

**EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS PROVENIENTES DE RESIDUOS DE  
COSECHA Y PLAZAS DE MERCADO DE LA CIUDAD DE POPAYÁN UTILIZANDO  
COMO INDICADORES PLANTAS DE LECHUGA(*Lactuca sativa*) Y  
REPOLLO(*Brassica oleracea*)**



**JUAN MANUEL MUÑOZ CUELLAR  
JAVIER ANDRÉS MUÑOZ PÉREZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2012**

**EVALUACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS PROVENIENTES DE RESIDUOS DE  
COSECHA Y PLAZAS DE MERCADO DE LA CIUDAD DE POPAYÁN UTILIZANDO  
COMO INDICADORES PLANTAS DE LECHUGA(*Lactuca sativa*) Y  
REPOLLO(*Brassica oleracea*)**

**JUAN MANUEL MUÑOZ CUELLAR  
JAVIER ANDRÉS MUÑOZ PÉREZ**

**Trabajo de grado en la modalidad de Investigación para optar al título de Ingenieros  
Agropecuarios**

**Directora  
I.A Mg. Sc CONSUELO MONTES ROJAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
POPAYÁN  
2012**

## **Nota de Aceptación**

El Director y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

---

**Directora**  
**I.A Mg. Sc CONSUELO MONTES**  
**ROJAS**

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

Popayán, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012

## DEDICATORIA

Doy infinitas gracias a Diosito y a la virgen de Guadalupe por darme la vida, iluminar mi camino y no desampararme nunca ¡MUCHAS GRACIAS!

A los mejores padres del mundo: DON HERNANDO MUÑOZ Y DOÑA MARIA ROCIO CUELLAR que incondicionalmente me acompañan día a día sin soltar mi mano hasta en los más difíciles momentos, gracias por su apoyo, amor, comprensión y paciencia, LOS AMO CON TODO MI CORAZÓN. Daria lo que sea por tenerte a mi lado PAPITO LINDO VER TU CARA CON UNA SONRISA Y LLENA DE ORGULLO POR ESTE TRIUNFO EN MI VIDA, pero yo se que desde el Cielo me acompañas y te sientes orgulloso de mi.

A mis hermanos Andrés, Cindy y Hernán, a mis sobrinas: Luisa María y María Paula y la mejor abuela del mundo: Tulia, gracias por el apoyo que me han brindado, por las alegrías y tristezas que hemos vivido juntos como una verdadera FAMILIA.

A Yulie Manquillo (MI NEGRA), por haberme acompañado en cada paso que di, incondicional compañía y apoyo, por haberme aguantado y aconsejado todo este tiempo.

A todos mis amigos que siempre estuvieron ahí brindándome una verdadera amistad incondicional y siempre con los buenos ánimos y viviendo lo mejores momentos juntos, especialmente a mi compañero, colega y hermano Javier Andrés Muñoz.

Juan Manuel Muñoz Cuellar

*A Dios por todo lo que me ha dado, por ser mi guía, porque todo lo hiciste posible, por estar conmigo cuando más te necesitaba y porque nunca me dejaste a la deriva.*

*A mis padres Guillermo y María Lidia por su infinito amor, su apoyo incondicional, sus consejos, sus oraciones, por apoyarme siempre, por su gran esfuerzo y sacrificio para que hoy este sueño sea parte de mi realidad.  
Mi triunfo es el de ustedes, ¡los amo!*

*A mi abuelo Alonso, mi hermanito y mi tío Alex quien siempre me motivó a seguir adelante y que desde el cielo, me cuidan, me acompañan y me guían por el mejor camino.*

*A todos mis familiares que creyeron en mi, por darme valor moral y ser una fuente de ánimo inagotable.*

*A mis amigos por su comprensión, ayuda incondicional y por estar ahí en todo momento en especial a mi colega Juan Manuel, con quien tengo el privilegio de compartir esta tesis.*

*A ellos les doy las gracias y les dedico este logro.*

Javier Andrés Muñoz Pérez

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y su personal docente, por todos los conocimientos técnicos y profesionales impartidos en sus aulas.

