

EFFECTO DE TRES CALDOS MICROBIALES EN LA PRODUCCION DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y REPOLLO (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata*) EN EL MUNICIPIO DE PASTO DEPARTAMENTO DE NARIÑO¹.

THE EFFECT OF THREE MICROBIAL BROTHS IN THE PRODUCTION OF LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) AND CABBAGE (*Brassica oleraceae* L. var. *Capitata*) IN PASTO CITY, DEPARTMENT OF NARIÑO

Edwin Piarpuezan².
Ruth Pérez Tello².
Hernando Criollo E.³

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el SENA en la finca LOPE, localizado en el municipio de Pasto (Nariño), con el objeto de estudiar los caldos microbiales en sus características físicas, químicas, microbiológicas y su efecto en la producción de los cultivos de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Batavia y Repollo (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata*) híbrido Quisto. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar constituido por cinco tratamientos, con cuatro repeticiones, correspondientes a la aplicación de caldo microbioal de vaca (CMV), caldo microbioal de cerdo (CMCe), caldo microbioal de cuy (CMCu), fertilizante foliar Comercial (FFC) y un testigo absoluto realizándose aplicaciones cada quince días a nivel foliar con una aplicación inicial a las raíces. A partir de los resultados se pudo establecer los efectos benéficos de los caldos microbiales en cuanto a variables como peso de cabeza, diámetro y rendimiento. Para la variable dureza, la aplicación de caldos microbiales no mostró diferencias entre los tratamientos, atribuyendo esta característica a factores externos. En la comparación del fertilizante foliar comercial y los caldos microbiales aplicados se pudo establecer que presentan un comportamiento similar. Esto se debe a que en los caldos se encontraron microorganismos como *Saccharomyces sp.*, *Lactobacillus sp.* y *Bacillus sp.* considerados altamente eficaces en la promoción del crecimiento de las plantas.

¹ Trabajo de grado como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo.

² Estudiantes Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.

³ Profesor asociado a la Facultad de Ciencias Agrícolas, Msc. Universidad de Nariño.

Palabras claves: Biofertilizantes foliares, Efectos Benéficos, Rendimiento, Acción microbiológica, Lechuga – Cultivo, Lechuga – Enfermedades y Plagas, Lechuga y Repollo - Cultivo

ABSTRACT

This research was carried out in the SENA on the farm LOPE, located in Pasto city (Nariño). The aim of this research was to study the microbial broths in their physical, chemical and microbiological characteristics and their effects on the production of Lettuce crops (*Lactuca sativa* L.), Batavia variety and Cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata) Quisto hybrid. Was used them with a complete block design taking at random that consists of five treatments with four replicates corresponding to the application of microbial beef broth (MBB) , microbial broth pork (MBP), microbial broth guinea-pig (MBC), commercial foliar fertilizer (CFF) carrying out applications every fifteen days to the foliate level with an initial application to the roots. From the results, it was found the beneficial effects on microbial broths regarding to some variables such as the weight head, the diameter and the yielding. For the variable hardness, application of microbial broths showed no differences between treatments, attributing this characteristic to external factors. In the comparison of commercial foliar fertilizer applied microbial broths and it was ascertained that show a similar behavior. This is because the wines were found in organisms such as *Saccharomyces sp.*, *Lactobacillus sp.* and *Bacillus sp.* considered highly effective in promoting plant growth.

Keywords: Leaf biofertilizers, beneficial effects, yielding, microbiological characteristics, Lettuce – Cultivation, Lettuce - Diseases and Pests, Lettuce and Cabbage – Cultivation.

INTRODUCCION

En las últimas décadas, la agricultura colombiana se ha visto afectada por las disminuciones de la productividad en las zonas hortícolas, caracterizada por el aumento en los costos de producción, dependencia de insumos externos viéndose reflejada en la disminución de la

calidad de vida de los agricultores e irrecuperables pérdidas de tipo ambiental por el uso indiscriminado de productos químicos (Luna, 2001).

En el departamento de Nariño estos efectos han sido más notorios, debido al rezago del departamento respecto al resto del país en la tecnificación de los cultivos de hortalizas. La disminución en las áreas sembradas con hortalizas ha presentado un decrecimiento del área de siembra equivalente al 3,1 al 1,9% en los años del 2007 (Secretaría de Agricultura, 2008), esto debido a que su producción se ha basado durante décadas a la utilización de paquetes tecnológicos dependientes de insumos (fertilizantes, herbicidas y pesticidas).

La agricultura orgánica surge como una de las alternativas que permite reducir el problema de contaminación, la cual se encuentra en un proceso de divulgación y uso por parte de muchos agricultores en todo el mundo (FAO, 2008). La producción orgánica se está desarrollando a nivel mundial con un crecimiento del 20% anual acumulativo desde hace 20 años; esto representa una cifra de 40.000 millones de dólares en el mundo de productos orgánicos, con mercados en el centro de Europa, Estados Unidos y Japón (Roca, 2007).

