

EVALUACIÓN DE UN BIOFERMENTO DE PREPARACIÓN LOCAL PARA EL ABONAMIENTO ORGÁNICO DEL TOMILLO (*Thymus vulgaris*), ROMERO (*Rosmarinus officinalis*) Y ORÉGANO (*Origanum vulgare*)

EVALUATION OF A LOCAL BIOFERTILIZER FOR ORGANIC FERTILIZATION OF THYME (*Thymus vulgaris*), ROSEMARY (*Rosmarinus officinalis*) AND OREGANO (*Origanum vulgare*)

Alejandra Pedraza Luengas¹ • María Mercedes Pérez Trujillo² • Ingrid Catalina Cortés Zambrano³ • Lizzy Carolina Arias Gómez³

RESUMEN

Las plantas aromáticas y medicinales actualmente tienen gran demanda en el mercado internacional y producir las bajo un esquema orgánico les provee un valor agregado. El uso de abonos orgánicos fermentados, es una opción para la nutrición de estos cultivos. Este ensayo pretendió evaluar el crecimiento y la productividad de plantas de tomillo, romero y orégano al ser tratadas con un abono líquido preparado con insumos locales (caldo CIAO). Se realizaron análisis para conocer la composición química y microbiológica del abono y se valoró su efecto sobre plantas en condiciones de materia, bajo invernadero en Cajicá (Colombia). Se evaluaron tres concentraciones de aplicación del biofermento: 2.5, 5 y 10%. Los análisis químicos revelaron una elevada concentración de elementos menores que ocasionó toxicidad en las plantas, expresada a través de la aparición de síntomas y/o disminución del crecimiento. También se reportó una baja concentración de elementos mayores, especialmente de nitrógeno. Los análisis microbiológicos mostraron la presencia de grupos funcionales liberadores de nutrientes, la ausencia de fitopatógenos y de bacterias entéricas. Respecto a la biomasa de tallos cosechados y su longitud, en las tres especies no se encontró un efecto diferencial entre las concentraciones probadas, ni frente a lo obtenido en el tratamiento control. Se propone aplicar este biofermento de manera edáfica, a la menor concentración en la mezcla de aplicación (2.5%), sin la adición de elementos menores, con frecuencias de utilización superiores a quince días y como complemento a una fertilización orgánica de fondo rica en macroelementos, especialmente nitrógeno.

Palabras clave: Agricultura orgánica, abonos orgánicos fermentados (AOF), caldo CIAO, hierbas aromáticas, biopreparados.

¹ Asistente de Investigación. Facultad de Ciencias. Universidad Militar Nueva Granada.

² Docente. Programa de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias. Universidad Militar Nueva Granada. Autor para correspondencia: maria.perez@unimilitar.edu.co

³ Estudiante Programa Biología Aplicada, Facultad de Ciencias. Universidad Militar Nueva Granada.

ABSTRACT

Nowadays medicinal and aromatic plants are well demanded in international markets and produce them under an organic scheme gives them an added value. In this context the use of biofertilizers, is an option for the nutrition of these crops. This survey pretended to evaluate the growth and productivity of thyme, rosemary and oregano plants fertilized with a liquid biofertilizer of local preparation (CIAO soup). Its chemical and microbiological composition was made and its effect over the growth and production of harvested stems was proved in pots under greenhouse at the UMNG (Cajicá, Colombia). Three doses of the biofertilizer were evaluated: 2.5, 5 y 10%. Chemical analysis revealed a high concentration of minor elements, which resulted in toxicity to plants, expressed by the appearance of symptoms and/or reduced growth. This analysis also reported a low concentration of major elements especially a very low input of nitrogen. Microbiological analysis evinces the presence of nutrient-releasing functional groups, the absence of phytopathogens and enteric bacteria. Regarding to the harvested stems biomass and its length, in the tree species, it was not found a differential effect between different doses or between control treatment. It is proposed to use this type of preparation in the lowest dose (2.5%), without the addition of minor elements, in soil applications, application frequencies above fifteen days and as a complement to a main fertilization method, with organic fertilizers with adequate contents of major elements, especially nitrogen.

Key words: Organic agriculture, Organic fertilizers, CIAO Soup, Aromatic herbs, Biofertilizers.

INTRODUCCIÓN

Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción que propende por la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas, fundamentada en los procesos ecológicos y la biodiversidad adaptados a las condiciones locales, en lugar del uso de insumos con efectos adversos. Combina la tradición, innovación y la ciencia para beneficio del ambiente y la promoción de relaciones justas y una buena calidad de vida para todos aquellos que la practiquen. De este modo, emplea diferentes prácticas como la rotación de los cultivos, el uso de estiércoles, compost, control biológico de plagas y el mantenimiento de la productividad del suelo

excluyendo o limitando el uso de fertilizantes y plaguicidas de síntesis, reguladores de crecimiento de plantas, organismos modificados y en el caso de la ganadería, el uso de aditivos en los alimentos (Miller *et al.* 2009).

Este tipo de agricultura se está posicionando internacionalmente como un sistema de producción deseable y como una gran oportunidad de mercado. Claramente éste se dirige a países en donde los consumidores prefieren alimentos saludables y tienen una capacidad adquisitiva más alta, situación que se evidencia en el hecho que el 97% del total mundial de los ingresos producto de

ésta corresponden al mercado de Europa y Norte América (Willer *et al.* 2008). Las estadísticas y tendencias del mercado orgánico, consolidadas a 2006 y publicadas en 2008, reflejan que este sistema se está desarrollando rápidamente, ya que actualmente se conoce información de más de 138 países en donde es practicado y se habla que cerca de 30.4 millones de hectáreas en el mundo son manejadas bajo este régimen, las cuales corresponden al 0.65% de la tierra apta para agricultura en los países que entraron en las estadísticas (Willer *et al.* 2008). Así mismo las legislaciones para este tipo de agricultura, el número de países certificados y el número de empresas certificadoras ha aumentado en los últimos años (Rundgren, 2008).

América Latina cuenta con 4.9 millones de hectáreas manejadas bajo el sistema orgánico, 0.7% de la tierra cultivable en esta región. Los países líderes son Argentina, Uruguay y Brasil, donde la mayoría de lo que se produce bajo este esquema -cerca del 90%- se destina a exportación (Willer *et al.* 2008). En Colombia el número de hectáreas certificadas como orgánicas pasó de 33.000 en 2003 a 55.072 en junio de 2007, lo cual representa un 0.5% del total de tierras aptas para agricultura del país, representadas por 4.500 granjas, la mayoría de ellas pertenecientes a pequeños productores. El café orgánico corresponde al 40% del total de productos orgánicos, de los cuales, entre otros pueden enumerarse aceite de palma, caña de azúcar, banano fresco y deshidratado, mango, hierbas aromáticas y medicinales, cacao y algunas frutas procesadas. El mercado interno aún es incipiente, por lo que solo en algunos hipermercados se está incursionando con este tipo de productos, así, la exportación sigue siendo la mejor opción para la venta de los mismos (Lernoud y Loy, 2008).

El rápido crecimiento de los mercados orgánicos en países en vías de desarrollo con miras a la exportación, muestra oportunidades prometedoras

tanto para el productor como para los exportadores, sin embargo, la certificación es un tema neurálgico, pues se puede convertir en un obstáculo para el desarrollo y la continuidad del mercado, ya que algunas normas y estándares deben ser seguidos rigurosamente y el producto debe garantizar que los cumple estrictamente (Chhonkar, 2009). Actualmente y desde el 2001 los grandes organismos reguladores internacionales (FAO, IFOAM, UNCTAD), se encuentran trabajando en la armonización, el reconocimiento mutuo y equivalencias de sus políticas con el fin de no limitar la entrada del productor a diferentes mercados (Twarog, 2008).