A nuestra directora Consuelo Montes por su apoyo, paciencia, colaboración y asesoría en el desarrollo de este trabajo.

A la UMATA, la Hacienda El Troje y a Andrés Ordoñez administrador de la Finca La Sultana por su aporte de las materias primas para lograr cumplir con el objetivo de esta investigación.

Al grupo de agroquímica de la Universidad del Cauca, a su directora Isabel Bravo y a sus estudiantes Ghissel Sánchez Meza, Yuly Artunduaga Narváez, Adriana López Gómez y Cristian Samboní integrantes del grupo de Agroquímica

A la docente del SENA María del Socorro Anaya Flórez por su colaboración, tiempo y conocimientos que nos facilitaron la interpretación de los resultados obtenidos.

Al docente Iván Paz, Sandra Morales Y José Luis Hoyos por su colaboración en el desarrollo de esta investigación.

A nuestros amigos y compañeros, por todos los momentos vividos, por la amistad y hermandad que hemos cultivado durante el recorrido del camino universitario.

En fin, a todas aquellas personas que de una u otra forma, y de manera desinteresada, nos brindaron toda la ayuda necesaria con la finalidad de lograr el desarrollo de un buen trabajo.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. MARCO TEÓRICO	19
1.1 AGRICULTURA ORGÁNICA	19
1.2 ABONOS ORGÁNICOS	19
1.3 CONTENIDO DE NUTRIENTES EN EL BIOABONO	19
1.3.1 Elementos mayores	19
1.3.1.1 Nitrógeno	20
1.3.1.2 Fósforo y Potasio	20
1.3.2 Elementos menores	20
1.3.2.1 Boro	20
1.3.2.2 Cobre	20
1.3.2.3 Zinc	21
1.3.2.4 Calcio	21
1.3.2.5 Magnesio	21
1.3.2.6 Azufre	21
1.4 BENEFICIOS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	21
1.5 RESPUESTA DE LOS CULTIVOS AL USO DE ABONOS ORGÁNICOS	22
1.6 CLASES DE ABONOS ORGÁNICOS	23
1.6.1 Compostaje	23
1.6.2 Bocashi	23
1.6.3 Lombricompost	23

	pág.
1.6.4 Abonos orgánicos foliares o biofermentos	24
1.7 LECHUGA ( <i>Lactuca sativa</i> )	24
1.7.1 Botánica	24
1.7.2 Variedades	24
1.7.2.1 Romanas	25
1.7.2.2 Acogolladas	25
1.7.2.3 De hojas sueltas	25
1.7.2.4 Espárrago	25
1.7.3 Ecología del cultivo	25
1.7.4 Aspectos de producción	26
1.7.5 Manejo del cultivo	26
1.7.6 Plagas	27
1.7.6.1 Cortador nochero ( <i>Agrotis</i> spp.), Gusano cogollero ( <i>Spodoptera</i> spp.), Falso medidor ( <i>Trichoplusia ni</i> )	27
1.7.6.2 Minador de la hoja ( <i>Liriomyza sativae</i> )	27
1.7.6.3 Quemadura en los extremos o de las puntas	27
1.7.6.4 Sclerotinia ( <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> )	27
1.7.6.5 Mildiú vellosa ( <i>Bremia lactucae</i> )	28
1.7.6.6 Mancha de la hoja ( <i>Alternaria</i> spp.)	28
1.7.6.7 Cercosporio ( <i>Cercospora longissima</i> )	28
1.7.8 Cosecha	28
1.8 REPOLLO ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Capitata</i> )	28
1.8.1 Botánica	28

