

EFFECTO DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS Y SU CORRELACIÓN CON BIOENSAYOS PARA ESTIMAR NUTRIMENTOS DISPONIBLES.

EFFECT OF DIFFERENT ORGANIC FERTILIZERS AND THEIR CORRELATION WITH BIOESSAYS TO ESTIMATE NUTRIENT AVAILABILITY

Matheus L Jesús., Graterol B Gabriela., Simancas G Darwin., Fernández Oswaldo.
Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Trujillo, Venezuela.
jmatheus@ula.ve

Resumen

En un bioensayo se evaluó el efecto de diferentes fuentes de abonos orgánicos (gallinazo, compost, estiércol de chivo, estiércol vacuno, biofertilizante y vermicompost) en la biomasa microbiana en una mezcla de suelo: abono (9:1) adicionando glucosa como fuente de energía para determinar el valor fertilizante de estos abonos y correlacionarlo con el crecimiento del maíz como planta indicadora a nivel de macetas. Ambos ensayos se establecieron en diseños estadísticos completamente aleatorizados que constaron de seis tratamientos: T1: gallinazo, T2: vermicompost, T3: biofertilizante, T4: estiércol vacuno, T5: compost y T6: estiércol de chivo y cuatro réplicas de cada uno. La respuesta se evaluó a través de la respiración basal expresada como mg CO₂-C/h 100g mezcla y en las macetas se cuantificaron las variables diámetro del tallo, área foliar total y biomasa seca (60 °C) de la parte aérea después de 28 días de la siembra; igualmente, se determinó el coeficiente de correlación entre la biomasa microbiana en el bioensayo y el peso seco a nivel de macetas. En ambos ensayos la mayor respuesta en todas las variables se obtuvo en el tratamiento con gallinazo, seguido de los tratamientos con estiércol de chivo, compost y estiércol vacuno y en última instancia el biofertilizante y vermicompost. Al relacionar los resultados obtenidos en el laboratorio y el de macetas se obtuvo un coeficiente de correlación positivo, alto y significativo que permite validar la metodología empleada.

Palabras clave: fertilización, abonos orgánicos, bioensayo microbiano.

Abstract

The effects of different organic fertilizer sources in microbial biomass and corn growth were investigated in laboratory and field bioassays respectively. Microbial biomass in mixtures of 9 parts of soil and 1 part of each organic fertilizer supplemented with glucose as energetic source was analyzed in laboratory conditions to determine fertilizer value for each case and correlate it with growth of corn plants grown in containers in field conditions. In both conditions, treatments were arranged in a completely random design with four replications. Treatments included: T1: poultry manure, T2: vermicompost, T3: biofertilizer La Pastora, T4: dairy cattle manure, T5: compost, and T6: goat manure. Basal respiration expressed as mg CO₂-C/h per 100 g of mixture was measured in the laboratory bioassay. Corn stem diameter, total foliar

were quickly rot and reduction of the yields was around 30 %. The symptoms could not be associated to any pathological process known in Venezuela. Analysis of the structures produced in Vitro and determination of sequences ITS of the ribosomal ARN allowed us identify the fungus responsible for the disease like *Phoma exigua* var. *foveata*.

Key Words: fertilization, organic fertilizer, microbial bioassay.

INTRODUCCIÓN.

Las prácticas agronómicas de fertilización hacen referencia a todas aquellas técnicas que permiten mejorar la fertilidad de las tierras desde el punto de vista físico, químico y biológico (Berscht 2003). Dentro de ellas, el abastecimiento de nutrimentos se realiza a través de fuentes minerales (fertilizantes sintéticos) y abonos orgánicos como los estiércoles, restos de cosecha, compost y vermicompost, entre otros. En las últimas décadas se ha retomado la importancia en el uso de las fuentes orgánicas debido al incremento de los costos de los fertilizantes químicos y al desequilibrio ambiental que estos ocasionan en los suelos y a la necesidad de preservar la materia orgánica en los sistemas agrícolas que es un aspecto fundamental relacionado a la sostenibilidad y productividad de dichos sistemas (Ramírez 2005). En el estado Trujillo, Venezuela, existe amplia tradición en el uso de abonos orgánicos como fuentes de suministro de nutrimentos y enmiendas del suelo en los sistemas de producción hortícola en las zonas altas, empleándose principalmente productos como la gallinaza, el estiércol de chivo y el de ganado vacuno y en menor proporción compost y vermicompost. Debido a la creciente demanda en el uso de estos abonos se considera de gran importancia estudiar, analizar, y evaluar el efecto de diferentes tipos y dosis usados en los principales rubros agrícolas del Estado Trujillo, lo que contribuirá a realizar un uso eficiente y racional de los mismos.

