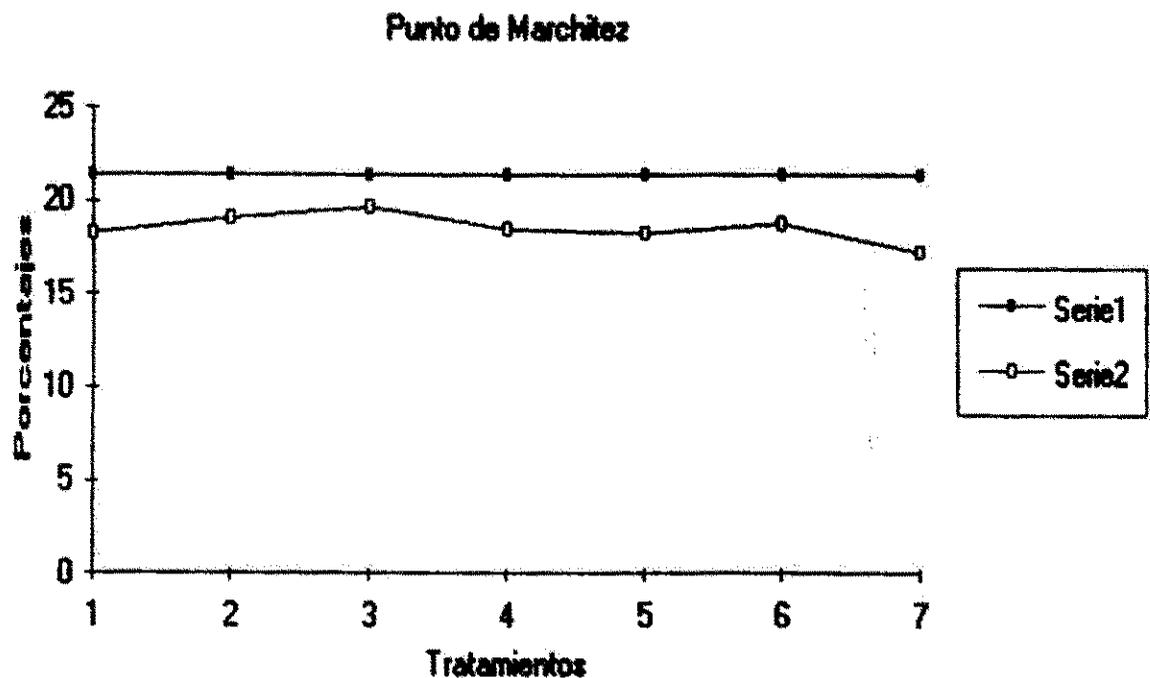


Figura 2: Comportamiento del Punto de marchitez permanente (método Membrana de presión).

Agua Aprovechable (AA): Se define como la diferencia de contenido de humedad entre la capacidad de campo y el punto de marchitez, (a CC el AA es del 100 por ciento y a PMP es 0 por ciento).

En la Figura 3, la serie 1, señala el agua aprovechable antes de iniciar la preparación agrícola del suelo, su valor promedio corresponde a 15.85 por ciento.

La serie 2, indica los valores del agua aprovechable después de haber recogido la cosecha del maíz, notese las disminuciones para los tratamientos 2,3,4,5, (ver en página 26 la composición) del 9,15 por ciento respecto al valor inicial (considerese al 15.85 como si fuese el 100 por ciento para comparar).

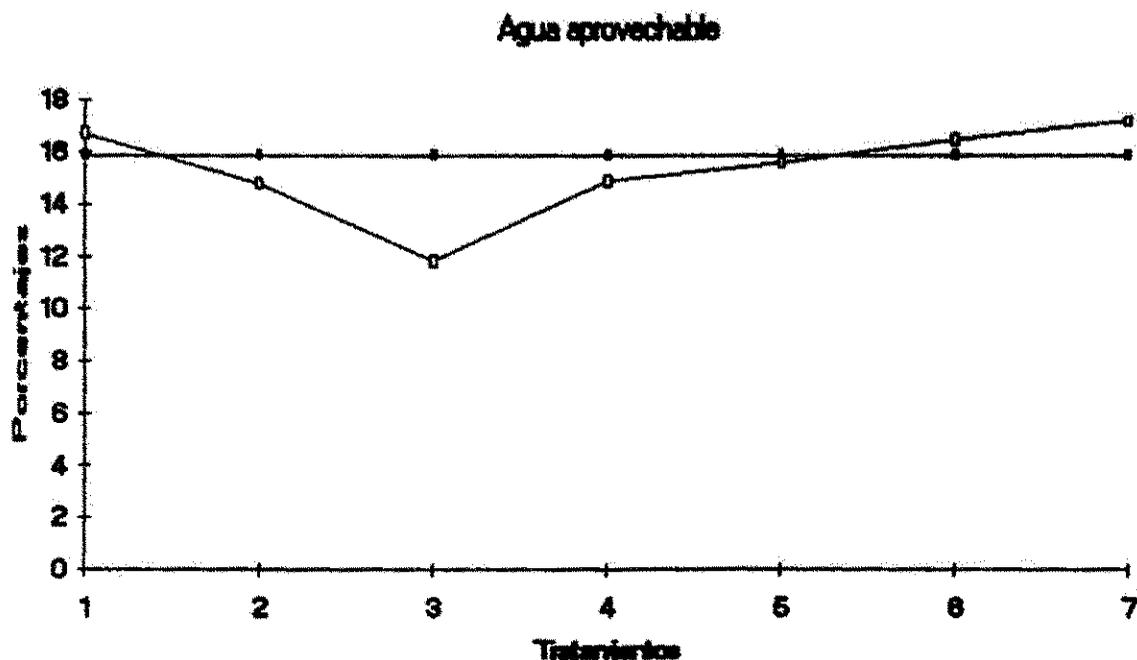


Figura 3: Comportamiento del Agua Aprovechable (método CC-PMP).