1.8.2 Variedades	29
	Pág.
1.8.3 Ecología del cultivo	29
1.8.4 Aspectos de producción	30
1.8.5 Manejo del cultivo	31
1.8.6 Plagas del repollo	32
1.8.6.1 Minador de hojas ( <i>Liriomyza trifolii</i> Burg)	32
1.8.6.2 Mosca del repollo ( <i>Chorthophilla brassicae</i> Bouche)	32
1.8.6.3 Mariposa blanca ( <i>Pieris brassicae</i> L.)	32
1.8.6.4 Polilla de las crucíferas ( <i>Plutella xylostella</i> L.)	32
1.8.6.5 Gusanos cortadores ( <i>Agrotis</i> sp)	32
1.8.6.6 Mildiu de las crucíferas ( <i>Peronospora brassicae</i> Gaumann)	32
1.8.6.7 Mal de talluelo ( <i>Rhizoctonia solani</i> ) y ( <i>Pythium</i> sp.)	33
1.8.7 Cosecha	33
1.9 CALDO SULFOCALCICO	33
1.9.1 Componentes del caldo sulfocálcico	33
1.9.2 Preparación del caldo sulfocálcico	33
1.9.3 Aplicación	33
1.10 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS	34
2. METODOLOGÍA	34
2.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	34
2.2 CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DE LA ZONA	34
2.3 ACTIVIDADES	34
2.3.1. Recolección de residuos de galería, selección, pesaje del material recolectado y producción de compost	34



	Pág.
2.3.2 Recolección de residuos de unidades productivas de café y producción del compost	34
2.3.3. Preparación del compost	36
2.3.3.1 Compost proveniente de las fincas cafeteras	36
2.3.3.2 Compost proveniente de residuos orgánicos de galerías de Popayán	36
2.3.4. Análisis del compost	38
2.3.5 Preparación de semilleros	38
2.3.6 Selección y preparación del lote de siembra	38
2.3.7 Muestra inicial de suelo para su análisis	38
2.3.8 Montaje de los tratamientos	40
2.3.9 Aplicación de la primera dosis de compost	41
2.3.10 Trasplante de lechuga y repollo de semilleros a campo	41
2.3.11 Prácticas culturales	42
2.3.12 Aplicación de la segunda dosis de compost	42
2.3.13 Evaluación de producción	42
2.4 VARIABLES A EVALUAR	42
2.4.1 Peso de cabeza de lechuga y repollo	42
2.4.2 Calidad sanitaria	43
2.4.3 Análisis de abonos orgánicos	43
2.4.5 Análisis microbiológico	43
2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
3.1 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE UNIDADES PRODUCTIVAS DE CAFÉ Y	44

PRODUCCIÓN DEL COMPOST	Pág.
3.2 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO, SELECCIÓN, PESAJE DEL MATERIAL RECOLECTADO Y PRODUCCIÓN DE COMPOST	44
3.3 ANÁLISIS DEL COMPOST	45
3.4 EFECTO DE LA APLICACIÓN DE COMPOST EN EL SUELO	46
3.5 COMPARACIÓN DE LOS DOS COMPOST UTILIZANDO COMO INDICADOR PLANTAS DE REPOLLO Y LECHUGA	48
3.6 CALIDAD SANITARIA	50
3.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	52
3.8 PROPUESTA DE MANEJO RENTABLE DE RESIDUOS DE GALERÍA Y COSECHA	52
4. CONCLUSIONES	55
5. RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	61

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Agentes parasitarios asociados a enfermedades transmitidas por alimentos	34
Cuadro 2. Asignación de tratamientos dentro del esquema experimental	40
Cuadro 3. Análisis físico - químico de compost proveniente de finca cafetera y plazas de mercados, utilizados en el presente ensayo	46
Cuadro 4. Análisis de suelos antes y después de aplicación de abonos orgánicos y análisis de los abonos orgánicos utilizados en este ensayo	47
Cuadro 5. Peso promedio para lechuga y repollo	49
Cuadro 6. Análisis de varianza (ANAVA $\alpha = 0,05$ ) para peso de lechuga	49
Cuadro 7. Análisis de varianza (ANAVA $\alpha = 0,05$ ) para peso del repollo	49
Cuadro 8. Prueba de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para el peso de la lechuga	49
Cuadro 9. Prueba de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para el peso del repollo	50
Cuadro 10. Resultado del análisis microbiológico del repollo	52