Hierbas aromáticas

Las hierbas aromáticas son productos privilegiados en la agenda exportadora de Colombia, además que de ellas pueden derivarse productos para uso cosmético, farmacológico y culinario (CCI *et al.* 2006; López *et al.* 2009), siendo este último muy apetecido en mercados de países como Estados Unidos y Europa, en donde se constituyen como productos importantes de la canasta familiar. La India concentra el 83% de la producción mundial, seguido de China, Turquía, Bangladesh y Pakistán. Por su parte, los principales importadores son Estados Unidos, la Unión Europea, Japón, Singapur, Arabia Saudita y Malasia.

Las mayores exportaciones de plantas aromáticas que Colombia realiza corresponden a frutos de los géneros Capsicum o Piper, seguidos de tomillo, laurel, amomos y cardamomos y orégano fresco o seco (CONPES, 2008). Aunque el mercado para Colombia aún es incipiente, las exportaciones presentaron un incremento promedio anual de 6.5% durante el periodo comprendido entre los años 2000 a 2006. Particularmente, del total exportado en el 2006, 553 toneladas correspondieron al tomillo, 132 al orégano y 37 a romero. El valor total

de las exportaciones de aromáticas pasó de US\$ 3'718.000 a US\$ 5'469.000, durante el mismo periodo, presentando una tasa de crecimiento promedio anual del 5.7% (CCI *et al.* 2006; CONPES, 2008).

De acuerdo a las últimas cifras publicadas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), para el 2009 Colombia contó con una producción total de 1.118 toneladas, un área sembrada total de 191 hectáreas y un rendimiento total por departamento de 5.9 t/ha. Estas cifras contrastan, por su marcado decrecimiento, con respecto al comportamiento productivo que venía presentando este

vegetal, de ahí que el valor de un fertilizante de origen orgánico se mida principalmente por el aporte de microorganismos. La preparación o fabricación de abonos orgánicos busca el aprovechamiento de materiales disponibles en la finca, que por lo general serían considerados como desechos, mediante la elaboración de un insumo de calidad, que enriquezca el suelo, que supla los requerimientos de las plantas, que sea de bajo costo (García, 2006) y que sea fácilmente producido en las condiciones locales de los agricultores. Existen diversas formas de abonamiento dependiendo de la disponibilidad

Las hierbas aromáticas son productos privilegiados en la agenda exportadora de Colombia, además que de ellas pueden derivarse productos para uso cosmético, farmacológico y culinario (CCI *et al.* 2006; López *et al.* 2009), siendo este último muy apetecido en mercados de países como Estados Unidos y Europa, en donde se constituyen como productos importantes de la canasta familiar.

sector desde 1998 hasta el 2008. La producción de plantas aromáticas y medicinales en Colombia se encuentra centrada en 6 departamentos: Cundinamarca, Valle del Cauca, Cauca, Risaralda, Norte de Santander y Boyacá. Los dos primeros son los que han mostrado una mayor participación y continuidad en la producción desde 1997 hasta 2009 (Agronet, 2011).

Abonamiento orgánico

El abonamiento en los cultivos orgánicos busca activar los procesos de los organismos dentro del suelo, los cuales son los encargados de la nutrición

y del tipo de material orgánico que se tenga, entre ellas se pueden enumerar los abonos verdes, los residuos de cosecha, los estiércoles de animales, los lombricompostos, las basuras degradables, los abonos orgánicos fermentados (AOF – tanto líquidos como sólidos), entre otras fuentes (Picado y Añasco, 2005).

Al respecto, los AOF se obtienen mediante procesos de descomposición aeróbica y termófila de residuos orgánicos por la acción de microorganismos, los cuales en condiciones favorables pueden generar un material relativamente estable, el cual se caracteriza por su lenta descomposición y por la capacidad de proporcionar cantidades notables de

nutrientes principalmente nitrógeno (N), potasio (K) y fósforo (P) (Gómez, 2000). Dentro de este tipo de abonos, los caldos microbianos, biofermentos o bioles (Ramírez, 2004; Picado y Añasco, 2005; Ramírez, 2005; García, 2006), se definen como mezclas fermentadas de diferentes materiales tales como estiércol vacuno, melaza, restos vegetales y sulfatos de elementos menores e incluso, en algunos casos se les adiciona cepas de determinados microorganismos con el fin de lograr su multiplicación. Dichos organismos, especialmente bacterias, una vez son incorporados a los suelos a través de los abonos, favorecen tanto la descomposición de la materia orgánica presente en el suelo, como la solubilización de elementos de la fracción mineral

humificación y mineralización (García, 2006). Los trabajos de García *et al.* (2008) han reportado la presencia de microorganismos fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato y reductores de sulfato en preparaciones líquidas a base de contenido ruminal fresco, leche, melaza, agua y sulfatos de hierro, cobre, magnesio, manganeso, potasio, zinc y ácido bórico.

Otras preparaciones del tipo caldo microbiano, que utilizan insumos similares al empleado en este trabajo y de amplio reconocimiento, son el biofermento Supermagro (con o sin elementos menores), té de boñiga, caldo Super 4, caldo de mantillo de bosque con cabezas de pescado, caldo de lombricompost, caldo M4, caldo agromil y caldo urimiel, que aparte

Rosas (2003), Fundación Hogares Juveniles Campesinos (2004), Ramírez (2004) y Picado y Añasco (2005) reportan, dependiendo de los tipos de preparación, el estado fenológico de la planta y la razón de su uso, formas de aplicación al suelo, empleando asperjadoras o vía fertirriego y de manera foliar en aspersión o fumigación. Se recomiendan frecuencias de aplicación que varían desde una vez al mes hasta cantidades pequeñas cada tres o cuatro días. Las dosis de aplicación más comunes para este tipo de preparaciones varían desde medio hasta cinco litros de caldo por cada 20 litros de agua. La Fundación Hogares Juveniles Campesinos (2004), sugiere como dosis de aplicación uno a cinco litros de biofertilizante por cada 100 L de agua para uso foliar. Rosas (2003), recomienda

nitrógeno no simbióticos como *Azospirillum* y *Azotobacter*, micorrizas arbusculares (entre ellas *Glomus* sp.), producen efectos positivos sobre el rendimiento, enraizamiento, longitud y masa de raíces cuando son tratados en las semillas (Saleh *et al.* 1998 en Aishwath y Tarafdar, 2009). Así mismo, se ha visto que su uso no tiene ningún impacto sobre la calidad de los aceites esenciales (Manhsheshwari *et al.* 1998 en Aishwath y Tarafdar, 2009). Por otra parte, una fertilización en las dosis adecuadas de N-P-K aumenta el efecto de microorganismos como *Azotobacter* (Venu Madhav, 2004 en Aishwath y Tarafdar, 2009). En el mismo sentido, el uso de *Azotobacter* con bacterias solubilizadoras de fosfato, junto con adecuadas dosis de N-P-K, mostró una producción elevada de flores en manzanilla, sin diferencias significativas en el contenido de aceites (Prasad y Kumar, 2004 en Aishwath y Tarafdar, 2009).

En las fuentes bibliográficas disponibles, especialmente literatura técnica, se reporta una gran variedad tanto en los modos de preparación de los biofermentos líquidos, las materias primas utilizadas y sus cantidades, como en la dosificación y métodos para su aplicación en los cultivos. Así mismo, señalan la importancia de ajustar dichas preparaciones y dosis a las condiciones particulares de las especies cultivadas. Por ello, en el presente trabajo se evaluó un tipo de preparación, el Caldo CIAO (por las siglas del Centro Internacional de Agricultura Orgánica), el cual también se conoce como biofertilizante enriquecido con minerales (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2004). Este fue aplicado en tres diferentes dosis sugeridas por la literatura técnica (Carrizosa *et al.* 2004; Picado y Añasco, 2005; Ramírez, 2005; García, 2006), con el fin de determinar su efecto sobre el crecimiento y la productividad de tres especies de hierbas aromáticas: tomillo, romero y orégano, que vienen siendo cultivadas con fines de exportación en fresco por pequeños productores orgánicos de la zona de Zipaquirá, Cogua y Nemocón (Cundinamarca).