Densidad Aparente: es la que indica la cantidad de material sólido en un volumen aparente de suelo.

En la Figura 4, la serie 1, indica la densidad aparente antes de las labores de preparación agrícola, ella equivale a 1.03 g/cc la que según la literatura es apta para el desarrollo de los cultivos.

La serie 2, señala el comportamiento de la densidad aparente después de haber cosechado el maíz, para el caso de los tratamientos 2, 3, 4 y 5 que llevan dosis de compost y pequeñas dosis de fertilizante químico denotan disminuciones en éste parámetro.

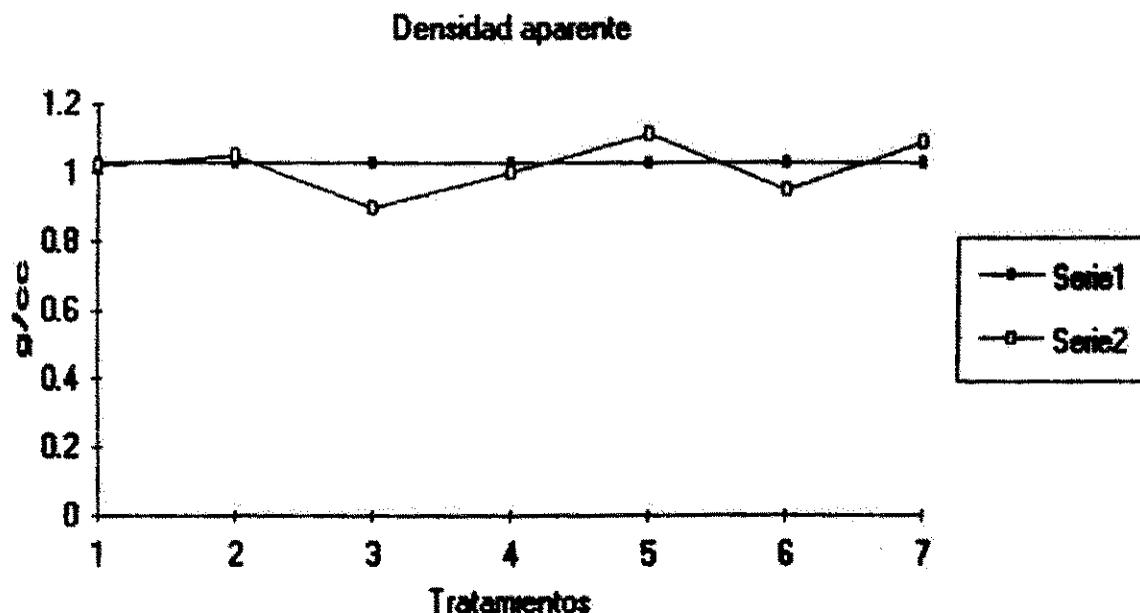


Figura 4: Comportamiento de la Densidad aparente (método de los cilindros).

pH: el pH de los suelos está dado por la concentración de iones hidrógenos y de bases en el complejo de intercambio. Los valores de pH en los suelos fluctúan entre 3 y 9.5.

En la Figura 5, la serie 1 indica valores iniciales del suelo con pH de 6.9 los que según Jacobson (1957), la máxima absorción de cationes ocurre entre 5 y 7 de pH, manteniéndose la velocidad de absorción entre 10 y 11 de pH.

Según el nivel de pH reflejado, se clasifican como suelos neutros, teniendo el suelo características de buena disponibilidad de calcio y magnesio, moderado de fósforo.

La serie 2 representa los valores finales después de haber cosechado el maíz (*Zea mays* L), cuyos valores corresponden a la misma clasificación y características de los valores iniciales.

