
**INFLUENCIA DE DOS ACONDICIONADORES ORGÁNICOS DEL SUELO SOBRE EL
CRECIMIENTO DE UN POLICULTIVO DE MAÍZ Y FRÍJOL**

**INFLUENCE OF TWO ORGANIC CONDITIONERS AT SOILS ON THE GROWTH CORN
AND BEANS POLYCULTURE**



Inge Armbrecht, Ph.D.

James Montoya Lerma, Ph.D.

Grupo en Ecología de Agroecosistemas y Hábitats
Naturales – GEAHNA, Universidad del Valle.

Cali – Colombia.

inge.armbrecht@correounivalle.edu.co;

james.montoya@correounivalle.edu.co

**Natalia Henao Ascuntar Osnas,, Igor Peña, Manuel
Ramos, Biólogos, B.Sc.**

Grupo en Ecología de Agroecosistemas y Hábitats
Naturales – GEAHNA, Universidad del Valle.

Cali – Colombia.

*oskrmando@gmail.com; natahenao@hotmail.com,
manura786@hotmail.com, igorpe78@yahoo.com*

Martha Daza, M.Sc, Aldemar Reyes, M.Sc,

Grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos
y Suelos, Universidad del Valle.

Cali – Colombia,

conidaza@hotmail.com; alretru@univalle.edu.co

Victor Galindo, B.Sc.

Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de
Producción Agropecuaria – CIPAV.

Cali – Colombia.

victor@cipav.org.co

Carolina Giraldo, M.Sc.

Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de
Producción Agropecuaria – CIPAV.

Cali – Colombia.

carolina@cipav.org.co

Catalina Sanabria, B.Sc.

Grupo de Investigación en Biología, Ecología y Manejo
de Hormigas, Universidad del Valle.

Cali – Colombia.

catasanabria@gmail.com

RESUMEN

Un adecuado manejo del suelo puede proveer insumos

*Recibido: 21 Febrero 2011 *Aceptado 4 Abril 2011

y activar la microbiota con beneficios para el crecimiento y vigor de los cultivos. Con el fin de comparar el efecto de la aplicación de dos tipos de acondicionadores orgánicos contrastantes, uno sólido (gallinaza) y otro líquido (AgroPlus®) sobre el crecimiento de un policultivo de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), se realizó un experimento entre octubre y diciembre de 2010, en el campus de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. En seis bloques (eras de 20m x 0.5m) divididos en tres partes asignadas, aleatoriamente, a tres tratamientos (AgroPlus®, gallinaza y control) se sembraron alternadamente maíz y frijol arbustivo. Se evaluaron variables físicas después de arar el suelo y antes de aplicar los tratamientos y propiedades biológicas del suelo antes y después del experimento. Las variables respuesta fueron altura de las plantas y diámetro de la base. La gallinaza tuvo un impacto significativamente positivo para crecimiento y desarrollo en ambos cultivos, por encima de AgroPlus® y el control. Las plantas probablemente se beneficiaron de la mayor disponibilidad de elementos como el fósforo y el nitrógeno en forma de nitrato (NO_3^-). Se observó una tendencia al incremento de la actividad microbiana del suelo tanto por AgroPlus® como por la gallinaza. El AgroPlus® en pequeñas cantidades (0.2 – 1.1 l/ha), actúa como bioestimulante, incrementa la actividad microbiana. Aunque la gallinaza tuvo el efecto más impactante en el crecimiento de ambos cultivos, recomendamos explorar la acción sinérgica del uso de Agroplus® más gallinaza.