Dentro de la gama de los abonos orgánicos están los caldos microbiales (CM), que son productos originados a partir de la fermentación de materiales orgánicos como estiércol, plantas verdes y frutos, los cuales son aplicados por vía foliar, en los cultivos (Uribe *et al.*, 2001). Por lo general, al preparar los CM, se mezcla agua con alguna fuente de nitrógeno como estiércol o leguminosas y una fuente energética como melaza o jugo de caña (Restrepo, 1998). Dicha mezcla puede ser enriquecida con harinas de rocas molidas y sales minerales (Restrepo 2002). Finalmente, para la fabricación de CM es necesario adicionar alguna fuente de microorganismos (levaduras, leche, suero) que se encargarán de la transformación de los materiales orgánicos (Restrepo, 2001). Además del incremento de la población microbial heterótrofa se logra la liberación de nutrientes, enzimas, hormonas, ácidos orgánicos, aminoácidos, vitaminas y enriquecimiento relativo de los sustratos orgánicos sólidos en los cuales se aplican (Arévalo, 2003).

La presencia de bacterias, mohos, levaduras y misofilos viables hacen que los compuestos orgánicos del bioabono sean procesados y convertidos en sustancias simples como los minerales que al ser suministrados a la planta contribuyen a un buen equilibrio nutricional y a un normal desarrollo fisiológico (Gallardo y Timana, 2002); aceleran la síntesis o transformación de nutrientes, haciéndolos más asimilables para la planta y el suelo, sin dejar residuos tóxicos en el sistema (Cortes y Josa, 2006).

Los CM contienen bacterias fototróficas, bacterias ácido lácticas y levaduras conocidas como PGPR, que son organismos altamente eficaces en la promoción del crecimiento de las plantas además de incrementar su tolerancia a otros microorganismos causantes de enfermedades (Esquivel, 2008). Estas bacterias se han aplicado a semillas, tubérculos o raíces, estimulando el crecimiento y rendimiento de cultivos (Agrios, 2004).

Los mecanismos del efecto de las bacterias promotoras de crecimiento no son bien comprendidos, sin embargo, se ha sugerido un amplio rango de posibilidades que incluyen efectos directos o indirectos. El efecto directo consiste en un aumento en la movilización de nutrimentos solubles, seguido por el mejoramiento de absorción de las plantas, el aumento de fijación de N₂ y la producción de fitohormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas). Efectos indirectos incluyen la producción de siderófos, la producción de antibióticos contra hongos, bacterias y virus, incremento en el número de nódulos de la raíz y de la actividad nitrogenasa, los cuales inducen resistencia sistémica a la planta (Mantilla, 2007).

Teniendo en cuenta estos antecedentes el presente estudio se realizó para contribuir al conocimiento de los caldos microbiales, determinando las principales características físico-químicas y biológicas así como su efecto sobre la producción de los cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y repollo (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata*) en la zona de estudio.

METODOLOGIA

Localización. El estudio se realizó en el SENA-LOPE, en el municipio de Pasto-Nariño, ubicado a dos kilómetros del casco urbano, a 2700 msnm, temperatura promedio de 14°C, precipitación media anual de 841 mm y humedad relativa de 73%. (IDEAM, 2008). La investigación se llevó a cabo entre los meses de febrero y junio del año 2008.

Preparación de caldos microbiales. La preparación de los CM se realizó en canecas oscuras de 20 litros, donde se perforó la tapa en la mitad, para introducir una manguera plástica transparente que se selló con silicona asegurándose que no haya entrada de aire; la manguera se conectó a un recipiente con agua para que actúe como válvula hermética de escape del gas que se produce en el interior de la caneca. En la caneca se mezclaron 15 litros de agua, 250 ml de yogurt blanco sin azúcar, 5 kilos de estiércol, 1 litro de leche cruda y 1,5 litros de melaza, se mezcló vigorosamente hasta obtener una mezcla homogénea, luego se procedió a la incorporación de 150 g de bórax y 260 g de fosforita Huila para enriquecer el caldo; se dinamizó el caldo revolviendo durante 20 minutos y luego se completó con agua hasta un volumen de 18 litros. Este procedimiento se realizó para cada uno de los CM. Las canecas fueron marcadas y colocadas en el invernadero para que se inicie el proceso de fermentación. Después de dos meses, se destapó y filtró el contenido de cada caneca para extraer el CM respectivo y conservarlo en envases oscuros a temperatura ambiente.

Implementación de cultivos. Se establecieron semilleros en bandejas con turba para ambos cultivos en el invernadero de la Finca del Centro Multisectorial Lope Sena, utilizando semillas de lechuga variedad Grandes Lagos y del híbrido Quisto de repollo.

Un mes antes del trasplante se preparó el terreno con dos picadas profundas con azadón, una rastrillada, nivelada y surcada; se levantaron camas de 0,80 m de ancho y 0,20 m de altura; Las plantas de lechuga y repollo permanecieron aproximadamente un mes en invernadero, luego fueron trasladadas en el lugar definitivo en donde se sembraron a una

distancia entre plantas de 0,40 por 0,40 m. Se realizó la fertilización con un abono compuesto (10-30-10), a razón de 25 g por planta.