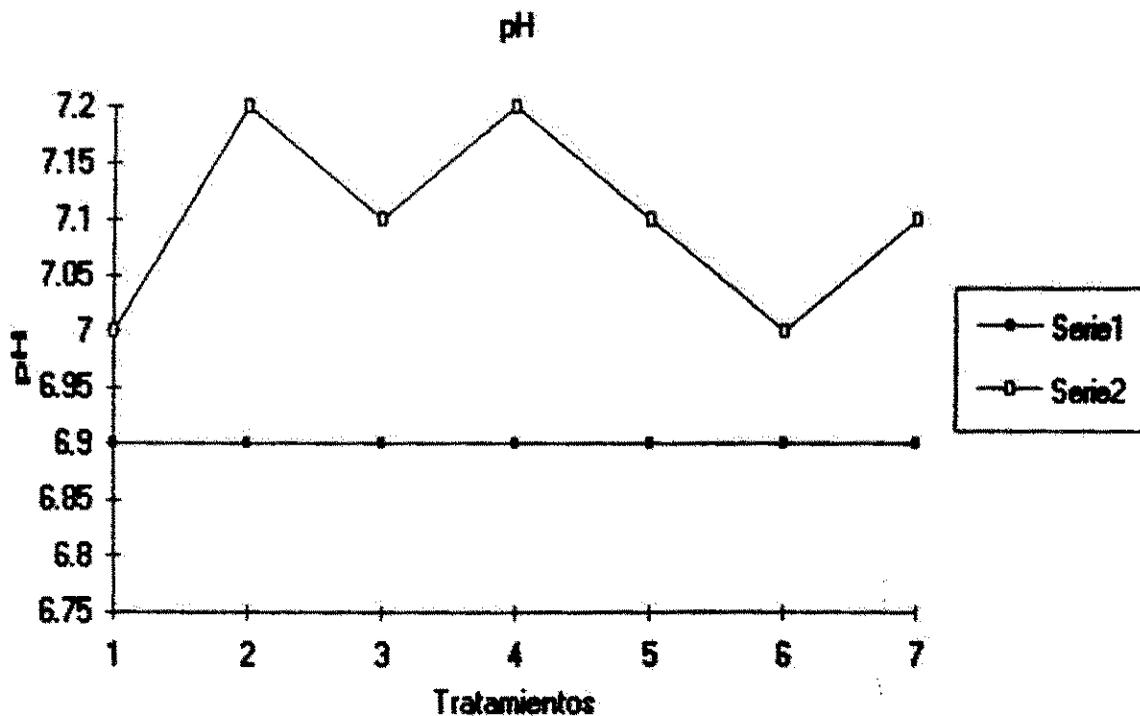


Figura 5: Comportamiento del pH (método pH con agua)

Materia orgánica: es toda sustancia muerta en el suelo, provenga de plantas, microorganismos, excreciones de animales, meso y macrofauna muerta.

En la Figura 6, la serie 1 representa las concentraciones iniciales de materia orgánica expresadas en porcentajes, antes de las labores agrícolas, cuyo valor corresponde a 3.9 por ciento, estando en los valores medios según la clasificación de los suelos minerales.

La serie 2 corresponde a valores después de haber cosechado el maíz, observándose valores superiores a los iniciales con los tratamientos (1,2,4,5,6,7). El valor por debajo de los valores de la serie 1, es el tratamiento 3. Resulta difícil de dar una explicación para el comportamiento de los tratamientos 3 y 6, puesto que el primero contiene 15 t/ha de compost, y el segundo solamente químico en altas dosis.

Se observa un nivel superior en el tratamiento 4 que corresponde a 15 t/ha de compost, 32 kg de úrea y 32 kg de 18-46-0 por hectárea, su ascenso es del 18% respecto al valor inicial.

Lo esperado es que se aumente en todos los que se aplicó compost.

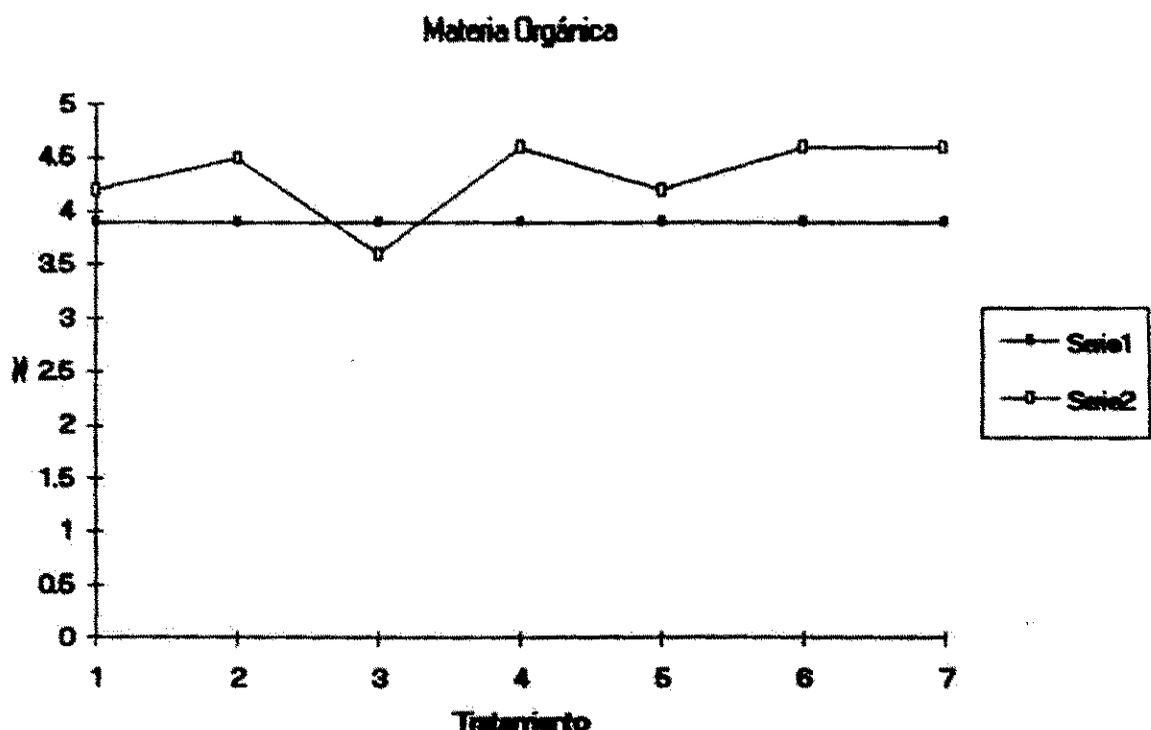


Figura 6: Comportamiento de la Materia Orgánica (método Walkley Black)

Fósforo

En la Figura 7, la serie 1, muestra las concentraciones de fósforo de 6,6 mg/kg antes de la preparación agrícola del suelo, el cual presenta una buena probabilidad de respuesta, según Olsen modificado.

