

# EFICIENCIA AGRONOMICA RELATIVA DE TRES ABONOS ORGANICOS (vermicompost, compost, y gallinaza) EN PLANTAS DE MAÍZ (*Zea mays L*).

RELATIVE AGRONOMIC EFFICIENCY OF THREE ORGANIC FERTILIZERS (vermicompost, biofertilizers and poultry manure) in corn plants (*Zea mays L*).

Matheus L., Jesús; Caracas, José; Montilla, Fermín y Fernández, Oswaldo.  
Laboratorio de Investigación de Suelos. Departamento de Ciencias Agrarias. NURR-ULA, Trujillo. jmatheus@ula.ve

## Resumen.

Con el fin de evaluar el efecto residual de tres abonos orgánicos (vermicompost, biofertilizante y fertiagro) se realizó un ensayo en macetas en el vivero del Núcleo Universitario Rafael Rangel Trujillo, en el cual se utilizó suelo procedente de la Operadora Agrícola NURR (antigua Finca el Reto). Fue establecido bajo un modelo estadístico completamente aleatorizado, que constó de ocho tratamientos: fertilización química convencional, Vermicompost 2 Mg.ha<sup>-1</sup>, biofertilizante 5 Mg.ha<sup>-1</sup>, fertiagro 3 Mg.ha<sup>-1</sup>, ½ dosis de fertilizante químico + 1 Mg.ha<sup>-1</sup> de Vermicompost, ½ dosis de fertilizante químico + 2,5 Mg.ha<sup>-1</sup> de biofertilizante; ½ dosis de fertilizante químico + 1,5 Mg.ha<sup>-1</sup> de fertiagro y un testigo sin fertilizante con cuatro replicas de cada tratamiento utilizando como planta indicadora un híbrido de maíz (Sefloarca 91). Se evaluaron las variables peso seco y la eficiencia agronómica relativa (E.A.R) que expresa el comportamiento del rendimiento en biomasa de los tratamientos evaluados con respecto a la fertilización química tradicional referida en porcentaje (rendimiento relativo). El ensayo tuvo una duración de 5 ciclos consecutivos de 21 días cada uno; los resultados indicaron que el crecimiento de las plantas alcanzó hasta el tercer ciclo (63 días) en los cuales se registró la mayor cantidad de biomasa; a partir de allí, la producción disminuyó en forma progresiva y cada vez más acentuada. Esto resultados obtenidos mostraron que el mayor efecto del tratamiento con fertilización química alcanzó sus máximos niveles en la fase inicial del ensayo, mientras que los tratamientos con productos orgánicos alcanzaron su mayor efecto en el tercer ciclo (63 días) evidenciando su mayor acción residual..

**Palabra clave:** fertilización, acción residual, abonos orgánicos.

### **Abstract.**

A study was conducted to evaluate the residuals effects of three organic fertilizers: Vermicompost, biofertilizers (La Pastora) and poultry manure (Fertiagro). The study was performed at the ULA-NURR Teaching and Extension Nursery, Trujillo, Estate Trujillo. Plants of corn hybrid ("Sefloarca 91") used as indicator for assessing the effects of fertilization were grown in containers placed in open sun and were filled with soils from the Universidad de Los Andes Research Station in Monay, Estate Trujillo. The experiment was a completely random design with eight treatments and four replications. The treatments included: 1) chemical fertilizers, 2) Vermicompost at 2 Mg.ha<sup>-1</sup>, 3) biofertilizers La Pastora at 5 Mg.ha<sup>-1</sup>, 4) Fertiagro at 3 Mg.ha<sup>-1</sup>, 5) ½ dose of chemical fertilizer + 1 Mg.ha<sup>-1</sup> of Vermicompost, 6) ½ dose of chemical fertilizer + 2,5 Mg.ha<sup>-1</sup> of biofertilizer, 7) ½ of chemical fertilizer + 1,5 Mg.ha<sup>-1</sup> of vermicompos, and 8) a blank without fertilizer. A dry matter production was recorded. Calculations of the relative agronomic efficiency (RAE) which indicates biomass production of each organic treatment in relation to chemical fertilization expressed as percentage (relative yield) were made and analyzed as indicators of residual effect. Trials lasted five consecutive cycles of twenty one days each. Corn plants had a sustained growth during sixty three days (third cycle) when the greatest biomass accumulation was reached. After that, biomass production was decreasing in gradually and noteworthy way. Chemical fertilization showed its grater effect during the initial phase of the experiment whereas organic treatments had their greater effects at the third cycle (63 days).