Muchas son las referencias en las que se señalan las ventajas derivadas del uso de materiales orgánicos debido a su capacidad para mantener el humus; sin embargo, muchos aspectos del uso de estos productos no han sido evaluados adecuadamente debido en gran medida a la falta de indicadores y metodologías apropiadas para cuantificar la dinámica de la materia orgánica y métodos que evalúen la calidad de los abonos orgánicos, particularmente, aquellos que estimen el aporte de nutrimentos disponibles a las plantas (Salas y Ramírez 2001).

Al respecto algunos investigadores (Vandevivere P y C. Ramírez 1995; Salas y Ramírez 2001) señalan la inconveniencia del uso de análisis químicos cuantitativos convencionales que determinan la cantidad de elementos (totales o extraíbles) y que no son los más adecuados para pronosticar con certeza la respuesta de las plantas a la aplicación de los abonos orgánicos; es así como desarrollaron y validaron una metodología para determinar el valor fertilizante de los abonos orgánicos, basada en el incremento de la población y actividad microbiana nativa de una mezcla

suelo-abono cuando se adiciona glucosa como fuente de energía, encontrando una excelente correlación entre la biomasa microbiana y el crecimiento de las plantas.

Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la respuesta de la planta de maíz a la aplicación de diferentes tipos de abonos orgánicos tradicionalmente empleados en el Estado Trujillo, Venezuela, en un suelo de la Unidad de Producción Integral (UPI), del Núcleo universitario “Rafael Rangel”, Universidad de Los Andes y determinar el valor fertilizante de estos abonos mediante un bioensayo para evaluar la población y actividad de los microorganismos y su correlación con el crecimiento del maíz como planta indicadora.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La primera fase del trabajo (bioensayo en laboratorio) se realizó en el Laboratorio de Investigación del Suelos del NURR-ULA, ubicado en la Villa Universitaria, La Concepción, Municipio Pampanito del Estado Trujillo, Venezuela y el ensayo en macetas (fase de campo) se realizó en Unidad de Producción Integral (UPI) de la misma institución.,

Bioensayo en laboratorio. Se realizó siguiendo la metodología de Vandevivere y Ramírez (1995) que se fundamenta en el incremento de la actividad y población de microorganismos del suelo con la adición de glucosa como activador y la posterior determinación de la respiración basal posterior a un período de incubación; este incremento esta asociado a la disponibilidad de nutrientes aportados por las fuentes orgánicas. El experimento se estableció bajo un modelo estadístico completamente aleatorizado que constó de seis tratamientos y cuatro réplicas de cada uno:

- T1: Mezcla de suelo + gallinazo.
- T2: Mezcla de suelo + vermicompost.
- T3: Mezcla de suelo + biofertilizante.
- T4: Mezcla de suelo + estiércol de vacuno.
- T5: Mezcla de suelo + compost.
- T6: Mezcla de suelo + estiércol de Chivo.

Mezcla en una proporción suelo:abono 9:1 (base seca). Se empleó suelo seco y tamizado (2 mm) procedente de la Unidad de Producción Integrada NURR-ULA, caracterizado en el Laboratorio de Servicios de Análisis de Suelos.

Determinación de la biomasa microbiana.

- 1- Se pesaron y mezclaron 90 g. de suelo y 10 g. del abono orgánico (base seca) y se colocaron en frascos de vidrio con capacidad de 500 c.c. (unidad experimental), ajustando la humedad de la mezcla hasta la mitad de la capacidad de campo.
- 2- Se incubaron las unidades experimentales durante 12 horas bajo condiciones de oscuridad y a temperatura ambiente.
- 3- Se adicionó 0.4 g. de glucosa, se agitó e incubó durante 48 horas en condiciones de oscuridad y a temperatura ambiente.
- 4- Transcurrido este tiempo se determinó la biomasa microbiana de cada unidad experimental por el método de respiración inducida (Anderson y Domsch 1978) de la siguiente manera:
 - a) En cada unidad experimental se colocó un recipiente con 20 ml NaOH 0.5 M, se tapó herméticamente y se incubó en oscuridad a temperatura ambiente durante 4 horas (simultáneamente se colocó un blanco).
 - b) Transcurrido este tiempo se recuperó el NaOH 0.5 M y se trasvasó a una fiola de titulación.
 - c) Se colocaron 2 ml de BaCl₂ 0.5 M y 3 gotas de indicador fenolftaleína.
 - d) Se tituló con HCL 0.5 M hasta que la solución se volvió incolora.
 - e) Se calculó la biomasa microbiana..