La serie 2, que representa las concentraciones después de cosechar el maíz, se observan resultados inferiores a los iniciales para los tratamientos (1,2,3,4,5,7) excepto el 6, que representa el 67% más sobre el análisis inicial del fósforo lo cual se corresponde con las dosis aplicadas, siendo éstas las más altas de todos los tratamientos. El resultado inferior durante los análisis se encontró con el testigo que corresponde al 31 por ciento respecto a los iniciales.

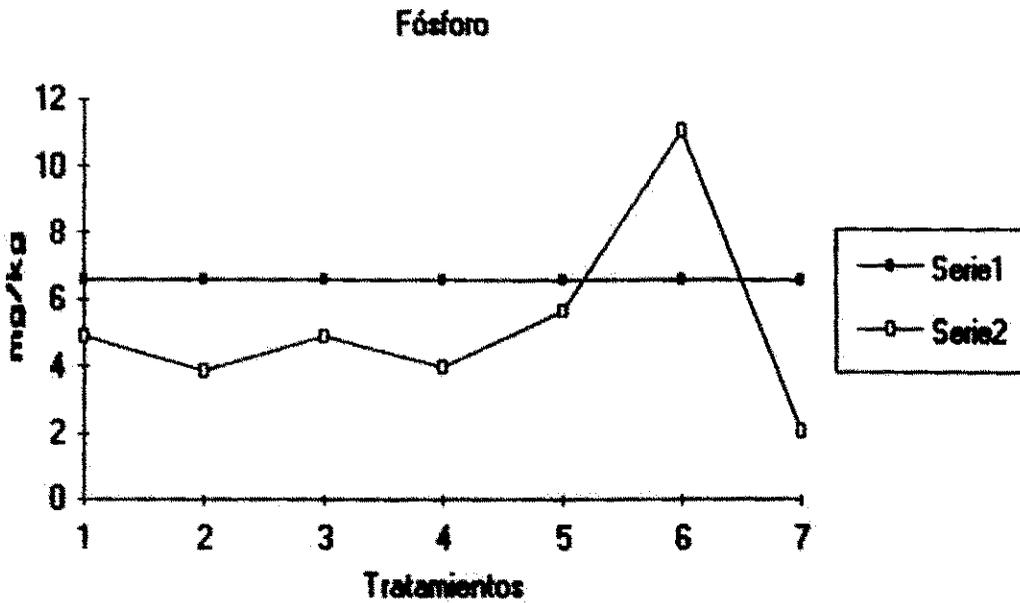


Figura 7: Comportamiento del Fósforo (método Olsen Modificado)

Potasio

En la Figura 8, la serie 1, representa la concentración de 3.47 meq/100 g antes de las labores agrícolas, el valor según la clasificación es considerado alto (> 0.40 meq/100 g), con una probabilidad de respuesta nula para el cultivo.

La serie 2, indica que para todos los tratamientos se observa un incremento en los niveles de potasio excepto el tratamiento 1, que representa la dosis de 15 t/ha de compost. El tratamiento 3 (15 t/ha de compost + 32.5 kg/ha de completo 18-46-0) correspondiente a 3.83 meq/100 g corresponde al valor superior equivalente al 10 por ciento respecto al valor inicial.