**Key Words:** fertilization, residual effects, organic fertilizers.

## **INTRODUCCIÓN**

Las prácticas para el manejo de la fertilidad de los suelos constituyen un componente esencial de cualquier sistema de producción agrícola cuyo objetivo sea la obtención de altos rendimientos en esta actividad; con ellas se pretende preservar, recuperar y mejorar las características de los suelos para garantizar su productividad en el tiempo, además de incorporar y reponer los nutrientes esenciales demandados por los cultivos que el suelo no puede suplir oportunamente en la cantidad y calidad requerida. En la actualidad se hace énfasis en la necesidad de establecer prácticas que permitan mantener el nivel de productividad de los suelos, incrementar la producción agrícola y preservar los ecosistemas en el tiempo.

Mogollón (2000), señala que las prácticas de fertilización deben garantizar el suministro de los nutrientes esenciales, así como, una reacción del suelo adecuada que no ocasione problemas de salinidad; además, mejorar la superficie interna del suelo, la estructuración, su capacidad de retención de humedad e intercambio gaseoso y promover las poblaciones de los microorganismos y su actividad.

Según la fuente de suministro de nutrientes se distinguen dos alternativas para la fertilización de los cultivos: la química o sintética y la orgánica. La primera de ellas consiste en la aplicación de abonos producidos industrialmente que reúnen

condiciones técnicas de calidad como proveedores de nutrimentos a los cultivos; son sales solubles, altamente concentradas, de fácil y rápida liberación, pero generalmente de corta acción residual (Bertsch 1998, Soto 2003). Es la práctica usual y recomendada como la forma más eficiente de suplir minerales a las plantas y su principal ventaja radica en la capacidad de proporcionar mayor cantidad de nutrimentos en menor volumen de material fertilizante, lo que facilita su manejo en el transporte y distribución en el campo. Además, al tener un balance homogéneo de componentes químicos, este tipo de fertilización permite establecer con mayor precisión la dosificación requerida (Meléndez y Molina 2003).

La fertilización orgánica se fundamenta en el aprovechamiento de la biomasa de las plantas, residuos vegetales post-cosecha, excrementos animales, lodos residuales, desechos industriales, agroindustriales y urbanos. Son desechos sólidos, líquidos y semilíquidos que procesados y aplicados al suelo mejoran sus condiciones físicas, químicas y biológicas (Soto 2003). En la actualidad existe una gran variedad de métodos, técnicas y prácticas (biodegradación aeróbica, biodigestión, lombricultura) dirigidas al manejo de desechos orgánicos que permiten su aprovechamiento como materia prima para la elaboración de abonos orgánicos contribuyendo a resolver problemas de contaminación ambiental. El uso de estos subproductos orgánicos en la agricultura requiere del establecimiento de diversas alternativas tecnológicas, según las condiciones de cada país y/o región, para producir abonos de buena calidad al menor costo posible que coadyuven solos o combinados con los fertilizantes químicos en la nutrición vegetal, además de contribuir con la activación biológica y el mejoramiento paulatino de las propiedades físicas de los suelos (Datzell et al 1991mas nueva).

Con esta práctica de fertilización se reciclan componentes nutricionales de estos desechos y se mejora la calidad física y biológica del suelo. El abono orgánico ofrece la ventaja de restablecer el equilibrio biológico, físico, químico y ecológico del suelo; incrementa la cantidad y diversidad de la flora microbiana benéfica, permite la reproducción de lombrices de tierra al tiempo que libera los elementos químicos que las plantas necesitan. Se les considera como productos fertilizantes de lenta liberación cuya acción se prolonga en el tiempo (acción residual) que contribuyen a mejorar la calidad del medio ambiente y favorecer la producción sostenible de alimentos (Acuña 2003, Soto 2003). Existe una amplia cantidad de referencias bibliográficas que señalan el efecto positivo del uso de diversos productos orgánicos en las condiciones del suelo y la productividad de los agroecosistemas (Bertsch 1998, Soto 2003, Meléndez y Molina 2003).