El control de plagas y enfermedades se realizó teniendo en cuenta el número de insectos por planta y la incidencia de enfermedades, haciendo frecuentes inspecciones a los cultivos de lechuga y repollo. En el caso de plagas, las más representativas en el sitio de los cultivos fueron *Agrotis sp* y *Spodoptera sp*, donde se realizaron dos aplicaciones de Clorpirifos y Cipermetrina (en dosis de 2 cc/l de agua), la primera a los ocho días después del trasplante y la segunda a los 50 días; para babosas (*Derocerus sp*, *Milax sp*) se hicieron tres aplicaciones de cebo con metaldehído alrededor de las plantas. Para el manejo de enfermedades presentes en el sitio del cultivo (*Alternaria brassicae* y *Mycosphaerella brassicola*), se hicieron tres aplicaciones de productos protectantes a base de Mancozeb y Azufre, a razón de 2,5 g/L de agua en ambos casos.

Se realizaron tres deshierbas manuales a los 30, 60 y 90 días de la siembra en campo. Las malezas predominantes fueron corazón herido (*Polygonum nepalense* L.), lengua de vaca (*Rumex crispus* L.), nabo (*Brassica rapa* L.) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum* L.). Además, se realizó un aporque cuando las plantas empezaron a cerrar sus hojas para la formación de cabeza; en lechuga a los 45 días y en repollo a los 55 días después del trasplante. Las necesidades de agua del cultivo se cubrieron mediante un sistema de riego por goteo.

Cosecha. Se realizó manualmente; la lechuga se cosechó a los 91 días. y el repollo a los 112 días, cuando la compactación de las cabezas estuvo firme al tacto.

Diseño Experimental. Para cada cultivo se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con cinco tratamientos (Tabla1) y cuatro repeticiones.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} : Variable de respuesta en la unidad de observación.

μ : Media general.

β_j : Efecto del bloque j .

T_i : Efecto de los tratamientos i (caldos microbiales).

ϵ_{ij} = Error experimental debido al T_i y al β_j .

Tabla 1. Tratamientos de caldo microbiales aplicados.

TRATAMIENTO	CONTENIDO
CMV	Caldo microbioal de estiércol de vaca
CMCe	Caldo microbioal de estiércol de cerdo
CMCu	Caldo microbioal de estiércol de cuyes
FFC	Fertilizante foliar completo
TESTIGO	Sin aplicaciones foliares

Cada cultivo se trabajó por separado, en parcelas (tratamientos) de 6 m por 0,80 m, la distancia entre plantas para lechuga y repollo fue de 0,40 m por 0,40 m. El área total del lote fue de 396 m², con un área útil de 76,8 m². Los resultados obtenidos se interpretaron a partir de un Análisis de Varianza (ANDEVA). En aquellos casos donde se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se utilizó la prueba de comparación de promedios de Tukey.

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron con bomba de espalda de 20 litros. La primera aplicación se hizo al momento del trasplante, aplicando a las raíces una solución de CM de 50cc/lit de agua. Durante el ciclo del cultivo se realizaron aplicaciones cada quince, esto hasta quince días antes de la cosecha, utilizando una dosis de CM de 5 cc/lit de agua, en el caso del tratamiento con fertilizante foliar comercial (FFC), se aplicaron 2,5cc/lit de agua, cada quince días.

Variables Evaluadas.

Características Microbiológicas. De cada uno de los CM se tomaron muestras de 500 cc en recipientes de vidrio esterilizado, las cuales se enviaron a los Laboratorios de microbiología de la Universidad de Nariño, donde se determinó la población de

microorganismos para bacterias y levaduras con los medios de cultivo de caldo o agar MRS y Sabouraud, siendo identificados mediante el procedimiento de tinción de Gram.

Características Químicas. Se realizó un análisis químico en los Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño. Donde se determinó la cantidad de los elementos: carbono, potasio, nitrógeno, calcio, magnesio, cobre, manganeso, hierro y zinc; la lectura de pH se realizó mediante el método potenciométrico (Carreño y Unigarro, 2005).

Características Físicas. Del producto obtenido de los tres caldos microbiales se compararon en cuanto a olor, color y viscosidad. Para la viscosidad se utilizó colador de tela, donde se tomó el tiempo que tardaba para ser filtrado.

Variables de los cultivos:

Peso en Fresco. Se determinó el peso individualmente cada cabeza de repollo y de lechuga en una balanza digital, eliminaron las hojas exteriores deterioradas.

Dureza de Cabeza. De las 10 plantas cosechadas en cada unidad experimental, se tomaron tres para determinar la dureza utilizando un penetrómetro; los resultados se expresaron en PSI (Banco de normas en alimentos. Frutas y hortalizas, 1982).