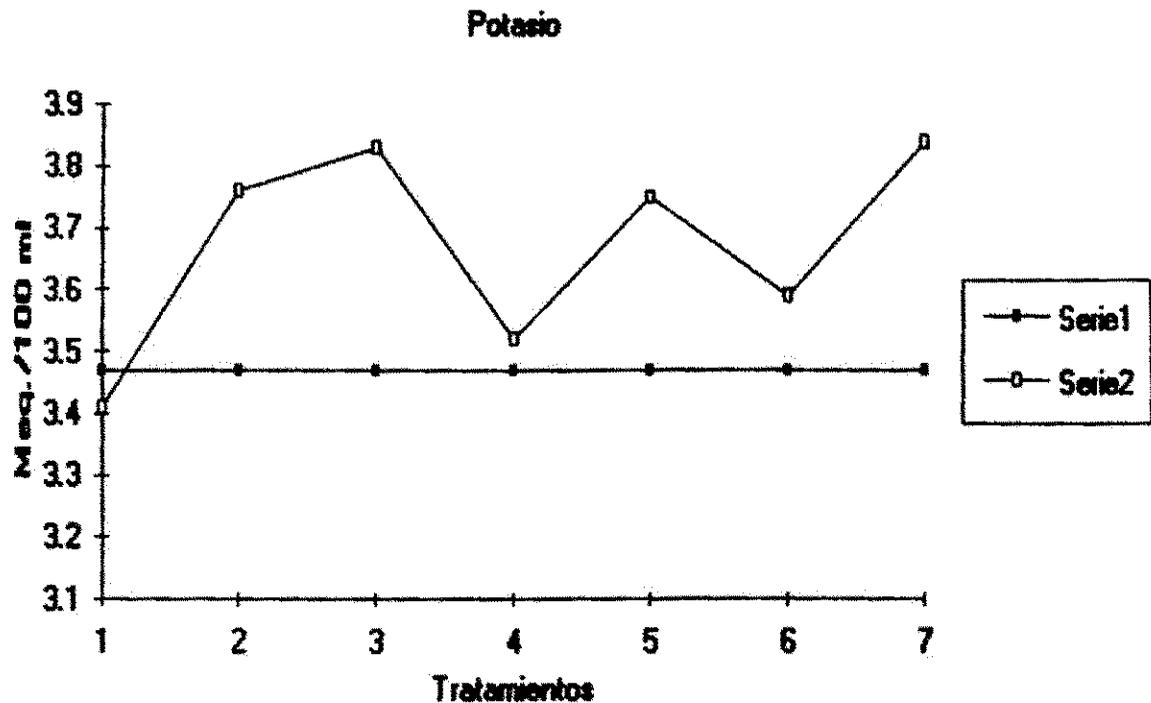


Figura 8: Comportamiento del Potasio (método de Cloruro de Potasio)

Calcio

En la Figura 9, la serie 1, señala los resultados iniciales de suelo con 19.95 meq/100 g de calcio , su nivel se clasifica como alto en cuanto a su contenido (> 4 meq/100 g).

La serie 2, señala que para todos los tratamientos se dió un incremento promedio del 17 por ciento con respecto al valor inicial, con un valor inferior del 8 por ciento.

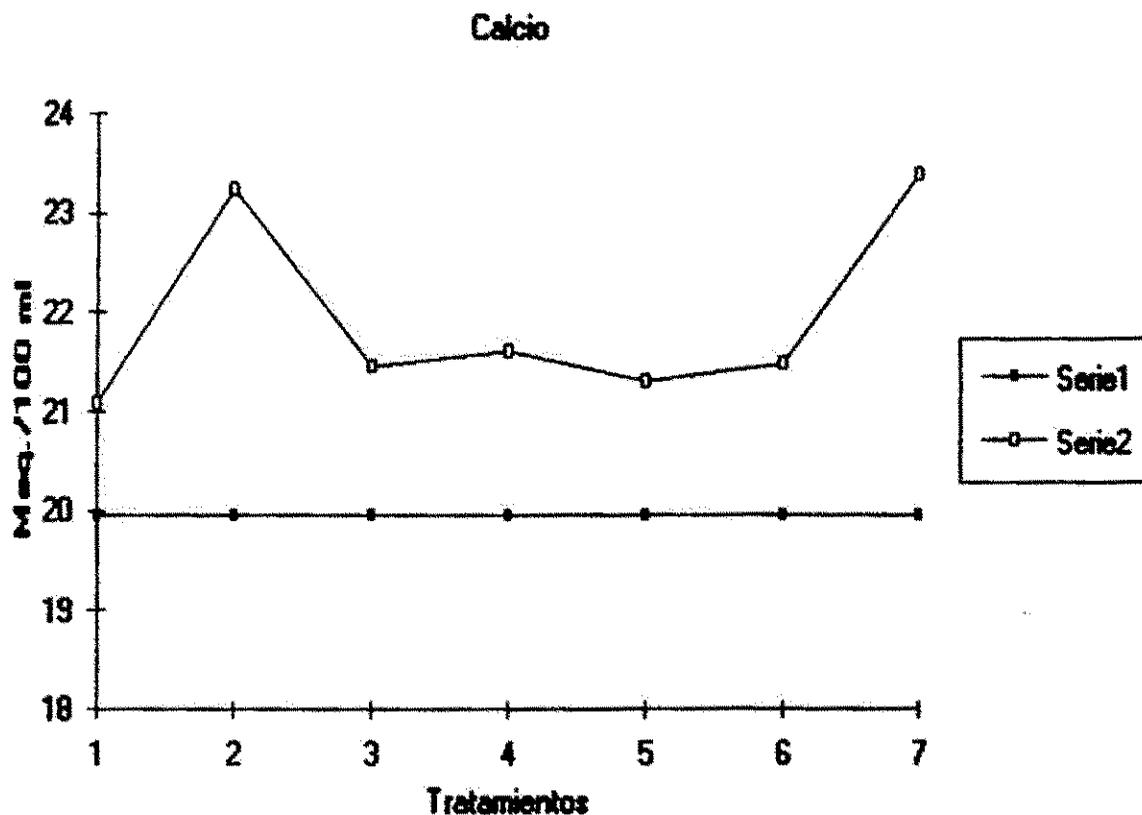


Figura 9: Comportamiento del Calcio (método extractante del cloruro de potasio)

Magnesio

En la Figura 10, la serie 1, denota las concentraciones iniciales antes de las labores agrícolas del suelo, correspondiéndole un valor inicial de 6.85 meq/100 g, siendo clasificados como suelo alto en magnesio (> 2 meq/100 g).

La serie 2, indica concentraciones después de haber cosechado el maíz, para todos los tratamientos el nivel de magnesio se incrementó, excepto el 4 (15 t/ha de compost + 32.5 kg/ha de urea y de completo 18-46-0). El nivel máximo es del 9 por ciento y el inferior de 0.4 por ciento menos respecto al valor inicial.