PALABRAS CLAVE

Actividad microbiana, AgroPlus®, crecimiento vegetal, gallinaza,

ABSTRACT

*A proper soil management may provide inputs and activate microbial soil biota thus enhancing crop growth and vigor. An experiment was carried out at Universidad del Valle campus, Cali, Colombia between October and December 2010, in order to compare the effect of applying two contrasting organic soil conditioners, one solid (chicken manure) and another liquid (AgroPlus®) on the growth of a maize (*Zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) polyculture. Six blocks consisting on 20m x*

0.5m rows were established, each of them divided into three equal parts. Each part was randomly assigned one of three possible treatments (AgroPlus®, chicken manure and control). Maize and bush beans were seeded in an alternate fashion along each row. Physical variables were evaluated after plowing the plot and before applying the treatments. Biological properties were measured before and after the experiment. Plant height and diameter at the base were also measured. Chicken manure had a statistically significantly higher impact on the growth and development of both crops than AgroPlus® and control. Plants probably benefited of better availability of phosphorus and nitrogen elements in nitrate form (NO_3^-). An increasing microbial activity trend was detected both for AgroPlus® and chicken manure. AgroPlus® in small quantities (0.2 – 1.1 l/ha) acts as bioestimulant by increasing microbial activity. Even though chicken manure had a shocking effect on the growth of both crops, we recommend exploring the synergic action of AgroPlus® plus chicken manure.

KEYWORDS

AgroPlus, chicken manure, microbial activity, plant growth

1. INTRODUCCIÓN

En suelos agrícolas, la materia orgánica (MO) mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas (Burbano, 1989; López-Mtz et al., 2001). Entre las últimas se incluye la micro-fauna benéfica que aporta a ciertos procesos como la descomposición y la mineralización, que depende de las estructuras generadas por la macrofauna funcional y las raíces de las plantas (Lavelle, 2002). En ambientes naturales, el crecimiento y la resistencia a plagas y enfermedades dependen en gran medida de la disponibilidad de nutrientes mediados por la micro y macrofauna local. En contraste, en los sistemas agrícolas, debido a la pérdida de nutrientes durante las cosechas y el bajo reciclaje, es necesaria la incorporación de elementos esenciales entre estos los macro-nutrientes (e.g. C, H, O, N, P, K, Ca, Mg y S) en cantidades que varían del 1.5 al 5% del peso seco y micro-nutrientes (e.g. Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Cl y Ni) en cantidades inferiores a los anteriores, para garantizar un adecuado desarrollo y producción de las plantas cultiva-

das (Bellow, 2001; Fageria, 2002; Brady, Weil, 2002).

En las áreas agrícolas la adición de MO proporciona los elementos esenciales a través de los procesos biogeoquímicos que determinan la fertilidad del suelo. Además, regula los procesos químicos, influye sobre las características físicas y configura el núcleo de todas las actividades biológicas que incluyen el sistema de raíces de las plantas (Burbano, 1989). En general, la MO se compone del humus estable, de materiales de fácil descomposición y organismos vivos que modulan el suministro de nutrientes (Salas, 2008).

Cuando es deficiente uno (o varios) nutrientes en el suelo o cuando las raíces de las plantas son incapaces de absorber las cantidades requeridas debido a condiciones desfavorables en la rizósfera, se presentan desórdenes en el crecimiento de las plantas, expresados en la reducción de peso, disminución en la producción de rebrotes, decoloración de las hojas y crecimiento lento de las raíces (Edmund et al. 2001). Las deficiencias nutricionales son comunes en la mayoría de campos cultivados del mundo, sin embargo, la magnitud varía de acuerdo al tipo de cultivo y a la región (Fageria, Baligar, 2003; Fageria, 2002).

En la actualidad una estrategia ampliamente utilizada para el mejoramiento de la calidad del suelo es la aplicación de abonos orgánicos, los cuales existen en diversas formas (sólidas y líquidas) de restos vegetales (abonos verdes), heces de animales (estiércoles), lombrices (compostaje), complementados con acondicionadores de suelo como el AgroPlus®. Su efecto en la rizósfera y/o suelo dependerá de la composición química y el aporte de nutrimentos, los cuales varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero et al., 2000; Abawi, Thurston, 1994). Por ejemplo, la adición de residuos vegetales o estiércoles incrementa la actividad y cantidad de la biomasa microbiana del suelo, la cual en suelos cultivados varía de 100 a 600 mg kg⁻¹ de C-biomasa (Anderson, Domsch, 1989).