En las fuentes bibliográficas disponibles, especialmente literatura técnica, se reporta una gran variedad tanto en los modos de preparación de los biofermentos líquidos, las materias primas utilizadas y sus cantidades, así como en la dosificación y métodos para su aplicación en los cultivos.

del mismo, haciéndolos más accesibles para ser tomados por las plantas (Espinosa y Rodríguez, 2003).

Los AOF pueden variar en ingredientes, preparación, nutrientes que aportan al suelo y su función en éste, sin embargo, en todos ocurre el mismo proceso de transformación presentando una etapa de fermentación (oxidación), caracterizada por ser el proceso más activo. Este es el que determina el avance en las posteriores etapas que se dan a largo plazo con la materia orgánica: descomposición,

de las fuentes antes citadas incluyen el uso de cales, roca fosfórica, ceniza, mantillo de bosque, leche, yogurt, levadura, harinas de hueso y de pescado, harinas de soya, fríjol, arveja, guandul, baluy o arroz, sal mineral, lombricompost o compost, plantas medicinales y/o arvenses, oxígeno C-250 y orina de animales (Rosas, 2003; Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2004; Ramírez, 2004; Picado y Añasco, 2005).

Así como existen diferentes preparaciones, también existen diferentes formas de emplearlos.



Figura 1. Ubicación de los contenedores para la preparación del caldo CIAO. Tomado por: Pedraza L, 2008.

realizar rotaciones con otros caldos, pues con ello se puede lograr mayor diversidad de microorganismos inoculados al suelo.

Como ya se ha mencionado, la importancia de este tipo de preparados radica en los microorganismos que pueden ser inoculados al suelo. En varios estudios en hierbas aromáticas se han visto las bondades de la inoculación con solubilizadores de fosfato con aumentos significativos entre el 5 y 10% en el rendimiento, el uso de movilizadores de fósforo, micorrizas, entre otros (Chhonkar, 2009). Organismos fijadores de

Tabla 1. Insumos, cantidad y función de cada uno para la preparación del caldo CIAO. Tomado de: Espinosa y Rodríguez (2003); Fundación Hogares Juveniles Campesinos (2004)

Materiales para una caneca de 50 galones (200 L aprox.)		
Insumo	Cantidad	Función
Estiércol bovino fresco	40 Kg.	Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro
Cal dolomítica	5 Kg.	Regula la acidez que se presenta durante la fermentación, aporta carbonato al suelo
Roca fosfórica ó fosforita Huila	1.4 Kg.	Fuente mineral de fósforo
Bórax	1 Kg.	Fuente mineral de Boro
Sulfato de Zinc	100 g.	Fuente mineral de Zinc y azufre
Sulfato de Hierro	100 g.	Fuente mineral de hierro y azufre
Sulfato de Manganeso	100 g.	Fuente mineral de manganeso y azufre
Ceniza	700 g.	Beneficia la actividad microbiológica; retiene, filtra y libera gradualmente los nutrientes; reduce malos olores y es fuente importante de potasio.
Leche o suero	16 L.	Fuente de inoculación microbiológica, de vitaminas y proteínas.
Melaza	8 L.	Principal fuente energética para la fermentación; favorece el aumento de la actividad biológica; es rica en potasio, calcio, magnesio, boro y otros.
Agua no clorada	Según se necesite cada día	Homogenizar la mezcla, diluir todos los materiales y favorecer la reproducción biológica

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio y preparación del Caldo CIAO

La investigación se llevó a cabo en el Campus Nueva Granada de la Universidad Militar, ubicado en Cajicá (Cundinamarca), a una altitud de 2.580

msnm. Fue desarrollado en el invernadero del Laboratorio de Horticultura, con una temperatura y humedad relativa promedio de 16.7 °C y 69.4%, respectivamente. Para el desarrollo de este ensayo fue seleccionada la preparación Caldo CIAO o biofermento enriquecido con minerales, cuyos insumos y forma de elaboración se presentan en las tablas 1 y 2. La preparación fue dispuesta en



Figura 2. Apariencia de la mezcla durante el proceso de elaboración del caldo CIAO. A. Mezcla inicial; B. Mezcla hacia la mitad del proceso; C. Mezcla en la etapa final. Tomado por: Pedraza L, 2008 y 2009.

una caneca azul de 200 L de capacidad, ubicada en campo abierto bajo la sombra de arbustos (Figura 1), con temperatura ambiental y humedad relativa promedio de 12.8 °C y 84.3% respectivamente.

A medida que van pasando los días, el cambio en la apariencia del biofermento es evidente (Figura 2). Es importante señalar que durante la preparación del caldo no deben generarse malos olores y que la apariencia del mismo debe ser uniforme; al final del proceso sobre el biol debe aparecer una especie de capa delgada flotante similar a una nata (Figura 2C). Así mismo, durante su elaboración no es deseable la aparición de micelio de hongos sobre la capa superior pues puede ser un indicativo de falta de aireación e inclusive de falta de homogeneidad en el preparado.

Caracterización química y microbiológica del Caldo CIAO

Cuando el biofermento estuvo listo (al día 37 según Espinosa y Rodríguez, 2003 y Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2004), se tomó una muestra del caldo concentrado que fue llevada al Laboratorio de Suelos de GR Chía S.A. en donde se realizaron análisis químicos para determinar el pH, la conductividad eléctrica (CE) y la concentración

de once elementos nutritivos: nitrógeno (en forma nítrica (N – NO₃) y amoniacal (N – NH₄)), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu) y boro (B).

Así mismo fue llevada otra muestra del caldo concentrado al Laboratorio Nacional de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), en donde se realizó un análisis microbiológico en cual se reportó el conteo de microorganismos benéficos de acuerdo a los siguientes grupos funcionales: hongos, bacterias heterótrofas, bacterias tipo actinomiceto, fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfato, celulolíticos, bacterias nitrificantes de los géneros *Nitrobacter* sp. y *Nitrosomonas* sp., bacterias amonificantes y denitrificantes y reductores de sulfato. También se realizaron análisis de la calidad de los lotes del biopreparado a través del conteo de bacterias entéricas: coliformes totales y fecales y *Salmonella* sp., así como la determinación de fitopatógenos y nemátodos.

Evaluación de la aplicación del biopreparado sobre el crecimiento de tomillo, orégano y romero

Para su evaluación, el caldo fue aplicado sobre plantas de tomillo de castilla (*Thymus vulgaris*),

Tabla 2. Procedimiento diario para la elaboración del caldo CIAO. Tomado de: Espinosa y Rodríguez (2003); Fundación Hogares Juveniles Campesinos (2004)**Día 1**

En el tanque o caneca plástica de 50 galones ó de 200 L, se mezclan:

- 40 Kg. de estiércol bovino fresco
- 100 L. de agua
- 2 L. de leche o suero
- 1 L. de melaza, previamente disuelta (si prefiere en agua tibia, pero al agregarla en la caneca debe estar a temperatura ambiente)

Se agita muy bien hasta conseguir una mezcla homogénea. Se tapa y se deja protegido del sol y de la lluvia.

Día 4

En un balde pequeño, con agua suficiente, se disuelven:

- 2.5 Kg. de cal dolomítica
- 200 g. de roca fosfórica
- 100 g. de ceniza

Además se añade en la caneca:

- 2 L. de leche o suero
- 1 L. de melaza

Se vierten en la caneca, se revuelven hasta homogenizar, se cubre y se dejan en reposo protegidos del sol y la lluvia.