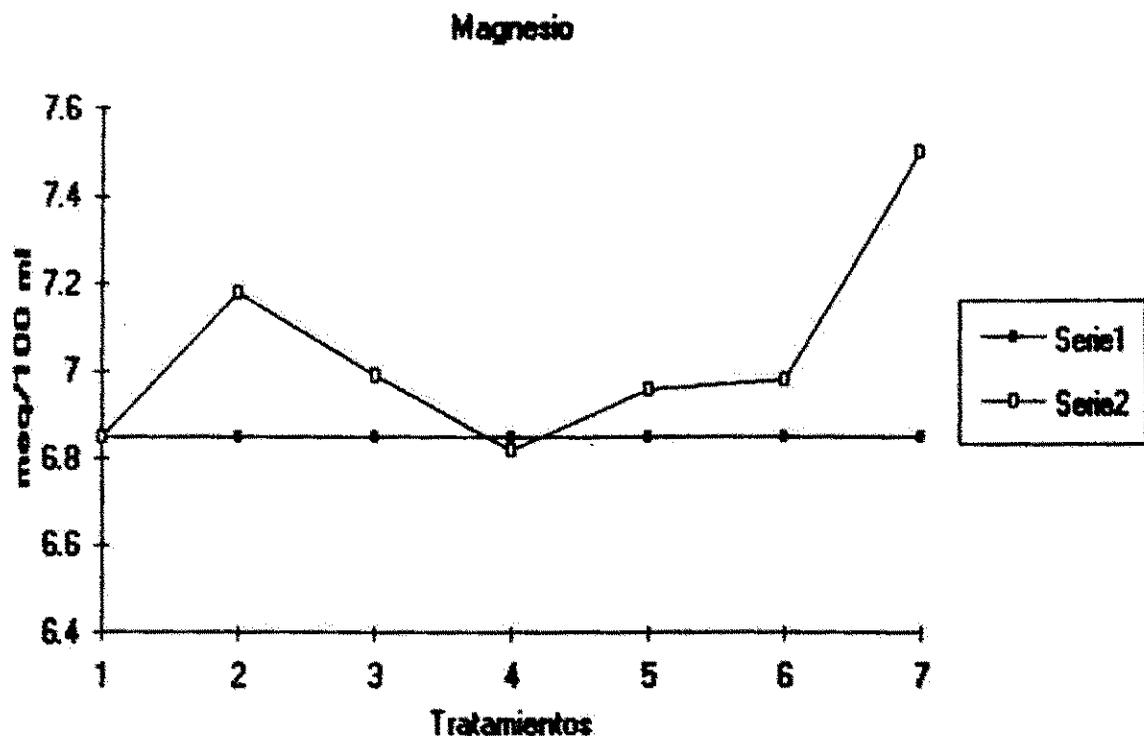


Figura 10: Comportamiento del Magnesio (método extractante del Cloruro de Potasio)

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

En la Figura 11, la serie 1, muestra la capacidad de intercambio catiónico del suelo antes de la preparación agrícola del mismo (arado, gradeo, incorporación del compost etc), su valor inicial corresponde a 31.37 meq/100 g, clasificándose en la categoría de alta (mayor del 20 meq/100 g de suelo).

La serie 2, indica los valores CIC, después de haber cosechado el maíz, exepuándose el tratamiento 4, en todos la CIC se incrementó respecto al valor inicial hasta un 8 por ciento como valor promedio, siendo el máximo de 16 por

ciento que corresponde al testigo.

Según Fassbender (1985) en intercambiadores inorgánicos con estructuras poco organizada como alofán, la capacidad de retención del material es fuerte. Los materiales orgánicos asociados con la fracción inorgánica, contribuyen a aumentar la CIC total.

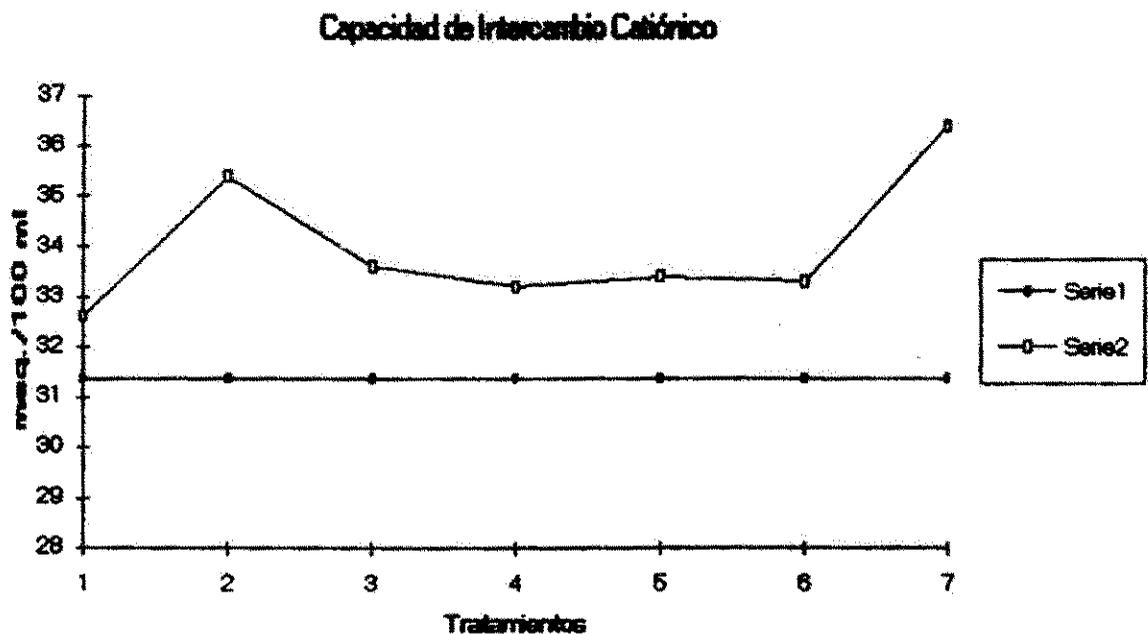


Figura 11: Comportamiento de la Capacidad de Intercambio Catiónico (método extractante del Cloruro de Potasio).