Es posible compensar la deficiencia de nutrientes para los cultivos, mediante la aplicación de abonos orgánicos y acondicionadores como el AgroPlus®, además del suministro de nutrientes regulan otras propiedades como la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la infiltración, la porosidad y la estructura del suelo (Mazur et al. 1983; Burbano, 1989; Ferreira, Cruz, 1992; Alves et al., 1999).

En la sociedad actual es creciente el interés por reducir los impactos negativos al ambiente y a la salud como consecuencia de las prácticas agrícolas inadecuadas y uso desmedido de agroquímicos (Altieri, 2010) y, por lo tanto, la implementación y evaluación de técnicas de producción agrícola amigables con el ambiente que tiendan a un uso racional y sostenible de los recursos naturales tienen, cada vez, más acogida y aceptación. En este sentido, la aplicación de abonos orgánicos, son alternativas que pueden emplearse tanto a sistemas agrícolas como urbanos (e.g. jardines, parques, huertas) (Ruíz et al., 2007).

Una alternativa para la incorporación de la MO es el manejo agroecológico, que consiste en cultivos de dos o más tipos de plantas en la misma superficie y permite maximizar el aprovechamiento de los nutrientes en el suelo. El uso de policultivos también disminuye la incidencia de plagas, principalmente por la reducción de hospedantes preferidos, por desorientación debida al color, bioquímica y por efecto mecánico (Vásquez, 2008).

La gallinaza es uno de los abonos orgánicos más comúnmente usados, debido a su bajo costo y porque en suelos degradados proporciona una amplia gama de nutrientes mientras que estimula la actividad micro y meso biológica en suelos con buena cantidad de materia orgánica (Burbano, 1989; Estrada-Pareja, 2005). Por su parte el AgroPlus®, es un mejorador de las propiedades del suelo, contiene bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos que son producidos mediante la fermentación controlada, con el fin de devolver el componente biótico a los suelos (Reyes, Luna, 2006).

El objetivo de este trabajo fue comparar el efecto de la aplicación de dos tipos de abonos orgánicos o acondicionantes contrastantes, uno sólido (gallinaza) y otro líquido (AgroPlus®) sobre el crecimiento de un policultivo de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). En este trabajo se establecieron las diferencias en las propiedades biológicas (actividad microbiana) del suelo asociadas a los tratamientos con AgroPlus® o gallinaza. Además se midió sus efectos sobre el crecimiento y producción de un policultivo de maíz y frijol.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

El estudio se realizó en la Estación Experimental de la Universidad del Valle, durante el segundo ciclo de lluvia,

entre octubre-diciembre de 2010, en el Campus de la Universidad del Valle, sede Meléndez, municipio de Cali, Colombia (3° 32' 22" N y 76° 31' 57"W, a 976 m sobre el nivel del mar) (Herrera *et al.* 2007). De acuerdo con sus características climáticas, la región se clasifica como Bosque Seco Tropical (bs-T) (Álvarez-López *et al.* 1984). La topografía de la zona es plana, dominada por pasto guinea (*Panicum maximum*), con un gradual colindando a 20m de la zona del experimento. Se trata de un terreno que comúnmente se utiliza para experimentos de agroecología desde hace tres años.

Diseño del experimento

Se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorio con tres tratamientos y seis repeticiones. Los tratamientos aplicados fueron gallinaza (T1), AgroPlus® (T2) y control, i.e. sin aplicación de fertilizante orgánico (T0) (Figura 1).

La gallinaza es un producto orgánico compuesto principalmente de excremento de aves de corral, con un alto contenido de minerales y proteínas, los cuales son fácilmente aprovechables por las plantas. Contiene nitrógeno total (1,8%), fósforo total (1%), potasio (1,23%), relación carbono/nitrógeno (10,05%), cenizas (41%), humedad máxima (20%), pH (7,4), densidad g/cm³ (0,33), CICE (35meq/100g), capacidad de retención de humedad (169% mínimo) (Estrada, Pareja, 2005). La gallinaza estuvo seca y almacenada por dos años en la estación experimental de la Universidad del Valle.