Aunque el abono orgánico es uno de los fertilizantes más antiguos, desde hace algunos años ha tomado relevancia el uso de este producto como fertilizante para la producción agrícola, particularmente a partir de la década de 1980, mediante el establecimiento de sistemas de desarrollo integrado de nutrición de

plantas en los que se promueve el empleo de fuentes orgánicas de nutrimentos, así como, el uso oportuno y estratégico de fertilizantes químicos sintéticos, lo que constituye un enfoque sustentable (ecológica, social y económicamente viable) y ambientalmente correcto de manejo de los sistemas agrícolas, ya que mientras los fertilizantes sintéticos facilitan el manejo efectivo, inmediato y económico de nutrimentos específicos, los materiales orgánicos no solo suplen nutrimentos, sino que también mejoran las propiedades físicas y biológicas del suelo incrementando la productividad de los sistemas agrícolas en el tiempo (acción residual) (Valerio 2000). El uso de ambos productos en forma complementaria permite superar algunas de las limitaciones que estos presentan cuando se usan como fuentes únicas; en tal sentido, el efecto residual en el tiempo de los abonos orgánicos es una de las características de particular relevancia para su inclusión en los sistemas de nutrición integrados de plantas.

La dinámica de los procesos de descomposición de los materiales orgánicos, su acción residual y aporte en la nutrición de las plantas y propiedades del suelo, depende de un conjunto de variables como la naturaleza de los productos, características del suelo, las poblaciones de organismos y su actividad, y las características climáticas; el seguimiento de los mismos es complejo y difícil de caracterizar por su dinámica, diversidad e interrelaciones de los factores y procesos que intervienen. A pesar de ello, es referido claramente por diversos investigadores el efecto prolongado de los abonos orgánicos y su acción residual en el mediano y largo plazo sobre las características del suelo que definen su fertilidad (Meléndez 2003); esto implica necesariamente el establecimiento y seguimiento de ensayos durante largos períodos de tiempo. Sin embargo, el aporte de los abonos orgánicos en la nutrición de cultivos de ciclo corto puede determinarse en bioensayos bajo condiciones controladas (Ramírez y Salas 2001) y en campo mediante la determinación de la Eficiencia Agronómica Relativa (EAR) como una medida del efecto residual del abonamiento orgánico, que expresa el comportamiento en el rendimiento (materia seca) con respecto a la fertilización química convencional referido en porcentaje (rendimiento relativo). Esta es una metodología comúnmente empleada para determinar la acción residual de las rocas fosfóricas.

En este trabajo de investigación se estableció como objetivo general la evaluación y comparación del efecto residual de tres abonos orgánicos mediante la determinación de la eficiencia agronómica relativa empleando maíz (*Zea mays* L) como planta indicadora.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Vivero de Extensión y Docencia del Núcleo “Rafael Rangel” de la Universidad de los Andes, jurisdicción del Municipio autónomo Pampanito del Estado Trujillo. Para el establecimiento

del ensayo se procedió a llenar bolsas de polietileno con cinco kilogramos de suelo homogeneizado y tamizado (4mm) procedente de la Operadora Agrícola Rafael Rangel (antes Finca El Reto), propiedad de La Universidad de Los Andes en Monay, Estado Trujillo. Se emplearon tres productos fertilizantes orgánicos: compost elaborado por biodegradación aeróbica con desechos sólidos de la industria azucarera (Biofertilizante La Pastora), estiércol de gallina procesado (Fertiagro) y un vermicompost procedente de una pequeña unidad de producción ubicada en el Municipio Rafael Rangel del Estado Trujillo; estos materiales, al igual que el suelo, fueron caracterizados con el apoyo del Laboratorio de Química Ambiental y el Laboratorio de Servicio de Análisis de suelos del Núcleo Rafael Rangel.