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Recolección de, a) pulpa café, b) troncho de plátano.	36
Figura 2. Pila de compost. a) elaboración pila, b) compost maduro	37
Figura 3. Residuos de plazas de mercado. a) muestra de 100 kg, b) residuos de platano, c) residuos de frutas, d) residuos de hortalizas, e) residuos de maíz, f) residuos de aguacate y materiales pequeños.	37
Figura 4. Pila de residuos de plazas de mercado. a) elaboración pila, b) compost maduro	38
Figura 5. Preparación de semilleros. a) mezcla del sustrato, b) siembra, c) y d) emergencia de semillas	39
Figura 6. Preparación del terreno. a) picado del terreno, b) encamado	39
Figura 7. Toma de muestra de suelo. a) toma muestra, b) muestra para laboratorio	40
Figura 8. Aplicación de compost. a) pesaje, b) y c) aplicación de compost al sitio	41
Figura 9. Trasplante de plantas. a) y b) plantas trasplantadas de lechuga y repollo	41
Figura 10. Prácticas culturales. a) preparación sulfocálcico, b) aplicación en campo	42
Figura 11. Evaluación de producción. a) y b) plantas para cosecha lechuga y repollo	42
Figura 12. Compost de residuos de finca cafetera. a) compost maduro, b) empacado	44
Figura 13. Compost proveniente de plazas de mercado. a) compost maduro, b) empacado	44
Figura 14. Calidad sanitaria al momento de la cosecha. a) lechuga, b) repollo	51
Figura 15. Propuesta de recolección de residuos sólidos	54

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Peso promedio de la lechuga para el tratamiento de finca cafetera.	61
Anexo B. Peso promedio de la lechuga para el tratamiento de plazas de mercado.	62
Anexo C. Peso promedio de la lechuga para el tratamiento testigo.	63
Anexo D. Peso promedio del repollo para el tratamiento de fincas cafeteras.	64
Anexo E. Peso promedio del repollo para el tratamiento de plazas de mercado.	65
Anexo F. Peso promedio del repollo para el tratamiento testigo.	66
Anexo G. Análisis inicial de suelos.	67
Anexo H. Análisis final de suelos para las parcelas donde se aplico compost de finca cafetera.	68
Anexo I. Análisis final de suelos para las parcelas donde se aplico compost de plazas de mercado.	69
Anexo J. Análisis final de suelos para las parcelas donde no se aplico ningún tipo de compost.	70
Anexo K. Resultado microbiológico del repollo sembrado en las parcelas donde se aplico compost de finca cafetera.	71
Anexo L. Resultado microbiológico del repollo sembrado en las parcelas donde se aplico compost de plazas de mercado.	72
Anexo M. Resultado microbiológico del repollo sembrado en las parcelas donde no se aplico ningún tipo de compost.	73
Anexo N. Resultado del análisis físico y químico de las muestras de los compostajes.	74

## GLOSARIO

**ACTIVIDAD MICROBIANA:** Es el reflejo de óptimas condiciones físicas y químicas que permitan el desarrollo de los procesos metabólicos de bacterias, hongos, algas y actinomicetos y de su acción sobre los sustratos orgánicos.

**BIOCONTROL:** Utilización de microorganismos antagonistas para el control de enfermedades, entendiéndose por antagonistas, aquellos organismos que interfieren en la supervivencia o desarrollo de los patógenos.

**BROZA DE CAFÉ:** Pulpa de café.

**CAPACIDAD TAMPÓN:** La capacidad tampón consiste en la facultad que presenta el agua en mantener constante el nivel de pH al añadirse ácidos o bases. Un tampón o buffer, por lo general, radica en sales solubles en agua que son producto resultante de la reacción entre un ácido débil y una base fuerte.

**COMPOST:** Un compost es una mezcla de materiales orgánicos (estiércoles de animales, residuos de cosecha y residuos de basuras domésticas), de tal manera que fomenten su degradación y descomposición de residuos orgánicos por la acción microbiana, cambiando la estructura molecular de los mismos. El producto final se usa para fertilizar y enriquecer la tierra de los cultivos.

**COMPUESTOS NITROGENADOS:** Compuesto nitrogenado, es aquel que posea en su molécula 1 átomo de nitrógeno por lo menos.

**FUERZA DE COHESIÓN:** Es la atracción entre moléculas que mantiene unidas las partículas de una sustancia.

**HIBRIDO:** Organismo vivo procedente del cruce de dos organismos de razas, especies o subespecies distintas o de cualidades diferentes.