El AgroPlus® es un cultivo líquido de microorganismos que incluye diversas especies de bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos. Dichos microorganismos, crecen a partir de productos ricos en proteínas y carbohidratos (yogurt, proteína vegetal, melaza, leche de vaca, soya), combinados en proporciones definidas y complementadas con el uso de oxígeno líquido estabilizado, que activa la función celular y multiplicación de los mismos. Contiene un número aproximado de población microbiana (millones/ml): bacterias nitrificadoras (48), lactobacilos (27), hongo y levaduras (17). El AgroPlus® contiene nitrógeno (1156 ppm), fósforo (406ppm) y potasio (6235ppm), calcio (1801), magnesio (780), entre otros microelementos (Acevedo *et al.*, 2005).

Preparación antes del experimento

Siguiendo las recomendaciones para el análisis de suelos, según normas ISO/FDIS 10381 (http://aplicaciones.medioambiente.gov.ar/archivos/web/DPGC/File/03_3.pdf), antes de preparar la tierra y al

finalizar el experimento, se tomaron 18 muestras de suelo, tres por cada era, separadas entre sí por 5m (Figura 1). Se hicieron pruebas físicas [porosidad, calidad de laboreo, textura, uniformidad del suelo] y biológicas [actividad microbiana del suelo mediante el método de CAB (Centro de Agrobiología del Brasil) y materia orgánica]. La prueba de actividad microbiana consistió en incubar durante una semana en un recipiente hermético, 50g de suelo húmedo a 24°C en compañía de 10ml de NaOH como captador del CO₂ producido por la muestra. Posteriormente mediante BaCl₂ como precipitador, fenoltaleína al 1% como indicador y HCL como agente para titulación, se cuantificó el volumen de NaOH que no reaccionó con el CO₂. Estas pruebas se realizaron en el Laboratorio Aguas y Suelos Agrícolas de la Universidad del Valle.

Siembra y aplicación de fertilizantes

Se realizó la preparación del terreno con arado mecánico. Una semana después se aplicaron los dos tratamientos AgroPlus® (50ml/plántula) y gallinaza (32g/plántula) y un control (sin abono). En medio de cada era existió un experimento independiente, no acoplado en el tiempo, que correspondió a un monocultivo de frijón fertilizado con complejo NPK 10-30-10 (N: P: K) (figura 1).

La siembra se realizó a las cuatro semanas de haber preparado el terreno de la siguiente manera: tres semillas de maíz (*Z. mays*) y dos de frijón (*P. vulgaris*) a tres centímetros de profundidad cada 30 centímetros en forma de relevo (maíz-frijol-maíz), y de manera equidistante. Dos semanas después de la siembra se abonó de nuevo. La aplicación de la gallinaza consistió en espolvorear superficialmente 32g, formando un círculo de 10 cm de radio alrededor de las plántulas. En el caso del AgroPlus® se aplicaron 50ml por cada sitio de siembra en una relación de 1:3 (Agroplus®: agua de acueducto) directamente en el punto de siembra de las plántulas; se realizaron dos aplicaciones durante dos meses. Durante las tres primeras semanas de inicio del experimento se utilizó un sistema de riego localizado de alta frecuencia para satisfacer los requerimientos hídricos del policultivo y, posteriormente, se suspende debido al inicio de la época de lluvias. Se realizó control de arvenses cada dos semanas. Las tomas de datos en maíz y frijón no se hicieron simultáneamente. En el primero se hicieron a las cinco y siete semanas, mientras que en el segundo a las cuatro y seis semanas de sembrados.