Ensayo en macetas

Se realizó en un diseño de experimento completamente aleatorizado que constó de seis tratamientos (fuentes de abonos orgánicos): gallinazo, vermicompost, biofertilizante, estiércol de vacuno y estiércol caprino, con 4 réplicas de cada uno. Para el establecimiento del ensayo se emplearon bolsas de polietileno negro con capacidad para 5 kg en las cuales se colocó la mezcla de suelo-abono (9:1) según los tratamientos indicados; el abono orgánico fue incorporado mezclándolo con el suelo en cada una de las bolsas; se empleó suelo procedente de la Unidad de Producción Integrada (UPI) caracterizado en la fase anterior. Las bolsas fueron colocadas en un espacio debidamente acondicionado y protegido para tal fin.

En cada una de las bolsas se sembraron 4 semillas de maíz híbrido Sefloarca 91, de las cuales fueron evaluados 3 plantas. Durante la germinación y crecimiento se mantuvo el control del riego, plagas y patógenos en las plantas. Transcurridos 28 días después de la siembra las plantas fueron extraídas y se determinaron las siguientes variables:

- Diámetro de tallo (DT) (cm)

- Área foliar total (AFT) (cm.2)

- Biomasa seca 60°C (PS) (g).

Los datos obtenidos fueron sometidos a los respectivos análisis de la varianza y separación de medias a través de la prueba Waller- Duncan empleando el paquete estadístico SAS. Las medidas de biomasa microbiana obtenidas en el ensayo de laboratorio se correlacionaron con las medidas de peso seco de las plantas de maíz en el ensayo de macetas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos para la variable Respiración Basal (mgCO₂-C/h 100g mezcla) según los tratamientos considerados en el bioensayo realizado en el laboratorio

Cuadro 1. Respiración Basal (mgCO₂-C/h 100g mezcla) según los tratamientos

Tratamientos	Resp. Basal
T1: Gallinazo	27.71 a
T2: Vermicompost	7.95 bc
T3: Biofertilizante	4.89 c
T4: Est. vacuno	4.80 c
T5 : Compost	9.0 b
T6 : Est. de Chivo	9.0 b

Tratamientos con la misma letra pertenecen al mismo grupo según la prueba de rangos múltiples de Waller-Duncan.

Se encontró una respuesta altamente significativa ($P \leq 0.01$) que evidencia el efecto de los productos orgánicos evaluados en la respiración basal. El gallinazo produjo la mayor respuesta en el incremento de la población y actividad microbiana después de la incubación, siendo este tratamiento diferente desde el punto de vista estadístico a los demás; en una categoría intermedia los tratamientos con estiércol de chivo (T6), compost (T5) y vermicompost (T2) entre las cuales no se detectaron diferencias significativas y en última instancia los tratamientos con el biofertilizante (T3) y estiércol vacuno (T4) que fueron los que afectaron en menor grado la actividad microbiana.

Este comportamiento del gallinazo generalmente está asociado al mayor contenido de nitrógeno y fósforo que tiene este producto con relación a los demás materiales evaluados como es señalado por Contreras, F., Paolini, J. y C. Rivero (2005). Otros investigadores Salas y Ramírez (2005) también han demostrado la superioridad del gallinazo en la producción de biomasa microbiana en ensayos

con tomate, pimentón y papa, cuando se compararon con otras fuentes orgánicas como vermicomposts, composts, Bocashi y broza de café

De los productos evaluados el estiércol de vacuno y el biofertilizante influenciaron en menor grado la actividad biológica debido al menor contenido de elementos de estos productos y al grado de descomposición de los mismos; el biofertilizante en general, es sometido a un proceso de descomposición en el cual se alcanzan muy elevadas temperaturas que pueden afectar la población de organismos en este producto; por otro lado, el estiércol de vacuno es un producto con un estado avanzado de descomposición y sin ningún control durante el mismo.

Cuadro 2. Efecto de los abonos evaluados en las variables diámetro de tallo, área foliar total, y biomasa seca.