7. CONCLUSIONES

1. Respecto a los rendimientos, diámetro del tallo y número de hojas el tratamiento 2 (15 t/ha de compost + 32.5 kg/ha de urea al 46 por ciento) resultó con los valores más altos, alcanzando los 4 925 kg/ha, seguido por el tratamiento 6 que obtuvo 4 915 kg/ha.

2. Para las propiedades físicas determinadas en las muestras de suelo donde se montó el ensayo después de recoger la cosecha del maíz, se obtuvieron resultados por debajo de los iniciales. Puesto que el mejoramiento de la estabilidad estructural se puede observar después de tres años del uso continuado del compost.

3. Para las propiedades químicas el fósforo al menos tuvo un comportamiento esperado en cuanto a los resultados de laboratorio, puesto que para el tratamiento 6 con 130 kg/ha de 18-46-0, y 130 kg/ha de úrea al 46 por ciento, los valores obtenidos fueron por encima de los iniciales, los demás tratamientos se mantuvieron por debajo, lo que refleja un estado bajo de fósforo en el suelo y bajo en el compost utilizado. El potasio disminuyó solamente en el tratamiento 1, para el resto se incrementó.

La capacidad de intercambio catiónico, Calcio, Magnesio, Sodio, de manera general sufrieron incrementos para todos los tratamientos, lo que conlleva a afirmar que existe un aumento de los elementos mencionados a través de la incorporación del compost en el suelos en un ciclo de maíz.

El análisis estadístico no reflejó diferencias significativas para los tratamientos respecto a las variables estudiadas.

4. En el análisis económico, el tratamiento 2 obtuvo el mayor ingreso bruto (4 876.20) córdobas, con ingreso neto negativo, mientras que el tratamiento 6 tuvo ingreso neto de 2 518.35 córdobas y costo/beneficio de 1. Este análisis nos refleja que el hecho de comprar el compost comercialmente, no trae beneficios económicos para el productor, ya que tiene costos demasiados elevados, cuando se hace a nivel experimental.

Si el productor produce compost con los materiales o recursos de la misma finca (mano de obra familiar, equipos y rastrojos, etc.) obtendría una relación costo/beneficio aproximadamente de 2, ganando 2 córdobas por cada 1 que invierte.

8. RECOMENDACIONES

- 1. Para mejorar el efecto del compost sobre los rendimientos se recomienda la adición de 32.5 kg/ha de úrea al 46 por ciento, para los suelos en que se montó el ensayo, previendo no alterar negativamente el pH del suelo.**
- 2. Que los productores en conjunto a la familia realicen sus propias aboneras o compost con rastrojos de cosechas, estiércol de ganado o residuos orgánicos de los mercados, para disminuir los costos que principalmente se elevan por la compra del compost elaborado comercialmente.**
- 3. Utilizar la incorporación de abonos verdes así como leguminosas o asociaciones de leguminosas con el maíz, lo que ayudará a suministrar nitrógeno.**
- 4. Mantener parcelas permanentes del ensayo, para hacer repeticiones del mismo, hasta obtener datos en que se pueda concluir definitivamente, ya que el efecto en el mejoramiento de la estabilidad estructural y los mayores aportes en cuanto a las propiedades químicas se pueden observar al cabo de tres años de uso consecutivo del compost sobre el suelo.**
- 5. Para próxima repetición del ensayo considerar un número mayor de muestras de suelo para realizar análisis estadísticos.**
- 6. Validación a nivel de fincas. Realizando este tipo de ensayo a nivel de fincas, pero tomando en cuenta los recursos y materia prima de la misma, para**

estudiar los aportes del compost en condiciones de los agricultores.

REFERENCIAS

- Aguilera, M. & Cortez, M. 1987. Efectos de fuentes y dosis de abonos orgánicos en el cultivo de habichuelas (Phaseolus vulgaris L). Trabajo de tesis.**
- Catastro, 1971. Levantamientos de suelos de la región del pacífico de Nicaragua.**
- Cruz, S. 1986. Abonos Orgánicos. Imprenta de la UACH. Chapingo México**
- Deffis, A. 1989. La Basura es la Solución. Edit Concepto. México D.F.**
- F.A.O. 1978. Los Fertilizantes y su utilización. Boletín No. 34. Roma, Italia.**
- Fassbender, H. & Bornemisza, E. 1987. Química de Suelos. II Revisión. IICA.**
- Fuentes, J.L. 1989. El suelo y los fertilizantes. III Edición. Edit Mundí-Prensa. Madrid, España.**
- García, 1948. Abonos orgánicos. Universidad de Chapingo, México D.F.**
- Ineter, 1992. Resumen Meteorológico.**
- Inventario de Riego, 1992. Universidad Nacional Agraria de Nicaragua U.N.A.**

Jacobson, 1957. Micronutrientes en Agricultura. Editorial AGT de México.

Pérez, R. 1948. Abonos Orgánicos o Compostes. Santiago, Chile.