Toma y análisis de datos

Pasadas cinco semanas después de la siembra, se

seleccionaron de manera casual (no ordenado) cinco plantas por tratamiento, excluyendo las plantas que estaban colindando entre tratamientos (50cm) y se tomaron los datos de crecimiento para cada planta (altura y diámetro a la altura de la base -DAB). Tanto para maíz como para frijol la altura se midió con una regla de 1m desde la base del suelo hasta la altura máxima que alcanzaba el tejido vegetal. La medida del diámetro se obtuvo a 10cm del suelo para las plantas de maíz y en la primera ramificación del tallo principal en las plantas de frijol. Se realizó una segunda medición de los datos de crecimiento a las siete semanas de la siembra, siguiendo el mismo procedimiento de la primera medición.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al tipo de textura el espacio poroso total (Tabla 1) del suelo se encuentra dentro del rango óptimo y con una distribución de macro y microporos equilibrada. Esto representa buenas condiciones de porosidad estructural (aireación y regulación hídrica en el suelo),

ideales para el desarrollo de la actividad microbiana y los procesos de mineralización de nutrientes a formas asimilables por las plantas. También permite inferir sobre el efecto positivo de la práctica de labranza (alta calidad) realizada sobre este suelo de textura arcillosa en óptimas condiciones de humedad y, sin limitaciones, para el desarrollo de raíces del cultivo establecido.

Crecimiento y desarrollo de plantas

En general, el crecimiento y desarrollo, medidos en altura y DAB fueron mayores y estadísticamente significativos en las plantas fertilizadas con gallinaza; tanto para maíz (altura $F_{(2,72)} = 10,4$; $p = 0.0001$ y DAB: $F_{(2,72)} = 10,9$; $p = 0.00007$) como para frijol ($F_{(2,72)} = 3,74$; $p = 0,03$), comparados con los otros tratamientos (figuras 2 y 3).

Las diferencias observadas en este estudio, pueden ser explicadas porque la gallinaza es fuente significativa de nutrientes como el nitrógeno, fósforo, Cu y Zn para las plantas (Smith et al., 2007) y, por lo tanto, tiene efectos positivos sobre la producción de biomasa en la mayoría de los cultivos (Burbano, 1989). La dosis empleada fue relativamente baja, aproximadamente 1500 kg por hectá-

Tabla 1. Resultados propiedades físicas del suelo al inicio del experimento. Convenciones: EPT: espacio poroso total, mp:microporos, MP:macroporos, e:índice de poros, índice de calidad de laboreo

Tratamientos	EPT%	% m p	% M p	e	ICL
Bloque 1 GALLINAZA	27,26	16,48	10,79	0,37	-1,05
CONTROL	54,72	45,84	8,89	1,21	0,65
AGROPLUS	71,50	59,22	12,28	2,51	3,30
Bloque 2 CONTROL	52,93	43,34	9,59	1,12	0,48
AGROPLUS	49,73	39,85	9,89	0,99	0,20
GALLINAZA	56,12	45,94	10,19	1,28	0,79
Bloque 3 GALLINAZA	53,43	42,94	10,49	1,15	0,52
CONTROL	54,72	43,94	10,79	1,21	0,65
AGROPLUS	54,03	43,14	10,88	1,18	0,58
Bloque 4 GALLINAZA	54,82	43,44	11,38	1,21	0,66
AGROPLUS	53,43	42,94	10,49	1,15	0,52
CONTROL	54,33	44,14	10,19	1,19	0,61
Bloque 5 CONTROL	55,02	39,75	15,28	1,22	0,68
AGROPLUS	61,12	40,44	20,67	1,57	1,39
GALLINAZA	60,52	42,84	17,68	1,53	1,31
Promedio gallinaza	50,43	38,33	12,10	1,11	0,45
promedio control	54,35	43,40	10,94	1,19	0,61

rea, pero suficiente para explicar la diferencia observada entre los tratamientos al evaluar la altura de las plantas de maíz y frijol. Sistani et al. (2008) sugieren que los niveles de producción pueden estar relacionados con las dosis de gallinaza utilizadas y en el caso del maíz, la producción de mazorcas puede llegar a ser comparable con la producida en cultivos con fertilización química.