**HUMUS:** Sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos (hongos y bacterias).

**INCIDENCIA:** Número de plantas con individuos de la plaga o visiblemente enfermas, sobre el total de plantas evaluadas (porcentaje).

**INDEHISCENTES:** Fruto cuya cubierta no se abre espontáneamente cuando madura para liberar las semillas.

**NUTRICIÓN VEGETAL:** Es el conjunto de procesos mediante los cuales los vegetales toman sustancias del exterior y las transforman en materia propia y energía.

**PATÓGENOS:** Un patógeno o agente biológico es aquel que es capaz de producir algún tipo de daño o enfermedad en la planta.

**RECICLAJE DE NUTRIENTES:** Es la transferencia de nutrientes, que ya existen en el sistema suelo - planta, de un componente a otro, por ejemplo la liberación de nitrógeno de la materia orgánica del suelo, como amonio o nitrato, y su absorción posterior por las plantas.

**RESISTENCIA:** La capacidad de una planta para restringir el crecimiento y desarrollo de una plaga específica que la afecte.

**SEVERIDAD:** Número de individuos de la plaga por planta evaluada y, para el caso de enfermedades, es el porcentaje de la superficie de la planta afectada, en relación a la superficie total.

**UNISEMINADOS:** Llamados mericarpios, en los que se desarticula un fruto pluricarpelar derivado de un ovario supero, como en las familias de las boragináceas y labiadas.

## RESUMEN

Este trabajo se realizó en la Facultad de Ciencias agropecuarias de la Universidad del Cauca, sede las Guacas, al nororiente del municipio de Popayán, Vereda Lame, a 2° 29' latitud norte y 76° 33' longitud oeste a una altura de 1900 msnm; temperatura ambiente promedio 19°C, precipitación 2000 mm/año, humedad relativa 80%. con el objeto de evaluar el efecto de compost proveniente de finca cafetera (CFC) y residuos de plazas de mercado (CPM) de la ciudad de Popayán, utilizando como indicadores plantas de repollo y lechuga, con el fin de proponer un manejo rentable de residuos de plazas de mercado y cosecha. Utilizando un diseño completamente al azar con tres tratamientos ( $T_0$ ,  $T_1$  y  $T_2$ ) y tres repeticiones, donde  $T_0$ : testigo, sin abono ni fertilización,  $T_1$ : aplicación de compost obtenido a partir de cascarilla de café, troncho de plátano y gallinaza y  $T_2$ : aplicación de compost obtenido a partir de residuos de plazas de mercado; con una frecuencia de aplicación de los compost al momento del trasplante (lechuga y repollo) y a mitad del ciclo (repollo).

Las variables evaluadas para el estudio fueron el análisis del compost, el efecto del compost en el suelo, el peso de lechuga y cabeza del repollo, la calidad sanitaria, y el análisis microbiológico. Los resultados de las pruebas físico-químicas realizadas a los dos tipos de compost CFC y CPM, muestran que en su mayoría cumplen con los límites establecidos por la norma NTC 5167 que establece los requisitos que deben cumplir los compuestos orgánicos usados como abonos o fertilizantes. Asimismo se encontró que la aplicación de compost al suelo generó un efecto positivo sobre el pH, el contenido de M.O y la CIC, que son propiedades del suelo que mejoran la disponibilidad de nutrientes para los cultivos.

El cultivo de lechuga respondió mejor a la aplicación de CFC y el repollo a la aplicación de CPM, lo cual se debe a que cada compostaje aporta nutrientes diferentes y la planta tiene requerimientos nutricionales distintos.

A pesar de que hubo presencia de plagas durante el ciclo de los cultivos, su efecto no ocasionó pérdida económica superior al 5%. Además las muestras analizadas de repollo cumplen con los parámetros establecidos por el INVIMA para el control y vigilancia de la calidad de productos alimenticios, indicando que es un producto libre de microorganismos que puedan afectar la salud humana.