Diámetro de Cabeza. Se obtuvo una muestra al azar de 6 plantas de cada unidad experimental evaluándose el diámetro de las cabezas, utilizando una cinta métrica, midiéndose la longitud de la circunferencia (L) por la parte más ancha; luego se calculó el diámetro (d) mediante la fórmula $d=L/\pi$. (Muñoz y Ortega, 1995).

Rendimiento. Se pesaron 6 plantas tomadas al azar en cada unidad experimental, teniendo en cuenta la distancia de siembra para realizar la proyección de rendimiento en ton/ha (Muñoz y Ortega, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características Microbiológicas de los caldos. El análisis microbiológico de los caldos, determinó la presencia de *Lactobacillus sp.* y *Saccharomyces sp.* en los caldos de estiércol de vaca y cuy; y *Bacillus sp.* en el caldo microbial de estiércol de cerdo (Tabla 2); microorganismos importantes debido a que *Saccharomyces sp.* Estimula la síntesis de antibióticos y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas; estas secreciones son sustratos útiles para los microorganismos como las bacterias lácticas y los actinomicetos (Mantilla, 2007); que están muy relacionadas con la producción de *Lactobacillus sp.* asociada con los aportes por la leche cruda y yogur blanco que son ingredientes utilizados para la preparación de los caldos microbiales.

Bacillus sp., se presentó únicamente en el CMCe, este bacilo Gram positivo esporulado, es catalogado como un PGPR, debido a su habilidad para fijar nitrógeno atmosférico y producir fitohormonas como ácido giberélico y ácido indol acético; considerado un agente supresor de enfermedades que se encuentra presente en los abonos orgánicos (Mantilla, 2007). Es importante en la producción de una serie de sustancias metabólicas con efectos antagónicos que fácilmente son dispersadas en el medio (Pacheco, 2006).

Tabla 2. Análisis Microbiológico bacterial de los Caldos Microbiales producidos con estiércoles frescos de cerdo, cuy y vaca.

Parámetros	Caldo microbial- estiércol de vaca	Caldo microbial- estiércol de cerdo	Caldo microbial- estiércol de cuy
<i>Lactobacillus sp.</i>	+	-	+
<i>Saccharomyces sp.</i>	+	-	+
<i>Bacillus sp.</i>	-	+	-

Fuente: Laboratorio de Microbiología. Universidad de Nariño.

Características Químicas. Los resultados del análisis químico de los tres caldos microbiales (CMCu , CMV y CMCe) (Tabla 3), posicionan al CMCe como el de mayor contenido de N (0,45%), P (0,16%), K(0,71%), Ca (0,55%), Mg (0,13%) y S (0,29%), Cu (2 ppm), Zn (14 ppm) y Fe (228 ppm), y al CMV con los valores mas bajos en estos

elementos N (0,17%), P (0,03%), K (0,36%), Ca (0,26%), Mg (0,07%), S (0,014%), Cu (0 ppm), Zn (3 ppm) y Fe (36 ppm).

Lo anterior concluye que el CMCu y el CMV, están estrechamente relacionados, posiblemente debido a que presentan dietas similares. Hinestroza *et al.* (1997), afirman que la dieta de los cuyes está basada en gramíneas jóvenes y especies vegetales fáciles de digerir, similar como el de ganado de leche, pero con pastos adultos de buena palatabilidad. A diferencia de la dieta de los cerdos, los cuales son animales omnívoros con una dieta pobre en celulosa, con mayor riqueza nutricional en sus alimentos (Sisson, 1978).

En cuanto a la relación C/N, fue mayor para el CMV (17,92), debido a la dieta de este animal rica en celulosa, seguido por el CMCe, el cual presenta un valor de 16,52, posiblemente esto se deba a la digestión incompleta de los alimentos por parte del cerdo el cual aprovecha entre un 40 y 60% de la riqueza nutricional de los alimentos, debido a su estomago e intestinos pequeños (Kolb, 1975). Y por último se ubica al CMCu con 9,27, puesto que presenta una digestión más alta que los demás, pero con un balance alimenticio basado en vegetales tiernos suculentos (Hinestroza *et al.*, 1997).

Según Duran (2003) en los abonos orgánicos las relaciones C/N menores que 17 corresponden a descomposición rápida y buen establecimiento de nitrógeno para las plantas; valores entre 17 y 23 indican un equilibrio adecuado en la producción de nitrógeno y valores mayores que 33 corresponden a procesos de lenta descomposición. Esta relación C/N es importante por la necesidad de los microorganismos que toman el carbono como fuente de energía y el nitrógeno como elemento básico en la formación de proteínas y otros constituyentes del protoplasma celular (Uribe *et al.*, 2001).