Día 7

En un balde se diluyen los siguientes materiales en un poco de agua tibia y luego se agregan en la caneca:

- 500 g. de bórax
- 200 g. de roca fosfórica
- 100 g. de ceniza

Posteriormente se agregan en la caneca:

- 2 L. de leche o suero
- 1 L. de melaza

Todo se revuelve hasta homogenizar, se cubre la caneca y se deja en quietud protegidos del sol y la lluvia.

Día 10

Disuelva en un balde pequeño con un poco de agua los siguientes elementos y luego agréguelos en la caneca:

- 2,5 Kg. de cal dolomítica
- 200 g. de roca fosfórica
- 100 g. de ceniza

Posteriormente agregue en la caneca:

- 2 L. de leche o suero
- 1 L. de melaza

Revolver bien, cubrir y dejar en reposo.

Día 13

Disuelva en un balde pequeño con un poco de agua tibia los siguientes materiales y luego agréguelos en la caneca:

- 500 g. de bórax
- 200 g. de roca fosfórica
- 100 g. de ceniza

Posteriormente agregue directamente en la caneca:

- 2 L. de leche o suero
- 1 L. de melaza

Revolver bien, cubrir y dejar en reposo.

Día 16

En un poco de agua tibia disuelva los siguientes materiales y agréguelos a la caneca:

- 100 g. de sulfato de zinc
- 200 g. de roca fosfórica
- 100 g. de ceniza

Adicionalmente se añaden:

- 2 L. de leche o suero
- 1 L. de melaza

Se llevan a la caneca, se homogenizan bien, se cubre y deja en reposo, siempre protegidos del sol y la lluvia.

Día 19

En un poco de agua tibia se disuelven y vierten en la caneca:

- 100 g. de sulfato de manganeso
- 200 g. de roca fosfórica
- 100 g. de ceniza

Luego se añaden:

- 2 L. de leche o suero
- 1 L. de melaza

La mezcla anterior se mezcla bien en la caneca mediante agitación, se cubre y deja en quietud.

Día 22

En un poco de agua tibia se diluye y agrega a la caneca:

- 100 g. de sulfato de hierro
- 200 g. de roca fosfórica
- 100 g. de ceniza

Luego se agregan:

- 2 L. de leche o suero
- 1 L. de melaza

Se llevan a la caneca, se homogenizan bien. Lacanecase lleva a 50 galones (200 L.) con el agua que sea necesaria. Se cubre con un material que permita la aireación pero que lo proteja del sol y la lluvia. Se deja en reposo sin agitar. Entre 10 y 15 días después la preparación está lista para ser utilizada.

A medida que van pasando los días, el cambio en la apariencia del biofermento es evidente. Es importante señalar que durante la preparación del caldo no deben generarse malos olores y que la apariencia del mismo debe ser uniforme.

romero israelí (*Rosmarinus officinalis*) y orégano inglés (*Origanum vulgare*), de cuatro meses de edad, provenientes de esquejes. Cada planta, que constituyó una repetición, fue dispuesta en una matera de 3 kg de capacidad, con un sustrato compuesto por suelo andisol proveniente de una finca en la vereda Río Frío (Zipaquirá, Cundinamarca) y cascarilla de arroz (1:1) (Figura 3). El análisis químico del sustrato se presenta en la tabla 3. Para el tomillo y romero fueron adecuadas cuatro repeticiones por tratamiento, mientras que para el orégano fueron tres.

Dos meses y medio después del trasplante, se efectuó una poda para uniformizar el material y a partir de este momento inició la aplicación edáfica del caldo CIAO de acuerdo a los tratamientos propuestos. Se probaron tres dosificaciones del biofermento por especie de planta, usándolo en mezcla con el agua de riego. Así se probaron dosis del caldo a razón de 0.5, 1 y 2 L por bomba de 20 L de mezcla final, que correspondieron a concentraciones de 2.5, 5 y 10% respectivamente. Dichas dosis fueron establecidas de acuerdo a las recomendaciones de utilización de este tipo de biopreparados más nombradas en la literatura técnica para especies de hortalizas, según lo propuesto por Espinoza y Rodríguez (2003), Rosas (2003), Carrizosa et al. (2004), Fundación Hogares Juveniles Campesinos (2004), Ramírez (2004), Picado y Añasco

(2005), Ramírez (2005) y García (2006). Así mismo, se utilizó un testigo sin abonamiento, para completar cuatro tratamientos para cada especie de aromática. El experimento se trabajó bajo un DCA.

La aplicación del caldo se realizó quincenalmente a cada planta, de forma edáfica por el método de fertirriego. Los volúmenes de riego se establecieron con ayuda de un tensiómetro Irrrometer modelo R de 12", manejando para las tres especies un aporte semanal de 1200 mL/planta, repartidos en dos riegos de 600 mL cada uno para el caso del romero y del tomillo y en tres riegos de 400 mL cada uno para el orégano, dada la susceptibilidad de este último a la deshidratación. Sobre los anteriores volúmenes de riego se prepararon las mezclas de agua y caldo CIAO según los tratamientos a probar en cada especie. Para el tomillo y romero se usaron volúmenes de 15, 30 y 60 mL de caldo por 600 mL de agua respectivamente y para el orégano se emplearon 10, 20 y 40 mL de caldo por 400 L de agua respectivamente. El ensayo se llevó a cabo durante 10 semanas, realizando cinco aplicaciones del biofermento y una cosecha de los tallos al final del experimento.

Como variables de respuesta del efecto del uso del caldo en el crecimiento de las plantas, se tomó el peso fresco y seco total de los tallos cosechados por planta y se midió la longitud de los mismos.

Sobre estos datos se realizó una prueba de análisis de varianza empleando el software R versión 2.6.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización química y microbiológica del Caldo CIAO

La caracterización química del bioabono en su estado concentrado (caldo 100%), mostró inicialmente un pH de 6.10, una CE de 16.05 mS·cm y las concentraciones de macro y micronutrientes que pueden apreciarse en la tabla 4. En el caldo concentrado todos los elementos, excepto el nitrógeno en forma nítrica, se encuentran en niveles muy superiores por lo que no sería recomendable su utilización en los cultivos sin diluirse, lo que coincide con lo planteado por Rosas (2003), Carrizosa et al. (2004), Fundación Hogares Juveniles Campesinos (2004), Ramírez (2004), Picado y Añasco (2005), Ramírez (2005) y García (2006).

En la tabla 4 también se presentan las concentraciones de los elementos para las diferentes diluciones que se efectuaron de acuerdo a las dosis evaluadas. Comparando este reporte de



Figura 3. Unidad experimental y su distribución en el invernadero durante el ensayo. Tomado por: Arias, 2009.

elementos contra una solución nutritiva estándar como lo es la Solución No. 2 de Hoagland y Arnon (1950) (Salisbury y Ross, 2000), ampliamente utilizada en hidroponía y fertirriego en diversas plantas cultivadas, se encontró que la concentración de nutrientes mayores estuvo por debajo de niveles óptimos, en contraposición con los excesivos niveles que presentaron todos los elementos menores a excepción del cobre.

El contenido de nitrógeno, fósforo y potasio fue bajo con respecto a los niveles propuestos en la solución de Hoagland y Arnon, aún en la mayor dosis evaluada. Esto fue más crítico para el caso del nitrógeno, elemento que estas hierbas aromáticas extraen en mayor cantidad y cuya deficiencia causa

Tabla 3. Propiedades químicas del suelo usado en el ensayo. Tomado de: Resultados Laboratorio Nacional de Suelos – Instituto Geográfico Agustín Codazzi – 28/05/2008.

pH	CE (dS·m)	CIC (meq·100g)	M.O. (%)	N-NH4 N-NO3 N-Min		
				(ppm)		
5,9	0,5	54,8	20,5	7,8	4,6	12,4
(ppm)						
K	Ca	Mg	Na	P	S	Fe
938,4	1920	170	46	9,8	4,1	95
Mn	Cu	Zn	B	Al		
1,5	0,88	0,78	1,3	ND		

CE: Conductividad eléctrica; CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico; M.O.: Materia orgánica; N- NH4: Amonio; N- NO3: Nitratos; N-Min: Nitrógeno mineral; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; Na: Sodio; P: fósforo; S: Azufre; Fe: Hierro; Mn: Manganeso; Cu: Cobre; Zn: Zinc; B: boro; Al: Aluminio; ND: No detectado.