En un modelo estadístico completamente aleatorizado se aplicaron ocho tratamientos y cuatro réplicas de cada uno. Los tratamientos fueron:

T1 = Testigo (sin fertilizante)

T2 = Vermicompost (2 Mg.ha-1)

T3 = Biofertilizante (5 Mg.ha-1)

T4 = Fertiagro (3 Mg.ha-1)

T5 = Vermicompost + Químico (1 Mg.ha-1 + ½ químico)

T6 = Biofertilizante + Químico (2.5 Mg.ha-1 + ½ químico)

T7 = Fertiagro + Químico (1,5 Mg.ha-1 + ½ químico)

T8 = Químico (15-15-15 + Urea)

La dosis de fertilizante químico aplicada fue establecida por el Laboratorio de Servicio de Análisis de Suelo NURR-ULA según las condiciones del suelo y las exigencias del cultivo (130 kg N/ha, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 100 kg de K<sub>2</sub>O/ha). El nivel de aplicación del Vermicompost fue definido tomando como criterio las recomendaciones señaladas por los autores Quintero (1993); en cuanto a las dosis del Biofertilizante y el Fertiagro, se consideraron las recomendaciones dadas por el personal de las empresas que los producen (Central La Pastora C.A. y Fertilizantes Duaca C.A. respectivamente).

Luego del llenado de las bolsas se procedió a la incorporación de los fertilizantes orgánicos y sintéticos según las dosis indicadas y se realizó la siembra colocando cuatro semillas de maíz (*Zea mays L.*, híbrido Sefloarca, 1991) en cada una de las bolsas; ocho días después se efectuó un raleo dejando una planta por bolsa. El ensayo tuvo una duración de 105 días dividido en cinco ciclos de 21 días cada uno en forma consecutiva. Al final de cada ciclo las plantas fueron extraídas

de las bolsas para cuantificar las variables peso seco aéreo (PSA) (g/maceta) y eficiencia agronómica relativa (EAR) según la siguiente fórmula:

$$E.A.R = \frac{\text{rend.fert.orgánico}-\text{rend.testigo}}{\text{rend.fert.químico}-\text{rend.testigo}} \times 100$$

Donde:

rend. fert.orgánico = peso seco promedio (g) obtenido de las plantas en las macetas que fueron tratadas con los diferentes abonos orgánicos según las dosis aplicadas (T2, T3, T4, T5, T6, T7).

Rend.fert.químico = peso seco promedio (g) obtenido de las plantas en las macetas que fueron tratadas con fertilizante químico (T8).

Rend testigo = peso seco promedio (g) obtenido de las plantas en las macetas que no fueron fertilizadas (T1).

Una vez recopilada la información de campo, el análisis de los datos fue efectuado empleando el paquete estadístico SAS® System para Windows<sup>1</sup> Se realizó el análisis de la varianza mediante el procedimiento GLM y separación de medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, el crecimiento de las plantas alcanza hasta el tercer ciclo (63 días) en los cuales se registra la mayor cantidad de biomasa; a partir de allí, la producción disminuye en forma progresiva y cada vez más acentuada.

**Cuadro 1.** Valores promedio de biomasa seca (g) según los tratamientos evaluados (\*).

Tratamientos	Ciclos				
	I (21 días)	II (42 días)	III (63 días)	IV (84 días)	V (105 días)
<b>T1 (Testigo)</b>	1,15 e	1,18 e	1,22 f	0,97	0,70
<b>T2 (vermicompost)</b>	1,62 d	2,00 b	1,57 e	1,07	0,60
<b>T3 (biofertilizante)</b>	2,05 c	2,10 b	2,23 c	1,13	0,70
<b>T4 (fertiagro)</b>	0,59 f	1,83 c	2,89 a	1,50	0,70
<b>T5 (vermic. + químico)</b>	2,13 c	2,00 b	1,55 e	1,03	0,87
<b>T6 (biofertil. + químico)</b>	2,35 b	2,10 b	1,73 d	1,00	0,67
<b>T7 (fertiagro + químico)</b>	1,60 d	2,45 a	2,60 b	1,18	0,95
<b>T8 (químico)</b>	2,60 a	2,55 a	1,60 d	0,88	1,05

(\* Los tratamientos con las mismas letras corresponden al mismo grupo estadístico según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