La evaluación potenciométrica del pH de los caldos microbiales, encontró que el CMCu con 4,7, presenta el valor más alto; 4,1 para el CMCe y 3,9 para el CMV, Ito (2006) y Segura (2002), argumentan que cuando el pH se mantiene cerca al 4,2, la fermentación tiende a estabilizar la solubilidad de los elementos nutricionales para la planta, permitiendo una mejor disponibilidad nutricional, Molina (2002), afirma que el pH tiene influencia en

la solubilidad de los productos y en la disponibilidad de los nutrientes para ser absorbidos, y que en valores de pH ligeramente ácidos hay mayor disponibilidad de elementos como el N, P, S, Cu, Zn y Fe, mientras que cuando se dan condiciones moderadas o altas de basicidad se forman precipitados en estos elementos siendo difíciles de absorber.

Ito (2006), indica que es importante destacar la correlación entre *Lactobacillus sp.* y el pH, debido a que su actividad puede dar una disminución del pH por la producción de ácidos como el ácido láctico y los ácidos grasos de cadenas cortas. Por esto puede pensarse que *Lactobacillus sp.* juega un papel importante en el control del pH.

Tabla 3. Análisis químico de los CMCu, CMCe, CMV y FFC

	CMCu	CMCe	CMV	FFC
pH	4,7	4,1	3,9	2,5
C/N	9,27	16,52	17,92	--
Carbono (C)	2,16%	7,5%	3,12%	--
NITROGENO (N)	0,23%	0,45%	0,17%	180,0 g/l.
FOSFORO (P)	0,05%	0,16%	0,03%	100,0 g/l.
POTASIO (K)	0,63%	0,71%	0,36%	40,0 g/l.
CALCIO (Ca)	0,29%	0,55%	0,26%	0,21 g/l.
MAGNESIO (Mg)	0,08%	0,13%	0,07%	12,50 g/l.
AZUFRE (S)	0,19%	0,29%	0,14%	33,0 g/l.
MANGANESO (Mn)	14 ppm	12 ppm	15 ppm	2,30 g/l.
COBRE (Cu)	0 ppm	2 ppm	0 ppm	2,70 g/l.
ZINC (Zn)	4 ppm	14 ppm	3 ppm	7,80 g/l.
HIERRO (Fe)	45 ppm	228 ppm	36 ppm	0,32 g/l.

Fuente: Laboratorios Especializados. Universidad de Nariño

Características Físicas. En la Tabla 4, se muestran las características en cuanto a olor, color y viscosidad de los caldos, observándose que en cuanto a olor el comportamiento fue igual para los tres caldos microbiales (un olor agradable y similar al olor de la melaza), indicando una fermentación y descomposición ideal. Diferenciándose por su coloración, café claro para el CMCu, café oscuro para los CMV, y café para el CMCe. Para la característica de viscosidad, El CMCe presento alta viscosidad con un tiempo de cinco

minutos, debido a que presenta mayores cantidades de residuos sólidos en las eses, seguido del caldo microbial de estiércol de vaca (2 minutos), y por último al de cuy (1 minuto). Estas características son propias de caldos bien fermentados, bajo condiciones estrictas de anaerobiosis, lo cual permite asegurar buenas características en los biopreparados (Andrew, 2002).

Tabla 4. Características físicas de los caldos microbiales

Parámetro	CMCu	CMV	CMCe
Olor	Agradable, Similar Al Olor De Melaza	Agradable, Similar Al Olor De Melaza	Agradable, Similar Al Olor De Melaza
Color	Café Claro	Café Oscuro	Café
Viscosidad	Baja	Media	Alta

Efecto fertilizante de los caldo microbial en los cultivo de lechuga y repollo. El análisis de varianza presentado en la tabla 5, se observan diferencias altamente significativas para las variables PC, DIA y REND; a diferencia de la variable DUR, la cual no presentó diferencia significativas en estos dos cultivos; suponiendo que las aplicaciones de caldos microbiales, solo se evidencian en las variables PC, DIA y REND; al contrario de lo que sucede en la variable DUR, la cual no se vio afectada por los tratamientos aplicados. Implicando que la riqueza nutricional de los caldos, no afecta esta variable.

Tabla 5. Cuadrado Medios del ANDEVA para las variables Peso de Cabeza (PC), Dureza (DUR), Diámetro (DIA) y Rendimiento (REND) en los cultivos de Lechuga y Repollo.

F de V	GL	PESO DE CABEZA (PC)		DURZA (DUR)		DIAMETRO (DIA)		RENDIMIENTO (REND)	
		LECHUGA	REPOLLO	LECHUGA	REPOLLO	LECHUGA	REPOLLO	LECHUGA	REPOLLO
		CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM
BLOQ	3	12154,8ns	210054,27**	0,76ns	11,65**	1,07ns	12,97**	1,62ns	118,66**
TRAT	4	123165,33**	195103,42**	7,72ns	4,63ns	8,29**	9,41**	47,38**	228,06**
Error	12	18727,71	27911,55	2,42	1,93	0,54	2,15	3,61	3,14
R2		0,7	0,81	0,53	0,7	0,85	0,75	0,82	0,97
CV		18,06	12,14	17,73	6,73	5,14	6,85	9,1	4,27

Peso de cabeza. La prueba de comparación de medias para peso de cabeza de lechuga y repollo (Tabla 6) mostró que los tratamientos con CMCu, CMV, FFC y el CMCe,

presentaron un comportamiento estadístico similar con los promedios más altos de 969,34 a 668,13 g para lechuga; y para repollo de 1615,75 a 1246,25 g; los promedios más bajos fueron para el tratamiento testigo (sin aplicaciones foliares) con un valor para lechuga de 522,79 g y 1066,48 g para repollo.