Métodos: CE: en extracto de saturación; Carbón orgánico: Walkley – Black; P: Bray II; CIC y bases intercambiables: Acetato de amonio 1N y neutro; Menores extracción con DTPA; B: agua caliente; S: Ca(HPO4)2 0.008 M; NO3 y NH4: KCl 2N

Tabla 4. Concentración de nutrientes según las dosis evaluadas del caldo CIAO, frente a la solución nutritiva No. 2 de Hoagland y Arnon (1950) (citado en Salisbury y Ross, 2000). Calculado a partir de: Resultados Laboratorio de Suelos G.R. Chia S.A. – 18/02/2009.

Elemento	Solución No. 2 de Hoagland y Arnon (1950)	Concentración (ppm)			
		Caldo CIAO (%)			
		2,5	5	10	100
N – NO ₃	196	1,38	2,75	5,5	55,02
N – NH ₄	14	2,23	4,46	8,93	89,32
P	31	4,38	8,75	17,5	175
K	235	56,4	112,8	225,61	2256,07
Ca	160	100,5	201	402	4020,02
Mg	49	13,64	27,27	54,55	545,5
S	64	35,92	71,83	143,68	1436,77
Fe	0,80	3,1	6,19	12,4	123,95
Mn	0,50	4,01	8,02	16,04	160,4
Zn	0,05	1,2	2,4	4,82	48,15
Cu	0,02	0	0,01	0,02	0,17
B	0,50	9,6	19,2	38,4	384

Métodos: N- NH4 y N- NO3: KCl; P: Olsen; K, Ca, Mg: Extracto en AcNH4; Elementos menores: DTPA; B: agua caliente.

fuertes restricciones en el crecimiento de estas especies cultivadas (Morales y Suárez, 2009; Vargas, 2009). El calcio y el azufre fueron excesivos a partir de la dosis al 5%, así como el magnesio en la dosis al 10%. A su vez, el hierro, manganeso, zinc y boro estuvieron en exceso en todas las diluciones evaluadas (tabla 4).

García (2006) menciona que la calidad de un abono se mide en términos del contenido de microorganismos. En este experimento, de acuerdo al análisis biológico, se encontró representación de diversos grupos funcionales liberadores de nutrientes (tabla 5), los cuales son inoculados al suelo cuando el preparado es aplicado. Ya que el

reporte se realizó frente al caldo concentrado, la cantidad de microorganismos inoculada dependerá directamente de la dilución empleada; si éstos son llevados al suelo y en éste existen las condiciones adecuadas para su subsistencia, pasarán a un periodo de colonización y posteriormente podrán aumentar su población, lo cual se traducirá en beneficios en la liberación de nutrientes (Gómez, 2000; Ramírez, 2005).

Según los resultados de laboratorio del IGAC, las densidades de bacterias heterótrofas, actinomicetos, fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato son elevados lo cual resulta favorable. Los reductores de sulfato también se encuentran en niveles apropiados. El bajo contenido de amonificantes y denitrificantes indica que la mayor parte del nitrógeno puede haberse mineralizado y que el potencial de pérdida de nitrógeno por volatilización se encuentra bajo control.

Ya que la calidad del abono no solo la define el contenido de nutrientes y de microorganismos benéficos, sino también su estado sanitario, referente a la presencia de patógenos para la salud humana y/o fitopatógenos, pues de ello depende directamente su utilización, en la tabla 5, se reporta la presencia de patógenos entéricos. Según estos resultados, se encontraron coliformes fecales en una población que se encuentra por fuera de los límites permitidos, pues el mínimo permitido es menor a 1000 UFC·mL (ICONTEC, 2004; Mirabelli, 2008). El hallazgo de coliformes fecales representa una limitación en el uso del abono, pero hay que considerar que este análisis reporta el contenido sobre el caldo concentrado (100%) y este no debe utilizarse de esta forma, por lo que al diluirlo se espera que el número de coliformes descienda a niveles apropiados para su uso.

Salmonella sp., otro patógeno entérico de importancia, no fue encontrado en el abono, por lo que de acuerdo a este parámetro no habría

Tabla 5. Caracterización microbiológica del Caldo CIAO al 100%. Recopilado de: Resultados Laboratorio Nacional de Suelos (IGAC) – 23/02/2009.

Microorganismos	Unidad	Conteo en caldo CIAO 100%
Hongos		No detectado
Bacterias heterótrofas		99 X 10 ⁷
Bacterias tipo actinomiceto		12,6 X 10 ⁴
Fijadores de nitrógeno	(UFC·mL)	14 X 10 ⁶
Solubilizadores de fosfato		80,5 X 10 ⁵
Celulíticos		90 X 10 ⁴
Salmonella sp.		No detectado
Nitrificantes: Nitrobacter sp.		16 X 10 ⁴
Nitrificantes: Nitrosomonas sp.		12 X 10 ²
Amonificantes	(NMP·100 mL)	18 X 10 ²
Denitrificantes		820
Reductores de sulfato		13 X 10 ²
Coliformes totales		14
Coniformes fecales		1,6 X 10 ²

Confianza del valor NMP: 95%. Métodos: Hongos, bacterias heterótrofas, bacterias tipo actinomiceto, fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos, Salmonella sp., celulíticos: Recuento en placa; amonificantes, denitrificantes, nitrificantes, reductores de sulfato, coliformes fecales y totales: Número más probable (NMP)

Según los resultados de laboratorio del IGAC, las densidades de bacterias heterótrofas, actinomicetos, fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fosfato son elevados lo cual resulta favorable. Los reductores de sulfato también se encuentran en niveles apropiados.

inconveniente para el empleo del caldo, pues la norma establece que debe encontrarse ausente en 25 mL de producto final (ICONTEC, 2004; Mirabelli, 2008). La aparición del grupo de coliformes en el biofermento por fuera de los rangos permitidos, ubica este abono en clase B según la clasificación realizada por Walker *et al.* (1994). Ello sugiere que éste no debe aplicarse sobre el follaje o frutos de plantas comestibles y que para el caso específico de las hierbas aromáticas no se deberían realizar aplicaciones de tipo foliar, sino que su uso debe quedar en lo posible restringido al suelo (aplicaciones edáficas). Esta clasificación mencionada por Walker *et al.* (1994), además de ser clara frente a la restricción para el uso edáfico únicamente, señala que debe dejarse un tiempo de al menos dos meses antes de la cosecha después de la última aplicación. Sobre este tipo de abonos se recomienda implementar mejoras en su proceso de elaboración, con el fin de reducir los patógenos entéricos y convertirlos en abonos clase A (libres de patógenos humanos).

Por otra parte, según los resultados de la identificación de fitopatógenos, el abono no contenía ni hongos ni bacterias que puedan causar enfermedades a las plantas. El grupo de nemátodos, benéficos y fitopatógenos, tampoco fue detectado en la muestra. La respiración, otro punto importante

a tener en cuenta en la calidad de un abono orgánico ya que es un indicador de si el preparado ha concluido el proceso de fermentación, frente a lo reportado por el Laboratorio (0.786 mg CO₂:g en 48 horas), demuestra que el tiempo que transcurrió para que la preparación se encontrara lista para usarse es el adecuado, pues este valor demuestra que el proceso había terminado.