Para la gallinaza se recomienda una aplicación, 8 a 15 días antes de la siembra, para permitir la mineralización del nitrógeno en condiciones óptimas de humedad en el suelo (Smith et al., 2007). En el presente experimento, con el inusual incremento de la precipitación durante 2010 debido al fenómeno de La Niña, probablemente se modificaron muchos de los parámetros que influyen en la mineralización de la materia orgánica, en especial en los suelos donde se aplicó gallinaza. Las plantas probablemente se beneficiaron de la mayor disponibilidad de elementos como el fósforo y el nitrógeno en forma de nitrato (NO_3^-). De estos elementos, por efecto de las lluvias el fósforo se pierde con facilidad por efecto de lixiviación, mientras que la humedad en el suelo favorece la solubilidad del nitrato (Smith et al., 2007).

A pesar de las diferencias observadas entre los tratamientos, también se presentó una interacción significativa de los bloques por tratamiento para la altura y el DAB del maíz y del frijol ($F_{(10, 72)} = 2,65$; $p \leq 0,01$), lo cual sugiere un importante efecto de sitio que es independiente de los fertilizantes (figura 4). Sería posible atribuir esta variación a las propiedades físicas y microbiológicas de cada era en particular, sin embargo, no se presentaron diferencias en estos parámetros al interior de cada bloque. Al evaluar las propiedades biológicas de los suelos de las eras, se observó que la actividad microbiana se incrementó desde el momento en que se aplicaron los tratamientos (figura 5). Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre ellos al final del experimento ($F_{(2, 15)} = 0,26$; $p = 0,77673$), a pesar de que se observa una tendencia a ser mayor la actividad en el tratamiento con AgroPlus®.

El AgroPlus® no es un fertilizante, sino un bioestimulante que utiliza la materia orgánica y la pone a disponibilidad de las plantas. No actúa por sí solo sino que ayuda a recuperar la vida del suelo. El AgroPlus® puede competir con las plantas por los nutrientes y esto puede disminuir la producción de las mismas. Los beneficios del Agroplus® en el suelo probablemente se afectaron negativamente a causa del exceso de lluvias, el cual

saturó el suelo por encima de capacidad de campo, generando un ambiente anaerobio.

El AgroPlus® en pequeñas cantidades (0.2 – 1.1 l/ha), actúa como bioestimulante e incrementa la actividad microbiana. Aunque no es claro el mecanismo por el cual actúan estas dosis, los experimentos de Chen et al. (2002; 2003) muestran un incremento en la tasa de descomposición de la materia orgánica debido a la acción fúngica y bacteriana, con un aumento en la tasa de mineralización de N en formas aprovechables por las plantas. Además, los bioestimulantes, también se reconocen por incrementar la actividad microbiana en los días próximos a su aplicación, con un decaimiento notable en los siguientes 20-25 días y con el concomitante proceso de mineralización de N (Chen et al. 2002).

El segundo muestreo se realizó a los dos meses de aplicación del AgroPlus®, en este tiempo es posible que las pocas diferencias observadas en respiración microbiana, se encuentren asociadas más a la etapa de liberación de N por el decaimiento de la microbiota y al aumento de la concentración de nitrógeno en el suelo. Esta razón, permite explicar, posiblemente, la falta de diferencias significativas en la actividad microbiana de los tres tratamientos.

No obstante, es posible explicar el aumento de la actividad microbiana en todos los tratamientos en términos del incremento de la humedad del terreno por el exceso de lluvias, ocasionado por el fenómeno de La Niña (IDEAM, 2010). En este particular son válidas las observaciones experimentales de Orchard y Cook (1983), que sugieren una relación lineal positiva de la respiración microbiana con la humedad del suelo y una relación log-lineal positiva con la tensión del agua. En este proceso, no se puede desligar la complejidad bioquímica donde interviene el tipo de sustrato y las propiedades geomórficas del suelo (Cook, Orchard 2008). Si los suelos quedan saturados, por encima de la capacidad de campo, entonces la actividad microbiana disminuye debido a la saturación de macroporos, pues el AgroPlus® requiere condiciones aeróbicas para actuar.