Esto indica que cualquiera de los caldos microbiales puede competir con el fertilizante foliar comercial, notándose diferencias estadísticas con el tratamiento testigo. Lo que indicaría, que las aplicaciones de caldos microbiales o aplicación de fertilizante foliar comercial, hacen una diferencia en cuanto al aumento del peso de cabeza.

Los Caldos microbiales presentaron efectos significativos debido a que aportan gran cantidad elementos nutritivos disponibles para las plantas (Restrepo, 2002). Además contienen aminoácidos, producidos por los microorganismos en cantidades muy variables, formando moléculas de acción muy importante en las formaciones foliares, entre las cuales se encuentra la tiamina, la cual desempeña un papel importante al aumentar la inmunidad adquirida en los vegetales; los ácidos nicotínico, pantoténico, ascórbico, fólico, son algunos de los producidos por microorganismos y que actúan de forma esencial en la síntesis de enzimas, coenzimas, esenciales para los procesos metabólicos (Martinez, 2002).

Dureza. En cuanto a la evaluación en campo de esta variable en los cultivos de lechuga y repollo, no determinó diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos, por tanto se puede afirmar que la aplicación de elementos nutricionales no repercute en estas dos hortalizas en cuanto a su dureza, debido a que es una variable muy poco afectada por aplicaciones de elementos nutricionales; al respecto Jaramillo y Leyva (2002), indican que la dureza y la compactación en hortalizas está más relacionada con la genética y las condiciones climáticas de la zona en las que se siembre. Cubero (2003) argumenta que las propiedades físicas de algunos vegetales está más influenciada por cuestiones ambientales que por prácticas agronómicas y de manejo.

Diámetro de cabeza. La prueba de comparación de medias (Tabla 6) para lechuga pudo determinar un mejor comportamiento con las aplicaciones de CMV y el CMCu, con promedios que va de 16,04 a 15,32 cm; las respuestas más bajas en esta variable fueron

para las aplicaciones con el FFC, el CMCe y el tratamiento testigo (sin aplicaciones foliares), con promedios que van de 14,29 a 12,66 cm.

En lo que respecta al cultivo de repollo los caldos CMCu, el CMV, el FFC y el CMCe, se comportaron estadísticamente similar, con promedio que van de 22,99 a 20,45 cm; el tratamiento testigo (sin aplicaciones foliares), presentó el promedio más bajo (19,29 cm). Estableciéndose en este caso que los caldos microbiales presentan una respuesta similar a la riqueza nutricional del FFC, posiblemente debido a los contenidos bacteriales y a sus metabolitos excretados presentes en estos caldos, los cuales pueden ser los responsables de los incrementos en esta variable; Martínez (2002) y Mantilla (2007), afirman que *Saccharomyces sp* y *Lactobacillus sp.* estimulan la síntesis de antibióticos y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas.

Esto nos lleva a suponer que son realmente los efectos producidos por estas bacterias los responsables del aumento en los diámetros, debido a que el CMCe, a pesar de tener las mejores riqueza nutricionales, en comparación con los otros caldos microbiales, presenta bacterias del tipo *Bacillus sp.* las cuales incorporan al caldo sustancias útiles como hormonas, aminoácidos y azúcares, que pueden ser absorbidos por los estomas de las hojas; con un comportamiento estadístico igual que el FFC, y al testigo absoluto (sin aplicaciones foliares) con valores de 14,29 a 12,66 cm; esto hace suponer que no es realmente la riqueza nutricional la responsable de los incrementos en el diámetro debido que el fertilizante foliar comercial se comporto de manera similar que el tratamiento testigo (sin aplicaciones foliares), atribuyéndose estas mejoras en el diámetro a la presencia de *Saccharomyces sp* y *Lactobacillus sp.*, en los caldos de estiércol de cuy y vaca y a la ausencia de *Bacillus sp.* en los mejores tratamientos.

Los contenidos nutricionales de los estiércoles son los responsables de la riqueza nutricional en los caldos, y las bacterias simplemente permiten mejorar su disponibilidad; puesto que el sistema digestivo con más baja asimilación de nutrientes de los alimentos es el de cerdo, además de presentar una dieta mas balanceada; razón por la cual este presenta

mayor riqueza nutricional en el estiércol, al contrario del aparato digestivo de la vaca el cual aprovecha al máximo los alimentos que ingiere, colocando a sus excretas en una condición nutricional baja.