Evaluación de la aplicación del caldo CIAO sobre tomillo, romero y orégano

En cuanto a la evaluación del efecto de la aplicación del caldo por fertirriego sobre el crecimiento de las plantas de tomillo, romero y orégano, los resultados de la biomasa cosechada se presentan para cada tratamiento y especie en la figura 4. Cabe mencionar que la cosecha de los tallos tuvo que realizarse varias semanas después de lo que usualmente ocurre cuando las plantas son mantenidas en las mismas condiciones (bajo invernadero y en materia), pero tratadas con soluciones nutritivas preparadas a partir de fertilizantes de síntesis (Morales y Suárez, 2009; Vargas, 2009), ello debido al poco crecimiento que presentaron y a la escasez de tallos que tuvieran la longitud mínima para ser cortados de acuerdo a la especie. La biomasa cosechada por planta para las tres especies de hierbas

aromáticas estudiadas y tratadas con las diferentes dosis del caldo CIAO, se redujo sustancialmente, en un 50% aproximadamente, si se compara con los 19.9 g/planta que se obtuvieron en estas mismas condiciones en otros estudios en tomillo (Vargas, 2009), los 28.7 g/planta en romero y los 67.1 g/planta en orégano (Morales y Suárez, 2009).

De acuerdo al análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas en esta variable para ninguna de las especies (Orégano: PFT (P=0,922) y PST (P=0,894); Romero: PFT (P=0,936) y PST (P=0,976); Tomillo: PFT (P=0,411) y PST (P=0,402)). Estos resultados sugieren que no hubo ningún efecto de la utilización del caldo CIAO para el abonamiento de las tres especies de hierbas aromáticas en las diferentes dosificaciones evaluadas, sobre la biomasa cosechada por planta.

Sin embargo, para el caso del romero y del orégano puede apreciarse que aquellas plantas que no fueron abonadas (control), tuvieron un mejor crecimiento que aquellas donde se usó el caldo y para el tomillo solo los valores de la dosis al 5% superaron el control. En cuanto al orégano y el tomillo, la mayor dosis de caldo ocasionó que la biomasa cosechada de las plantas disminuyera; a su vez se observa una correspondencia entre lo obtenido con el peso fresco total (PFT) y el peso seco total (PST).

La longitud de los tallos cosechados se presenta en la tabla 6. Para esta variable tampoco se encontraron diferencias estadísticas en ninguno de los tratamientos y para ninguna de las especies (Orégano (P=0,54); Romero (P=0,247) y Tomillo (P=0,087)). No obstante, se aprecia que la longitud de los tallos mostró algún grado de afectación, especialmente en el romero, especie en la que los tallos no alcanzaron la longitud mínima de 15 cm requerida para su comercialización en fresco.

Según el análisis de suelo utilizado en este ensayo (tabla 3), se pudo ver que éste no tenía en su

Figura 4. Biomasa de los tallos cosechados por planta tras la aplicación quincenal del caldo CIAO en fertirriego durante un ciclo de cosecha (10 semanas)

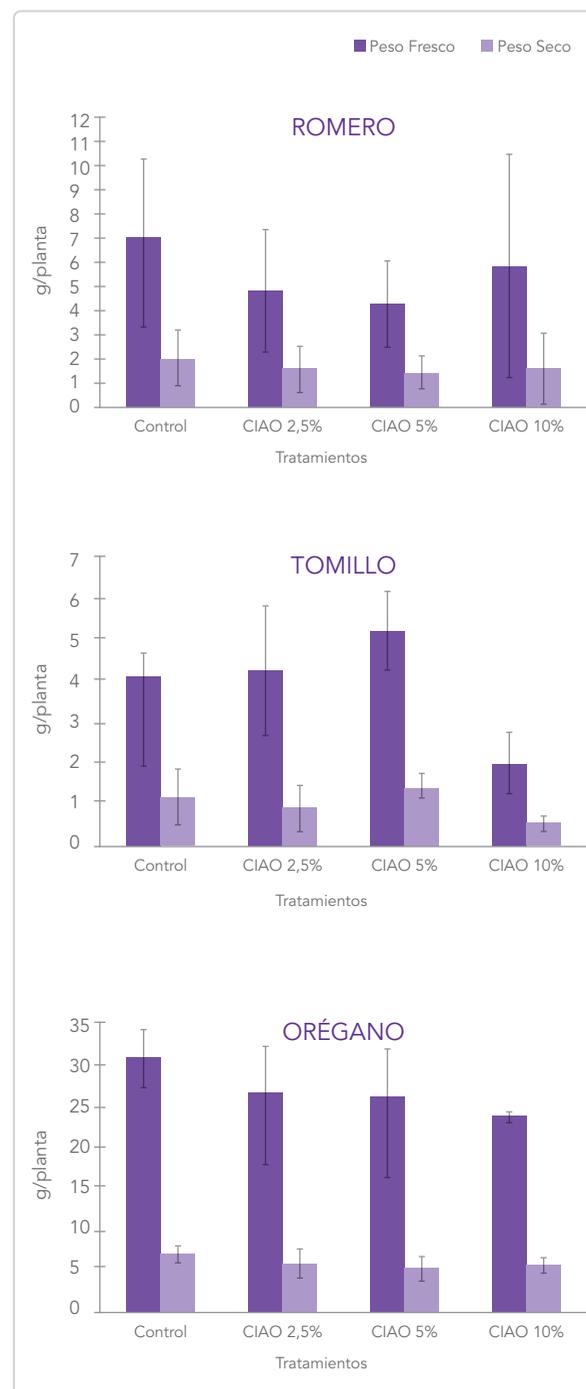


Tabla 6. Longitud promedio de los tallos cosechados por planta para cada especie a las diez semanas después del abonamiento.

Tratamiento	Tomillo (cm)	Romero (cm)	Orégano (cm)
Control – sin abonamiento	13,12 ± 1,26	6,1 ± 0,48	8,18 ± 0,97
Caldo CIAO	2.5%	11,29 ± 1,14	8,14 ± 0,97
	5%	13,45 ± 0,54	7,39 ± 0,88
	10%	9,55 ± 0,75	6,7 ± 0,48

Longitud mínima de los tallos para comercialización como de primera calidad: Tomillo ≥ 12 cm; Romero ≥ 15 cm; Orégano ≥ 8 cm (Morales y Suárez, 2009; Vargas, 2009).

mayoría un buen contenido de nutrientes; el nitrógeno (en sus dos formas) se encontró en niveles muy bajos. Otros elementos como el fósforo, azufre, hierro, manganeso, cobre y zinc, se encuentran bajos, mientras que el calcio y boro aparecen en un nivel medio y el magnesio en un nivel adecuado. El único elemento que aparece en exceso es el potasio, el cual también puede estar comprometiendo la disponibilidad de otros cationes por un desbalance en las relaciones iónicas, por lo que la fertilización que se haga sobre este sustrato se hace importante para garantizar el crecimiento de las plantas.

El nulo efecto de la aplicación del caldo CIAO sobre la biomasa cosechada en las plantas aromáticas, así como la tendencia en tomillo y orégano a disminuir conforme aumentó la concentración del caldo, puede estar relacionada por una parte con los bajos aportes de macronutrientes (N-P-K) y por otra, con los niveles excesivos de los microelementos (tabla 4). Según Morales y Suárez (2009) y Vargas (2009), el nitrógeno resulta ser crítico para el crecimiento de estas tres especies, mostrando una disminución en su productividad frente a la

ausencia de este elemento en el abonamiento del 66.2%, 59.92% y del 23.43% para tomillo, romero y orégano respectivamente. Al no encontrarse este elemento en niveles adecuados en el suelo y tampoco en el caldo aplicado, pudo esta carencia influir en una reducción en el crecimiento de las tres especies y en la no diferenciación frente al testigo sin abonamiento.