Abono	DT (cm)	AFT(cm ²)	PS (g)
T1 : Gallinazo	1.15 a	2888 a	11.8 a
T2 : Vermicomp.	0.77 e	1753 d	5.2 d
T3 : Biofert.	0.88 d	2086 c	7.3 c
T4 : Est. vacuno	0.95 c	2345 b	7.9 bc
T5: Compost	1.06 b	2282 bc	9.4 b
T6: Est. chivo	0.96 c	2416 b	8.2 bc

Letras iguales corresponden a grupos estadísticos similares

En el Cuadro 2 se muestra el efecto de los abonos evaluados en las variables diámetro de tallo, área foliar total, promedio de área foliar por planta y peso seco según los tratamientos considerados. La mejor respuesta en las variables consideradas se obtuvo con la aplicación del gallinazo siendo este tratamiento diferente desde el punto de vista estadístico ($P \leq 0.01$) de los demás; posteriormente, los tratamientos con compost, estiércol de chivo y vacuno afectaron en menor grado que el gallinazo, pero fueron superiores a los tratamientos con biofertilizante y vermicompost que son los que ejercieron menor efecto en la respuesta respectivamente.

Los resultados obtenidos coinciden con lo referido por otros investigadores que muestran el efecto benéfico del gallinazo, compost y el estiércol de chivo en la respuesta de diversos rubros agrícolas y propiedades del suelo. Vandervivere y Ramírez (2001) evaluaron diferentes fuentes orgánicas empleando sorgo como planta indicadora y encontraron una excelente respuesta en las variables evaluadas con pollinaza, compost y los peores resultados los obtuvieron con Bocashi y vermicompost. En general este comportamiento superior a otros abonos orgánicos

es atribuido a su mayor contenido de nitrógeno y fósforo asimilable como se señaló anteriormente.

El análisis de correlación efectuado a los resultados obtenidos en el bioensayo de laboratorio y los datos del ensayo en macetas (cuadro 3) indican una correlación positiva, alta y significativa ($P \leq 0.05$) desde el punto de vista estadístico que muestra claramente que los resultados obtenidos en el ensayo de macetas en campo se corresponde con los del bioensayo en el laboratorio, permitiendo validar la metodología propuesta por Vandevivere y Ramírez (2001); no obstante a pesar de lo obtenido es necesario validar esta metodología con ensayos de campo para poner a prueba su confiabilidad en condiciones mas restrictivas como lo señalan estos autores.

Cuadro 3. Coeficiente de correlación entre los resultados del Bioensayo de laboratorio y macetas en campo.

<i>Variables</i>	Resp. Basal (mgCO ₂ -C/h 100g mezcla)
DT(cm)	0.87 *
AFT(cm ²)	0.87 *
PS (g)	0.95 *

significativo ($P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

El gallinazo produjo la mayor respuesta en el incremento de la población y actividad microbiana después de la incubación realizada, siendo este tratamiento diferente desde el punto de vista estadístico a los demás; una respuesta intermedia correspondió a los tratamientos con estiércol de chivo, compost y vermicompost y en última instancia los tratamientos con el biofertilizante y estiércol vacuno que fueron los que afectaron en menor grado la actividad microbiana. Similar comportamiento se observó en las variables a nivel de macetas obteniéndose diferencias altamente significativas.

Al relacionar los resultados obtenidos en el bioensayo de laboratorio y el de macetas se obtuvo un coeficiente de correlación positivo, alto y significativo que permite validar la metodología propuesta por Vandevivere y Ramírez (2001).

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de La Universidad de Los Andes por el financiamiento de este proyecto (NURR-C-431-06-01-B).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, J. y K. Domsch, 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology & Biochemistry*. 10: 15 – 221.
- Bertsch, Floria. 2003. Abonos orgánicos. Manejo de la fracción orgánica y de los aspectos biológicos del suelo. In: Gloria Meléndez y Eloy Molina (eds.). *Curso: Fertilizantes características y manejo*. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. San Pedro Montes de Oca. Costa Rica. pág. 112 - 130.
- Contreras F., Paolini J. y Rivero C. 2005. Caracterización de enmiendas orgánicas (gallinaza, estiércol de caprino, compost estiércol de bovino) usadas en suelos de Los Andes Venezolanos. XVII Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Maracay, Edo. Aragua. Venezuela.
- Ramírez, H. 2005. Producción Sostenible De Hortalizas. In: *Curso-Taller Introductorio Producción Sostenible De Hortalizas*. Posgrado En Agronomía, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Edo. Lara. Pp. 1-51
- Salas, E. y C. Ramírez 2001. Bioensayo microbiano para estimar los nutrientes disponibles en los abonos orgánicos. *Calibración en el campo*. *Agronomía Costarricense*. 25 (2): 11 – 23.
- Vandevivere, P. y C. Ramírez. 1995. Control de la calidad de abonos orgánicos por medio de bioensayos. In: *Simposio centroamericano sobre agricultura orgánica*. Ed. por J. A. García, J. M. Najera. UNED, San José. Costa Rica pp. 121 – 140.