Rendimiento. Para el cultivo de lechuga la prueba de comparación de medias de Tukey del rendimiento, mostró que los tratamientos con CMCu, CMV y FFC presentaron los promedios mas altos en rangos que van de 24,68 a 20,58 t/ha, siendo los promedios mas bajos los tratamientos con CMCe y el testigo con valores de 19,05 a 16,3 t/ha, con un comportamiento estadístico similar entre estos dos tratamientos. En cuanto al cultivo de repollo se encontró que el CMV y el CMCu, presentaron un comportamiento estadístico similar, con los promedios más altos (48,68 a 48,4 t/ha); seguidos por el FFC y el CMCe (41,45 a 38,4 t/ha), con características estadísticas similares entre ellos, a diferencia del tratamiento testigo quien presento el promedio más bajo (30,58 t/ha).

El CMCu y el CMV presentaron un mejor balance nutricional para los cultivos de lechuga y repollo porque presentaron microorganismos eficientes de *Lactobacillus sp.* y *Saccharomyces sp* que además de su efectos benéficos, favorecen la proliferación de otros microorganismos eficientes que mejoran las propiedades químicas, relación C/N, el pH y asimilación de nutrientes que contribuyeron al desarrollo de las plantas.

Viteri (2002), concluye que los caldos microbiales estimulan la obtención de mayores rendimientos en los cultivos, contribuyendo activamente en la recuperación de algunas características biológicas, químicas y físicas que son determinantes en la capacidad productiva de los suelos.

Tabla 6. Prueba de comparación de medias para el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.), y Repollo (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata*) en las variables PC, DUR, DIA y REND.

TRATAMIENT	PESO DE CABECA (g)		DUREZA (PSI)		DIAMETRO (cm)		RENDIMIENTO (t/ha-1)	
	LECHUGA	REPOLLO	LECHUGA	REPOLLO	LECHUGA	REPOLLO	LECHUGA	REPOLLO
CMCe	668,13ab	1246,25ab	7,29 ^a	19,93a	13,06c	20,45ab	19,05b	38,4b
CMCu	969,34a	1615,75a	10,47a	21,02a	15,32ab	22,99a	24,68a	48,4 ^a
CMV	880,47a	1428,75ab	9,7 ^a	22,12a	16,04a	22,53ab	23,8a	48,68 ^a
FFC	747,73ab	1525a	8,97 ^a	20,96a	14,29bc	21,9ab	20,58ab	41,45b
TESTIGO	522,79b	1066,48b	7,46 ^a	19,34a	12,66c	19,29b	16,3b	30,58c

CONCLUSIONES

En cuanto a la variable peso de cabeza los caldos microbiales pueden brindar los mismos beneficios del fertilizante foliar comercial.

Las aplicaciones foliares realizadas cada quince días de caldo microbial de cuy y caldo microbial de vaca presentaron los mejores rendimientos en los cultivos de lechuga y repollo.

El caldo microbial de cuy y de vaca presentaron los valores más altos de diámetro de cabezas de Lechuga, mientras que los caldos microbiales y el fertilizante foliar tuvieron efectos semejantes desarrollo

La dureza de cabezas de Lechuga y Repollo no fue afectada por la aplicación de caldos microbiales o por la aplicación de fertilizante foliar comercial.

BIBLIOGRAFIA

AGRIOS, G. 2004. Fitopatología. Editorial Limusa Mex. Noriega Edit. 125 – 127 p.

ANDREW, K. 2002. Evaluación de abonos orgánicos y biofertilizantes líquidos para el desarrollo de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), bajo el sistema de cultivo protegido en Panamá. Tesis de maestría, CATIE, Programa de enseñanza para el desarrollo y la conservación. Escuela de Posgrados, Agricultura ecológica. Turrialba. Costa Rica. 76p.

ARÉVALO, R. 2003. Uso de caldos microbiales para la descomposición de residuos sólidos domésticos y la producción de bioabonos de calidad. Facultad De Ciencias Naturales Y Matemáticas, Programa De Biología, Universidad De Nariño. Pasto. 163p.

Banco De Normas En Alimentos. 1982. Frutas y hortalizas: productos alimenticios no industrializados para uso humano: fruta fresca: determinación de la resistencia a la penetración en línea. En: México <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-014-1982.PDF>. 53 p.; consulta: agosto 2008.

CARREÑO, M. UNIGARRO, A. 2005. Métodos Químicos para el análisis de Suelos. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. 71p.

CORTES, J. y JOSA, L. 2006. Evaluación de la fertilización foliar con meaboutique (orín de cuy) en el cultivo del rosal (*rosa sp.*) en la provincia de Pichincha, República del Ecuador. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 210 p.

CUBERO, J. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal. Barcelona, España. mundiempresa, segunda edición. 557 p.

DURAN, F. 2003. Manual de cultivos orgánicos y alelopatía. Colombia. Grupo Latino Ltda. 127 p.