<sup>1</sup>Copyright © 1998 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Al analizar el comportamiento de los tratamientos en los dos primeros ciclos (hasta 42 días), se observan diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,001$ ) entre ellos, correspondiendo la mayor producción de biomasa al tratamiento con fertilizante químico (T8) y las mezclas biofertilizante + químico (T6) y vermicompost + químico (T5); cuando se aplicaron los productos orgánicos solos (T2, T3 y T4) el rendimiento en biomasa fue menor que los anteriores, aunque el biofertilizante y vermicompost tuvieron un efecto muy cercano al obtenido con las mezclas en el II ciclo (cuadro 1). Es importante destacar el poco crecimiento de las plantas tratadas con fertiagro T4 y T7 lo que fue consecuencia del efecto fitotóxico debido a la alta concentración de sales solubles por la aplicación de una dosis elevada; esto se evidencia en la conductividad eléctrica de ese material (Cuadro2). El uso del estiércol de gallina debe realizarse con la debida precaución ya que la aplicación de niveles moderados a altos, pueden aportar cantidades elevadas de amoníaco que causan daños a las plantas (Uribe 2003); el producto empleado (Fertiagro) tuvo una conductividad eléctrica de 11,68 dS.m<sup>-1</sup>, siendo bastante superior a 5,65 dS.m<sup>-1</sup> que es el límite referido por algunos investigadores (Verdonck y Pennick 1985)

A los 63 días (III ciclo) la mayor respuesta en producción de biomasa correspondió a los tratamientos con fertiagro (T4), la mezcla fertiagro + químico (T7) y biofertilizante (T3) entre los cuales también se encontraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0,001$ ); los demás tratamientos, transcurrido este tiempo, mostraron

**Cuadro 2.** Caracterización físico-química de los abonos orgánicos.

Parámetros	Vermicompost	Biofertilizante	Fertiagro
% de part. Con diámetro $\leq$ a 2mm	67	76	93,2
% de cenizas	44	37,75	67
Dens. aparente (Mg/m <sup>3</sup> )	1,09	0,44	0,50
% de carbono orgánico	10,51	7,84	27,50
% de materia orgánica	17,88	13,3	46,76
% de nitrógeno	1,53	1,44	3,10
Relación C/N	6,86	5,44	8,87
pH (U/pH)	6,82	6,42	7,91
C.E (dS.m <sup>-1</sup> )	3,86	4,95	11,68
% Fósforo total	1,53	0,96	1,90
% Magnesio total	1,42	1,39	1,64
% Calcio total	1,23	1,20	5,35
% Potasio total	23,79	8,58	65,62
(*) R. Basal (mg/CO <sub>2</sub> /100g/suelo/24h)	16,5	38,5	44,6

Fuente: Laboratorio de Química Ambiental (LAQUIAM), NURR-ULA.

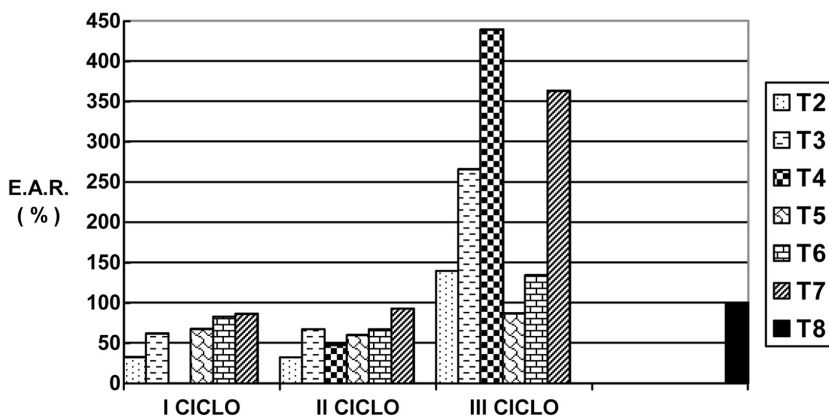
(\*) Laboratorio de Investigación de Suelos, NURR-ULA.

poco efecto en el crecimiento de las plantas, notándose de manera relevante la disminución acentuada de la producción de biomasa en el tratamiento con fertilizante químico (T8).

La determinación de la eficiencia agronómica relativa en base a los datos anteriores, se presenta en el cuadro 3 y la expresión gráfica de los mismos en la figura 1; esta variable expresa el comportamiento del rendimiento en biomasa de los tratamientos evaluados con respecto a la fertilización química tradicional referida en porcentaje (rendimiento relativo).