La alta demanda de este elemento, en función del activo crecimiento vegetativo de los tallos -que constituyen el producto que se cosecha en estas hierbas-, y de la alta frecuencia de las cosechas (cada 8 o 10 semanas), resulta poco satisfecha a través del uso del caldo microbiano. Los aportes totales de nitrógeno que se realizaron mediante el abonamiento de las plantas con el caldo CIAO durante las 10 semanas del ensayo y que se muestran en la tabla 7, evidencian que estuvieron muy por debajo de los requerimientos de las tres especies. Al respecto, Pérez y Pedraza (2011), reportan que la extracción de nitrógeno en una cosecha o corte de tomillo es de 0.23 g/planta, en romero es de 0.25 g/planta y en orégano de 0.84 g de nitrógeno/planta.

En concordancia con lo anterior, García *et al.* (2008) mencionan que los AOF no son fuente de nitrógeno mineral para las plantas, pero si constituyen una reserva importante de microorganismos que mineralizan el nitrógeno de fuentes orgánicas favoreciendo su disponibilidad. Sumado a ello, es posible que los fijadores de nitrógeno de vida libre presentes en este abono (tabla 5), puedan fijar nitrógeno atmosférico a temperaturas y presiones ambientales normales.

En este ensayo, particularmente el tomillo y el orégano, exhibieron una serie de síntomas, que se observan en la figura 5, constituidos por amarillamientos generalizados o localizados en los ápices de las hojas y/o por necrosis en los ápices y márgenes de las mismas; incluso ocasionaron la muerte de las plantas en algunas unidades experimentales. Los síntomas comenzaron a aparecer luego de la tercera aplicación del biofermento y fueron más evidentes y frecuentes en las plantas tratadas con la mayor

concentración del caldo. Cabe anotar que las plantas del tratamiento control no exhibieron ninguno de estos daños; así mismo, las plantas de romero no presentaron ningún síntoma evidente, pero si una marcada restricción en su crecimiento.

Estos síntomas pudieron obedecer a una mezcla tanto de deficiencias de nutrientes como de toxicidades (Salisbury y Ross, 2000), siendo muy difícil atribuir dicha sintomatología a un elemento específico. Tal como se planteó anteriormente, el aporte de macronutrientes como el nitrógeno fue muy bajo en todos los tratamientos evaluados y para todas las especies. Cuando se presentan deficiencias de este elemento se observa una inhibición en el crecimiento y clorosis en las hojas maduras, especialmente de la base y para casos severos defoliación e incluso la muerte (Salisbury y Ross, 2000). Respecto a los microelementos, como ya se había mencionado, la mayoría de ellos se encontraba en niveles excesivos (tabla 4), inclusive en la dilución más baja evaluada.



Figura 5. Sintomatología asociada a la aplicación del caldo CIAO en tomillo (A) y orégano (B). Tomada por: Arias, 2009.

Como bien se sabe, un incremento por mínimo que sea en la disponibilidad de los elementos menores, puede conducir a toxicidades en las plantas y a la aparición de síntomas visibles en éstas. Si bien es cierto que la mayoría de ellos se encontraban en niveles bajos en el suelo, la aplicación del caldo fue suficiente para aumentar abruptamente sus niveles. Adicionalmente, hay plantas menos tolerantes al exceso de microelementos y que rápidamente muestran síntomas de intoxicación, como bronceamientos, necrosis apical y quemazones en puntas y márgenes de las hojas (Salisbury y Ross, 2000).

Con el ánimo de disminuir los excesos de elementos menores presentes en el caldo que puedan afectar el desarrollo de las plantas sobre las que se aplica y poder implementar su uso, sobretodo por el potencial de inoculación de microorganismos que presenta, se proponen algunas modificaciones en su preparación. La primera modificación sugerida se basa en la eliminación de todas las fuentes que introduzcan elementos menores (bórxax y los sulfatos de zinc, hierro y manganeso), decisión justificada en parte al observar que la fórmula original (tablas 1 y 2), no contempla la adición de ninguna fuente mineral que contenga cobre y este fue el único elemento menor que no resultó excesivo en ninguna de las diluciones. Si bien es cierto, los elementos menores de todas formas aparecerán en el caldo aunque se supriman las fuentes de aporte

directo, debido probablemente al estiércol de ganado, pues la vaca en sus excretas los elimina. El excremento del animal, juega un papel muy importante en la dinámica de todos los elementos dentro del biopreparado (Dalzell *et al.* 1991).

Adicionalmente y debido a que es un proceso de fermentación aeróbica, se considera que la calidad del abono puede mejorar, si éste no se deja en reposo después de terminar la aplicación de los insumos tal como lo recomiendan Espinosa y Rodríguez (2003) y Fundación Hogares Juveniles Campesinos (2004). Por lo que se recomienda una frecuencia de oxigenación mediante agitación manual, al menos tres veces por semana durante los 15 días después de la última adición de insumos e incluso durante todo el tiempo que se mantenga el preparado. Este proceso puede ayudar a disminuir el olor del caldo, a mejorar su homogeneidad y apariencia y quizás a permitir la salida de algunas sustancias volátiles producto del proceso secundario de la fermentación. Finalmente, para el control sanitario del abono, se debe procurar que durante el proceso de preparación sea siempre manejado por una sola persona y que ésta realice la labor utilizando elementos de protección personal como tapabocas y guantes de caucho limpios, para evitar el contacto con bacterias entéricas.

Basados en los resultados de este trabajo, se sugiere que la concentración más apropiada para

Tabla 7. Cantidad de nitrógeno aportado a las plantas de tomillo, romero y orégano tratadas con las diferentes concentraciones del caldo CIAO.

Especie	Concentración del Caldo CIAO	Cantidad total de N aportado · planta	
		ppm	g
Tomillo y Romero	2,5%	3,608	$2,71 \times 10^{-4}$
	5%	7,217	$1,08 \times 10^{-3}$
	10%	14,434	$6,49 \times 10^{-3}$
Orégano	2,5%	3,608	$1,8 \times 10^{-4}$
	5%	7,217	$7,22 \times 10^{-4}$
	10%	14,434	$2,88 \times 10^{-3}$

utilizar este biofermento sobre estas especies de plantas en las condiciones de cultivo es del 2.5% en la mezcla de aplicación. Según lo observado, a partir de la dilución al 5% algunos elementos empiezan a ser problemáticos por su exceso y se evidencia restricción en el crecimiento de las plantas. Sin embargo, como algunos de los elementos menores aún siguen encontrándose en niveles altos, en contraposición al aporte de elementos mayores que es bajo, se propone que este tipo de preparaciones sea utilizada de forma edáfica, evitando el contacto foliar para el caso estas hierbas y como un complemento a un abonamiento orgánico de fondo más rico en ma-

Finalmente, con este ensayo se pudo resaltar la importancia de los análisis de laboratorio sobre este tipo de preparados, pues solo con éstos se puede tener certeza de lo que se está aportando al cultivo y al suelo en términos de nutrientes y microorganismos, así como realizar los ajustes en las dosis de aplicación. Así como se hace necesario un trabajo que busque la estandarización de los procesos de preparación de estos biofermentos, en los cuales también se incluyan otro tipo de pruebas que permitan conocer si este tipo de preparaciones pueden contener sustancias inhibitorias que retrasen el desarrollo de las plantas.