4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados, es posible concluir que la gallinaza aplicada como fertilizante orgánico tiene un efecto positivo sobre el crecimiento de maíz y frijol

sembrado en policultivo y su acción es perceptible aún en la época de mayor pluviosidad. Si bien, el AgroPlus® no presentó un efecto significativo sobre el desarrollo de las plantas cultivadas, su utilización podría contribuir a incrementar la carga microbiana de los suelos productivos.

Por esta razón, se sugiere explorar la integración de ambos fertilizantes para potencializar su acción sobre las plantas cultivadas o a la aplicación del AgroPlus® con alguna otra fuente de materia orgánica como por ejemplo el Lombricompost. Por otra parte, los cultivos cubiertos también pueden ser importantes para añadir materia orgánica de buena calidad.

Este es el caso de la arveja, que como cultivo cubierta en un estudio realizado en Irán, fue significativamente más productiva que el trébol, alfalfa o centeno (Mohammadi y Ghobadi, 2010). Sin embargo, también se encontró que el maíz cultivado bajo esas condiciones requiere un suplemento de nitrógeno para optimizar la producción. En el presente estudio lo estaría proporcionando la gallinaza.

Se concluye que en bajo condiciones del fenómeno de "La Niña", resulta beneficioso el uso de la gallinaza, por encima del AgroPlus®. Sin embargo las evidencias indirectas, en términos de mayor actividad microbiana en tratamientos con acondicionadores permiten sugerir que lo ideal sería el uso de ambos fertilizantes, el AgroPlus® y la gallinaza, puesto que establecen una sinergia positiva al ser aplicados en forma simultánea.

En términos generales, es evidente que la decisión de manejo del cultivo de parte del agricultor, al momento de la siembra (e.g. promover la actividad microbiana y proporcionar insumos orgánicos a ésta), es fundamental para un crecimiento vigoroso de las plantas en el período pre-cosecha.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan agradecimientos a Catherine Gómez por su apoyo y generosidad con las técnicas de análisis de suelos en EIDENAR, a Dagoberto Sinisterra, Julio de Jesús y Carlos Paz por ayuda invaluable en el laboreo de campo, a la Universidad del Valle, Departamento de Biología y a EIDENAR, por el apoyo institucional y económico.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abawi, G.S. y Thruston, H.D. (1994). Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y las enfermedades radicales. Una revisión. En: Tapados. Los sistemas de siembra por cobertura. Ed. CATIE – CIIFAD. Ithaca: Nueva York.
- Acevedo, E.; Carrasco, M.A.; León, O.; Martínez, E.; Silva, P.; Castillo, G.; Ahumada, I.; Borie, G. y González, S. (2005). Criterios de calidad de suelo agrícola. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura (SAG), Santiago de Chile.
- Anderson, T.H. y Domsh, K.H. (1989). Ratios of microbial biomass carbon total organic carbon in arable soil. *Soil Biology and Biochemistry* 21:471 – 479.
- Altieri, M. (1999). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Nueva York. 282 p.
- Altieri M. y Nicholls, C. (2006). Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo. *Agroecología* 1:29-36.
- Altieri, M. (2010). El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. En: *Vertientes del pensamiento Agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. Eds. T.L. Sicard T y M.A. Altieri. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales IDEA. Bogotá. D.C. Colombia.
- Álvarez-López, H.; Heredia-Flores, M.D.; y Hernández-Pizarro, M. C. (1984). Reproducción del cucarachero común (*Trogodytes aedon*, Aves Trogodytidae) en el Valle del Cauca. *Caldasia* 14(66):85-124.
- Alves, W.L.; Melo, W.J. y Ferreira, M.P. (1999). Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. *Ciência do Solo* 23:729-736.
- Bellow, F. (2001). Nitrogen metabolism and crop productivity. En: *Handbook of Plant and Crop Physiology* Ed. M. Pessarakli M. Second Edition. Marcel Dekker, Inc. Nueva York.
- Brady, N.C. y Weil, R.R. (2002). *The Nature and Properties of Soils* 13th Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey. 960 p.