**Cuadro 3.** Eficiencia agronómica relativa de los tratamientos evaluados hasta 63 días.

Tratamientos	Eficiencia Agronómica Relativa (%)		
	I (21 días)	II (42 días)	III (63 días)
T2	32,41	59,80	92,10
T3	62,07	67,15	265,80
T4	----	47,44	439,50
T5	67,59	59,85	86,84
T6	82,75	67,15	134,20
T7	31,03	92,70	363,15



**Figura 1.** Eficiencia Agronómica Relativa.



En el primer ciclo (21 días) el tratamiento con fertilizante químico superó a todos los demás y las mezclas biofertilizante + químico (T6) y vermicompost + químico fueron los mas cercanos alcanzando un rendimiento relativo 82,75 y 67,59 % respectivamente; se aprecia el efecto fitotóxico que tuvo el fertiagro (T4) cuya E.A.R. no se determinó ya que su producción de biomasa fue inferior al tratamiento testigo y la mezcla T7 apenas alcanzó un rendimiento relativo de 31,03 % con respecto a la fertilización química convencional (T8)..

En el segundo ciclo se observa la misma tendencia y se aprecia el incremento significativo del fertiagro, particularmente con la mezcla T7 que apenas está 7,3 % por debajo del rendimiento obtenido con el fertilizante químico (T8).

A los 63 días el rendimiento relativo en peso seco (E.A.R.) de los tratamientos con los abonos orgánicos, solos o mezclados con químico, a excepción de T2 (vermicompost) y T5 (mezcla vermicompost + químico), superaron ampliamente al tratamiento con fertilizante químico de referencia (figura 1), lo que indica claramente el efecto residual de los abonos orgánicos, particularmente el fertiagro y biofertilizante bajo las condiciones en que se realizó este trabajo de investigación.

De los tres abonos evaluados el vermicompost no mostró acción residual como los demás; similar comportamiento tuvo en trabajos anteriores (Aranguibel y Guzmán 2002) quienes también evaluaron este material y señalan que el producto empleado no reúne las condiciones ideales que refieren algunos autores en cuanto a su calidad y composición (Ferruzzi 1994).

Los resultados obtenidos mostraron que el mayor efecto del tratamiento con fertilización química alcanzó sus máximos niveles en la fase inicial del ensayo debido a que los productos fertilizantes químicos son sales solubles altamente concentradas, disponibles en forma inmediata para las plantas, pero de corta acción residual, mientras que los tratamientos con productos orgánicos alcanzan su mayor efecto en el tercer ciclo (63 días) ya que los abonos orgánicos se consideran como materiales de lenta liberación que aportan sus nutrimentos a través del tiempo dependiendo de diversos factores como el tipo de material orgánico, sus características, las condiciones biológicas, edáficas y ambientales (Meléndez 2003).

Cabe destacar que las mezclas utilizadas en este ensayo dieron respuestas bastante aceptables en relación a la acción residual destacando la mezcla de fertiagro y químico; similares resultados han sido obtenidos en otros trabajos realizados donde se han evaluado mezclas de compost y fertilizantes químicos (Matheus 2001, Briceño y Mora 2003), en los que se ha reafirmado el efecto complementario y positivo del uso de ambos productos.

## **CONCLUSIONES**

El crecimiento adecuado de las plantas alcanza hasta el tercer ciclo (63 días), a partir del cual disminuye en forma progresiva y acentuada. El fertiagro inicialmente tuvo un efecto tóxico que generó plantas de poco crecimiento como consecuencia de la alta concentración de sales solubles por la aplicación de una dosis elevada.

La mayor respuesta en producción de biomasa correspondió a los tratamientos con fertiagro (T4), la mezcla fertiagro + químico (T7) y biofertilizante (T3) entre los cuales se encontraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0,001$ ); los demás tratamientos a los 63 días, mostraron poco efecto en el crecimiento de las plantas, notándose de manera relevante la disminución acentuada de la producción de biomasa en el tratamiento con fertilizante químico (T8).

En relación a la eficiencia agronómica relativa, en el primer ciclo (21 días) el tratamiento con fertilizante químico superó a todos los demás y las mezclas biofertilizante + químico (T6) y vermicompost + químico fueron los más cercanos alcanzando un rendimiento relativo 82,75 y 67,59 % respectivamente. En el segundo ciclo hubo un incremento significativo en la respuesta con la aplicación del fertiagro, particularmente con la mezcla T7 que apenas está 7,3 % por debajo del rendimiento obtenido con el fertilizante químico.