Con este ensayo se pudo resaltar la importancia de los análisis de laboratorio sobre este tipo de preparados, pues solo con éstos se puede tener certeza de lo que se está aportando al cultivo y al suelo en términos de nutrientes y microorganismos, así como realizar los ajustes en las dosis de aplicación.

cronutrientes y especialmente en nitrógeno. Complementario a ello, se sugiere que los volúmenes de aplicación de la mezcla que contenga el caldo sean más bajos a los empleados en el fertirriego y que las aplicaciones sean menos frecuentes, en periodos superiores a los 15 días. Lo anterior podría contribuir a disminuir de manera importante el riesgo de intoxicar las plantas, sin sacrificar la inoculación de microorganismos de diferentes grupos funcionales, que de colonizar el suelo del cultivo ayudarían sustancialmente a mejorar su fertilidad microbiológica que se traduciría en una mejor liberación y aprovechamiento de los nutrientes en el suelo.

AGRADECIMIENTOS

- Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) por ser la entidad financiadora de este trabajo como parte del proyecto "Desarrollo de un esquema de fertilización orgánica en tomillo orégano y romero en suelos de Zipaquirá, Cogua y Nemocón (Cundinamarca)". Código proyecto: MADR 2007V6189 – 152 y a la Universidad Militar Nueva Granada con el proyecto PIC CIAS 432.

- A la Bióloga M.Sc. Diana Vera, de la División de Análisis Biológicos del Laboratorio Nacional de Suelos (IGAC) por su colaboración y aportes.

BIBLIOGRAFIA

1. Aishwath OP, Tarafdar JC. 2009. Organic farming for medicinal and aromatic plants. p. 157 – 185. En: Tarafdar JC, Tripathi KP, Kumar M (Eds). Organic Agriculture. 1st. Ed. Indian Society of Soil Science y Scientific Publishers. India. 369 p.
2. Carrizosa AF, Izquierdo PE, Dávila NE, Ramírez A. 2004. Agricultura Orgánica: Proyecto piloto de zonas de reserva campesina. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Colombia. 33 p.
3. Chhonkar PK. 2009. Organic Farming and its relevance in India. p. 5 – 33. En: Tarafdar JC, Tripathi KP, Kumar M (Eds). Organic Agriculture. 1st. Ed. Indian Society of Soil Science y Scientific Publishers. India. 369 p.
4. Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes). 2008. Documento Conpes 3514: Política nacional fitosanitaria y de inocuidad para las cadenas de frutas y otros vegetales. Dirección de Desarrollo Rural Sostenible. Colombia. 45 p.
5. Corporación Colombia Internacional (CCI), Asociación Hortifrutícola de Colombia (ASO-HOFRUCOL), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2006. Plan Hortícola Nacional. Colombia. 511 p.
6. Dalzell H, Biddlestone A, Gray K, Thurairajan K. 1991. Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín de suelos de la FAO S6. Servicio de recursos, manejo y conservación de suelos. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. 177 p.
7. Espinosa JC, Rodríguez JC. 2003. Evaluación del híbrido de pimentón Enterprise Asgrow (*Capsicum annum*) bajo cubierta con fertilización química y orgánica en dos condiciones de suelo dentro de un régimen de producción limpia de hortalizas. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Tesis de grado. Colombia. 112 p.
8. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. 2004. Manual de agricultura alternativa. 1st. Ed. San Pablo. Colombia. 96 p.
9. García JF. 2006. Principios generales de agricultura orgánica. 1st. Ed. JDC. Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Instituto de Investigaciones Científicas (Inicien). 180 p.
10. García JF, Gil P, Galvis L, Galindo W. 2008. Cuantificación de tres microorganismos en el proceso y dinámica de los abonos orgánicos fermentados (AOF). Cultura Científica. Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Instituto de Investigaciones Científicas (Inicien). 6: 62 – 69.
11. Gómez J. 2000. Abonos orgánicos. 1st. Ed. Universidad Nacional de Colombia, Cali. 107 p.
12. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). 2004. Norma Técnica Colombiana NTC 5167: Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. Primera Actualización. Colombia. 40 p.
13. Lernoud AP, Loy M. 2008. Organic farming in Latin America. p. 166 – 189. En: Willer H, Yussefi-Menzeler M, Sorensen N (Eds.). The world of organic Agriculture Statistics and emerging trends 2008. 1st. Ed. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) y Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Londres, 267 p.
14. López LF, Mejía D, Gómez JA, Albarracín, C. 2009. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de plantas aromáticas, medicinales,

- condimentarias y afines con énfasis en ingredientes naturales para la industria cosmética en Colombia. Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural. Proyecto Transición de la Agricultura. Colombia. 184 p.
15. Miller FP, Vandome AF, McBrewster J. (Eds.) 2009. Organic Farming. 1st. Ed. Alphascript Publishing, USA, 191 p.
 16. Mirabelli E. 2008. El compostaje proyectado a la lombricultura. 1st. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 324 p.
 17. Morales ML, Suarez DC. 2009. Evaluación de la fertilidad de un suelo Andisol en Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia) para el cultivo de romero (*Rosmarinus officinalis*) y orégano (*Origanum vulgare*). Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias. Biología Aplicada. Tesis de Grado. Colombia. 118 p.
 18. Pérez MM, Pedraza A. 2011. Extracción de nutrientes de tomillo, romero y orégano en un andisol de Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias. Biología aplicada. Apartes proyecto cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural "Desarrollo de un esquema de fertilización orgánica de tomillo, orégano y romero en suelos de Zipaquirá, Cogua y Nemocón (Cundinamarca)". MADR 041 – 2007v6189-152-07. Colombia. Texto en preparación.
 19. Picado J, Añasco A. 2005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense (CEDECO). Serie Agricultura orgánica No. 8. San José de Costa Rica. 66 p.
 20. Ramírez G. 2004. Agricultura orgánica y desarrollo rural: Un principio de vida. Formas de preparar en su finca abonos, insecticidas y fungicidas biológicos. 7th Ed. Corporación Agroecológica Semillas de Vida. Colombia. 178 p.
 21. Ramírez H. 2005. Manual de fertilizantes: El campo y sus recursos. 1st. Ed. Ediciones Enlace Cultural. Colombia. 32 p.
 22. Rosas A. 2003. Agricultura Orgánica Práctica. 1st. Ed. Grupo Agrovereda. Colombia. 200 p.
 23. Rundgren G. Number of organic certifiers jumps to 468. p. 73 – 75. En: Willer H, Yussefi-Menzeler M, Sorensen N (Eds.). The world of organic Agriculture Statistics and emerging trends 2008. 1st. Ed. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) y Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Londres, 267 p.
 24. Salisbury F, Ross C. 2000. Fisiología de las plantas 3. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. 1st. Ed. Paraninfo - Thomson Learning. Madrid. 305 p.
 25. Twarog S. 2008. The IFT – the FAO/IFOAM/ UNCTAD International task force on harmonization and equivalence in organic agriculture. p. 78 – 81. En: Willer H, Yussefi-Menzeler M, Sorensen N (Eds.). The world of organic Agriculture Statistics and emerging trends 2008. 1st. Ed. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) y Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Londres, 267 p.
 26. Vargas MI. 2009. Evaluación de la fertilidad de un suelo Andisol en Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia) para el cultivo de tomillo (*Thymus vulgaris*). Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencias. Biología Aplicada. Tesis de Grado. Colombia. 68 p.
 27. Walker J, Knight L, Stein L. 1994. A Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule. 1st. United States Environmental Protection Agency (EPA). USA. 178 p
 28. Willer H, Sorensen N, Yussefi-Menzeler, M. 2008. The World of Organic Agriculture 2008:

Summary. p. 15 – 22. En: Willer H, Yussefi-Menzeler M, Sorensen N (Eds.). The world of organic Agriculture Statistics and emerging trends 2008. 1st. Ed. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) y Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Londres, 267 p.

CONSULTA VIRTUAL

- 1- Agronet, 2011. Análisis – Estadísticas: Área y producción agrícola y pecuaria. Datos elaborados por Agronet con base en Evaluaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. www.agronet.gov.co. 11.Feb.11.