**Primavesi, A. 1982. Manejo Ecológico del Suelo, V Edición. Edit el Ateneo.
Buenos Aires, Argentina.**

**Rudolf M, 1992. Escuela de Agricultura y Ganadería de Estell, (comunicación
verbal)**

**Worthen, E.L. & Aldrich, S.R. 1968. Suelos Agrícolas. Edit Revolucionaria.
La Habana, Cuba.
Universidad Nacional Agraria.**

Yagondin, B.A. 1986 . Agroquímica II. Editorial Mir, Moscú.

ANEXOS

COSTOS DEL ENSAYO

Descripción	Muestras	U.S.
Análisis Qco. Físico del suelo antes de la incorporación del compost al suelo.	4	108.00
Análisis Qco. Físico del suelo después de levantar la cosecha del maíz (Zea mays. L)	7	189.00
Análisis químico del Compost	1	27.00
Transporte 1 vez/semana.		
2 almuerzo 1 vez/semana.		
Bibliografía	3 x 25 U.S	75.00
Transporte del compost.	50.00	
Preparación del terreno	50.00	
Fertilizante químico (Urea, comp)	2 QQ	27.00
Rotulación de los tratamientos	28	10.00

PLAN DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	FECHA
Medición del área de ensayo	lunes 07 junio 1993
Toma de muestra del suelo	jueves 10 junio 1993
Toma de muestra del compost	jueves 10 junio 1993
Arado del terreno	viernes 11 junio 1993
Gradeo del terreno	viernes 11 junio 1993
Riego del compost	sábado 12 junio 1993
Incorporación del compost con gradeo	Domingo 13 junio 1993
Surcado del terreno y siembra	jueves 17 junio 1993
Visita para observar germinación	domingo 20 junio 1993
Mediciones foliares (a partir del 09 de julio, cada 15 días hasta la fructificación)	
Raleo del maíz	7 de julio de 1993
Entrega de análisis resultados	martes 30 Noviembr 93
Aporque 1.	jueves 8 julio 1993
Control de malezas	jueves 8 y 23 de julio 1993
Toma de muestra de suelo (II)	Octubre
Cosecha	Octubre 10

DISEÑO DE LAS PARCELAS Y DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS

Bloque No. 4

1	5	3	6	2	4	7
Compost 15 T/ha	Compost 25 T/ha	Compost, completo	Urea, completo, altas dosis	Compost, Urea	Compost urea; completo	Testigo

Bloque No. 3

2	6	4	1	7	5	3
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Bloque No. 2

7	3	1	2	4	6	5
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Bloque No. 1

3	7	2	6	5	1	4
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Rendimientos en kilogramos de peso fresco por parcela útil (24 metros cuadrados)

Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7
Bloque							
I	11.93	13.29	10.80	13.24	10.63	14.00	09.29
II	12.45	15.11	10.74	12.25	12.27	13.10	08.84
III	12.87	12.61	13.00	10.88	15.30	14.43	10.97
IV	11.91	12.16	12.33	12.47	12.50	11.79	11.79
Promedios	12.29	13.29	11.72	12.21	12.68	13.33	10.22

Porcentajes de humedad con tratamientos frescos de las parcelas útil.

Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7
Bloque							
I	22.40	21.20	24.00	22.80	24.00	22.20	22.80
II	23.00	23.00	24.20	24.20	24.20	24.00	23.40
III	23.20	23.20	23.20	24.60	22.80	22.00	23.20
IV	23.20	23.10	22.20	22.60	23.60	24.20	24.20
Promedios	22.95	22.63	23.40	23.55	23.65	23.10	23.35

Rendimiento en Kg por parcelas útil, con el 13% de humedad

Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7
Bloque							
I	10.64	12.00	10.43	11.74	09.29	12.52	08.24
II	11.00	13.40	09.38	10.67	10.70	11.45	07.78
III	11.36	11.13	11.48	09.42	13.58	12.94	09.68
IV	10.51	10.75	10.88	11.00	10.98	10.27	10.27
Promedios	10.88	11.82	10.29	10.71	11.12	11.80	09.00

Rendimiento en kg por hectarea con el 13% de humedad.

Tratamientos	1	2	3	4	5	6	7
Bloque							
I	4,433	5,000	3,929	4,892	3,871	5,217	3,433
II	4,583	5,583	3,988	4,446	4,458	4,771	3,242
III	4,733	4,638	4,783	3,925	5,658	5,392	4,033
IV	4,379	4,479	4,533	4,583	4,575	4,279	4,279
Promedios	4,532	4,925	4,288	4,462	4,641	4,915	3,747

RESUMEN METEOROLOGICO 1992

Estación: Augusto César Sandino

Elevación: 56msnm

Mes	temperatura		Húmedad R en %	Precipit en mm	Vientos en m/seg	D Pred
	Mín	Max				
Enero	20.5	33.0	68	0.3	4.6	E
Ferbrero	21.3	34.1	65	0.0	4.1	E
Marzo	22.2	34.9	60	0.0	4.3	E
Abril	23.8	36.2	59	0.0	3.8	E
Mayo	24.3	35.6	63	86.7	3.4	E
Junio	23.7	34.1	77	159.0	2.6	E
Julio	22.8	31.7	82	119.4	3.3	E
Agosto	22.8	32.5	78	62.2	3.8	E
Septiembre	22.7	32.9	79	143.3	3.0	E
Octubre	22.4	32.4	79	114.4	2.8	E
Noviembre	22.1	32.9	75	4.1	2.8	E
Diciembre	21.4	32.7	70	16.0	3.2	NE
Promedios	22.5	33.6	71	58.8	3.5	E