- Burbano, H. (1989). El Suelo. Una visión sobre sus componentes biorgánicos. Serie Investigaciones No. 1. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 447 p.
- Chen, S.K.; Edwards, C. y Subbler S. (2003). The influence of two agricultural biostimulants on nitrogen transformations, microbial activity, and plant growth in soil microcosm. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 9 - 19.
- Chen, S.K.; Subbler, S. y Edwards, C. (2003). Effects of soil moisture and plant interactions on the soil microbial community structure. *European Journal of Soil Biology* 43:31 - 38.
- Cook, F. y Orchard, V. (2008). Relationship between soil respiration and soil moisture. *Soil Biology and Biochemistry* 40:1013 - 1018.
- Edmund, R.; Wattana, P. y Madore, M. (2001). Phloem transport of solutes in crop plant. En: *Handbook of Plant and Crop Physiology* Ed. M. Pessaraki M. Second Edition. Marcel Dekker, Inc. Nueva York.
- Estrada -Pareja, M.N. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación* 2(1):43 - 48.
- Fageria, N.K. y Baligar V.C. (2003). Fertility management of tropical acid soils for sustainable crop production. En: *Handbook of soil acidity*. Ed. Z. Rengel. Nueva York: Marcel Dekker.
- Fageria, N. K. (2002). Nutrient management for improving upland rice productivity and sustainability. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 32:2603 - 2629.
- Ferreira, M.E. y Cruz, M.C.P. (1992). Estudo do efeito de vermicomposto sobre absorção de nutrientes e produção de matéria seca pelo milho e propriedades do solo. *Científica* 20:217 - 227.
- Herrera, J.; Cadena, C. y Sanclemente, A. (2005). Diversidad de la artropofauna en monocultivo y policultivo de maíz (*Zea mays*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris*). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 6(1):23 - 31.
- Lavelle, P. (2002). Functional domains in soils. *Ecological Research* 17:441 - 450.
- López-Mtz, J.D.; Díaz, A. y Valdez, R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra* 19(4):293 - 299.
- Mazur, N.; Santos, A. y Velloso, A. (1983). Efeito do composto de resíduo urbano na disponibilidade de fósforo em solo ácido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 7:153 - 156.
- Mohammadi, G.R. y Ghobadi, M.E. (2010). The effects of different autumn-seeded cover crops on subsequent irrigated corn response to nitrogen fertilizer. *Agricultural Science* 1(3):148 - 153.
- Orchard, V. y Cook, F. (1983). Relationship between soil respiration and soil moisture. *Soil, Biology and Biochemistry* 15:447 - 453.
- Reyes, A y Geller, L.A. (2006). Cartilla Divulgativa No. 23. Uso y manejo de biopreparados microbianos: Agroplus y EM. Corpoica-SAP-Grupo ILAMA, Univalle. Cali.
- Romero, L.; María del R. A.; Trinidad, S.; García R. y Ferrara R. (2000). Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia* 34: 261 - 269.
- Ruiz, C.; Russián, T. y Tua, D. (2007). Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. *Agronomía Tropical* 57(1):7 - 14.
- Salas, C.L.A. (2008). Efecto de diferentes especies vegetales en acolchado (Mulching) sobre suelos arcillosos en la estación agroecológica U.T.P.L. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Loja. 84 p.
- Sistani, K.; Sikora, F. y Rasnake, M. (2008). Poultry litter and tillage influences on corn production and soil nutrient in a Kentucky silt loam soil. *Soil Tillage Research* 98:130 - 139.
- Smith, D.; Owens, P.; Leytem, A. y Warnemuende, E. (2007). Nutrient losses from manure and fertilizer applications as impacted by time to first runoff event. *Environmental Pollution* 147:131 - 137.
- Vásquez, M. (2008). Manejo integrado de plagas. Preguntas y respuestas para técnicos y agricultores. Editorial Científico-Técnica. 486 p.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.