ESQUIVEL, R. 2008. La otra cara de los microbios: Microorganismos que alimentan y protegen a las plantas en línea. En: Revista Correo del maestro 12(141): <http://www.correodelmaestro.com/anteriores/2008/febrero/2antealua%20141.htm>. Consulta: Septiembre 2008.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2008. La agricultura orgánica en la FAO en línea. En: <http://www.fao.org/organicag/frame1-s.htm>. 1 p.; consulta: Agosto.

GALLARDO, A. y TIMANA, O. 2002. Evaluación de la respuesta de repollo (*Brassica oleraceae*) variedad bola verde a la aplicación del fermentado anaerobio de alfalfa (*Medicago sativa*) en el corregimiento de Mapachico en el Municipio de Pasto. Tesis de

grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 87 p.

GLIESSMAN, S. 2002. Agroecología. Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. 359 p.

HINESTROSA, A., LOPEZ, C. y Bolaños, M. Producir cuyes con tecnología apropiada es un buen negocio. 1997. Corpoica. Regional 5, Centro de investigación Obonuco. Cartilla ilustrada No 3. 26p.

Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM), 2008. Pasto, Nariño.

ITO, S. 2006. Caracterización y evaluación de los factores que determinan la calidad nutricional e inocuidad en la producción de fertilizantes orgánicos fermentados. Tesis de grado Magister Scientiae en Agricultura Ecológica, Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza CATIE. Turrialba. Costa Rica. 119 p.

JARAMILLO, Jorge y LEYVA, 2002. Edna. El cultivo de las crucíferas (Repollo - Brócoli - Coliflor). En: Taller de hortalizas productividad-Mercadeo. Tibaitatá, CORPOICA, 2002. 14-32p.

KOLB, E. 1975. Fisiología Veterinaria. Editorial Acribia, Zaragoza, España. Volumen 1, 243-261p,

LUNA, L. 2001. Producción, Uso y manejo de Bioestimulantes, Abonos orgánicos, acondicionadores, y biofertilizantes a partir de fuentes no convencionales. Programa nacional de transferencia de tecnología agropecuaria, PRONATA, Corpoica, Malaga, Santander. Colombia. 60p.

MARTINEZ V, R. 2002. Características de los biofertilizantes y bioestimuladores en las regiones tropicales. La Habana, CU, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt (INIFAT) 68 p.

MANTILLA, M. 2007. Evaluación de la acción de un bioinoculante sobre un cultivo de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* var. yoko ono) en período de enraizamiento. Tesis de grado Microbiólogo Agrícola y Veterinario, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. 35 – 36 p.

MÉNDEZ M. y VITERI S. 2007. Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá. En: Agronomía Colombiana 25(1), 168-175.

MOLINA. E. 2002. Fertilización foliar de cultivos frutícolas, pp. 85 – 103. En: Meléndez, G y Molina E. Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Laboratorio de Suelos y Foliare, CIA/UCR, 200 p.

MUÑOZ, F. y ORTEGA S. 1995. Respuesta de los cultivares de repollo (*Brassica oleracea* L. var. Capitata), a la fertilización química y orgánica en un suelo del Altiplano de Pasto. Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 49 p.

PACHECO, F. 2006. Lactofermentados: una alternativa en la producción de abonos líquidos fermentados. Centro nacional en agricultura orgánica del INA. Costa Rica. 15p.

RESTREPO, J. 1998. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados. Managua, Nicaragua, Simas. 151 p.

RESTREPO, J . 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. San José, Costa Rica. 155 p.

RESTREPO, J. 2002. Agricultura orgánica biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Cali, Colombia, Litocencia, 104p.

ROCA, A. 2007. Producción orgánica: un negocio creciente en línea. En Corporación para el Desarrollo de las Pymes, <http://www.corpopymes.org/?p=101>. 1 p.; consulta: Agosto 2008.

SEGURA, A. 2002. Principios y aplicaciones de fertilización foliar. En: Fertilización foliar. Principios y aplicaciones. Eds. G Meléndez; E Molina. Laboratorio de Suelos y Foliars CIA/UCR: 19–25.

Secretaria De Agricultura Y De Medio Ambiente De Nariño. 2008. Consolidado Agropecuario San Juan de Pasto. p. 80

SISSON, S. 1978. Anatomía de los animales domésticos. Edición Revolucionaria, La Habana, 469- 470p.

URIBE, J. et al. 2001. Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula en línea. En: Revista Col Cienc Pec 14(2):7-14,http://www.rccp.udea.edu.co/v_anteriores/14-2/pdf/14-2-8.pdf; consulta: Agosto 2008.

UOZUMI, M. 2002. Pensamiento sobre agricultura orgánica: guía para agricultura orgánica: desde preparación de suelo hasta la comida. Grupo de agricultura orgánica en Japón. Tokio, JP. 352 p.

VITERI, S. 2002. Selección de cultivos de cobertura con potencial para el desarrollo agrícola sostenible en el municipio de Samacá, Boyacá. Tesis de Maestría en Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. 150 p.