A los 63 días el rendimiento relativo en peso seco (E.A.R.) de los tratamientos con los abonos orgánicos, solos o mezclados con químico, a excepción de T2 (vermicompost) y T5 (mezcla vermicompost + químico), superaron ampliamente al tratamiento con fertilizante químico de referencia, lo que indica claramente el efecto residual de los abonos orgánicos.

Los resultados obtenidos mostraron una rápida respuesta (fase inicial) en el tratamiento con fertilización química, mientras que los tratamientos con productos orgánicos alcanzan su mayor efecto en el tercer ciclo (63 días) ya que los abonos orgánicos se consideran como materiales de lenta liberación que aportan sus nutrimentos a través del tiempo evidenciándose su acción residual.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Acuña, O. 2003. El uso de biofertilizantes en la agricultura, In: Gloria Meléndez y Gabriela Soto (eds.) Taller de abonos orgánicos. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. pp 67 – 75.
- Aranguibel, M. y Guzmán, I. 2002. Efecto residual del vermicompost en plantas de maíz (*Zea mays* L.) a nivel de macetas. Trabajo de grado en Tecnología Superior Agrícola. Departamento de Ciencias. Agrarias. Núcleo “Rafael Rangel”. Universidad de los Andes. Trujillo. Venezuela. 52 p.

- Bertsch, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. 1ª edición. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José. Costa Rica. 157p.
- Briceño, B. Mora, J. 2003. Acción residual de uso de Biofertilizante La Pastora, en maíz (*Zea mays L.*) como planta indicadora. Trabajo de grado en Tecnología Superior Agrícola. Departamento de Ciencias Agrarias. Núcleo “Rafael Rangel”. Universidad de los Andes. Trujillo. Venezuela. 68 P.
- Datzell, H; Biddlestone, A; Gray, K. y Thurairajan, K. 1991. Manejo del suelo; producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos. Boletín de suelos. FAO N° 56. Roma, Italia. 178 p.
- Ferruzzi, C. 1994. Manual de Lombricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 138 p.
- Matheus, J. 2001. Evaluación Agronómica del uso de un biofertilizante en el cultivo del maíz (*Zea mays L.*). Trabajo de grado presentado a la Coordinación del Área de Postgrado del Vicerrectorado de Producción Agrícola. Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Guanare, Portuguesa, Venezuela. 101 p.
- Meléndez, G. 2003. Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo. In: Gloria Meléndez y Gabriela Soto (eds.) Taller de abonos orgánicos. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. pp 6 - 31.
- Meléndez, G. y E. Molina. 2003. Fertilizantes: características y manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 132 p.
- Mogollón, L. 2000. Uso eficiente de los fertilizantes. In: Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo (eds.) Curso Manejo de la Fertilidad de Suelos. Maracay, Edo. Aragua, Venezuela. 294 p.
- Quintero, D. 1993. Subproductos de la Industria Azucarera y uso como Fertilizante. 1er Seminario “Manejo Integral de Suelos para la Agricultura Sostenida” CIAT. Palmira, Colombia 200 p.
- Salas, E. y E. Ramírez. 2001. Bioensayo microbiano para estimar nutrientes disponibles en abonos orgánicos: calibración de campo. *Agronomía Costarricense* 25(2):11 – 23.
- Soto, G. 2003. Abonos orgánicos: el proceso de compostaje. In: Gloria Meléndez y Gabriela Soto (eds.) Taller de abonos orgánicos. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. pp 30 – 57.

- Uribe, L. 2003. Inocuidad de abonos orgánicos. In: Gloria Meléndez y Gabriela Soto (eds.) Taller de abonos orgánicos. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. pp 122 – 138.
- Valerio, L. 2000. Conceptos básicos en fertilidad de suelos. In: Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo (eds.) Curso Manejo de la fertilidad de los suelos. Maracay, Edo. Aragua. Venezuela 12 p.
- Verdonck, O. y Pennick, R. 1985. The composting of back with soy scrap sludge. *Acta Horticulturae* (172): 183 - 187.