**Palabras claves:** compost de finca cafetera, compost de plazas de mercado, NTC 5167, INVIMA.





## ABSTRACT

This work was performed at the Faculty of Agricultural Sciences at the University of Cauca, Las Guacas headquarters, to the northeast of the city of Popayan, Vereda Lame, 2 ° 29 'north latitude and 76 ° 33' west longitude at an altitude of 1900 m , average temperature 19 ° C, precipitation 2000 mm / year, 80% relative humidity. in order to evaluate the effect of compost from coffee farm (CFC) and marketplaces residues (CPM) of the city of Popayan, using as indicators of cabbage and lettuce plants, in order to propose a cost-effective waste management of market places and harvest. Using a completely randomized design with three treatments (T0, T1 and T2) and three replicates, where T0: control without fertilizer or manure T1: application of compost from coffee husk, stalk of bananas and chicken and T2 : application of compost from waste market places, with a frequency of application of compost at transplant (lettuce and cabbage) and midcycle (cabbage).

The variables evaluated in the study included analysis of compost, the effect of compost into the soil, the weight of head lettuce and cabbage, sanitary quality and microbiological analysis. The results of the tests performed physicochemical both types of compost CFC and CPM, show that most meet the limits set by the NTC 5167 which establishes the requirements for organic compounds used as fertilizers or fertilizers. It was also found that the application of compost to the soil generated a positive effect on pH, OM content and CEC, which are properties that enhance soil nutrient availability for crops.

The cultivation of lettuce responded better to the application of CFC and cabbage CPM implementation, which is that each provides different nutrients and composting plant has different nutritional requirements.

Although pests were present during the cultivation cycle, the effect did not cause economic loss than 5%. Besides cabbage samples tested meet the parameters set by the INVIMA for control and monitoring of the quality of food products, indicating that a product is free of microorganisms that may affect human health.

**Keywords:** coffee farm compost, compost marketplaces, NTC 5167, INVIMA.

## INTRODUCCIÓN

Hacia los años 50, como una posible solución al aumento de la población mundial se presentó la revolución verde (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2011), que tenía como fin incrementar la producción de alimentos por planta con el uso de tecnología; se crearon nuevos cultivares genéticamente superiores, los cuales producían más que aquellos cultivos tradicionales, con el inconveniente de ser dependientes del hombre y del uso de productos químicos para mantener dichos rendimientos (León y Rodríguez, 2002).

La ampliación de la frontera urbana, sin planificación y sin ordenamiento territorial, sumado al crecimiento industrial y la modificación de patrones de consumo, han originado un incremento en la generación de residuos sólidos (Castillo, 2006). Sumado a esto el establecimiento de grandes áreas de monocultivos y el uso de agroquímicos para la producción con materiales mejorados, como solución a los problemas de pobreza y hambre del mundo, han causado cambios en los cultivos tradicionales pasando a cultivos mejorados, con el objetivo de obtener alta productividad. Dichos cultivos se hicieron cada vez más vulnerables al ataque de plagas, debido a que éstas desarrollaron resistencia al uso de determinados agroquímicos (León y Rodríguez, 2002) haciendo que los agricultores utilicen productos cada vez más tóxicos, los cuales han deteriorado el medio ambiente (contaminación de aguas, pérdida de la biodiversidad de la fauna y flora del ecosistema, de la fertilidad y estructura del suelo, entre otros).

Además bien sea por desconocimiento o por falta de orientación, los agricultores no utilizan los medios que la misma finca les brinda para producir; hoy en día se busca tener una agricultura limpia, la cual se logra mediante la utilización de productos naturales y biodegradables que no alteran el medio ambiente.

El aprovechamiento de los residuos o el denominado reciclaje, ha ganado importancia a nivel mundial (Castillo, 2006), una forma de obtenerlos es mediante el aprovechamiento de los restos de cosecha y aquellos residuos sólidos provenientes del sector urbano, como residuos de plazas de mercado. Es por ello que el propósito de este estudio fue evaluar abonos orgánicos provenientes de residuos de cosecha y plazas de mercado de la ciudad de Popayán, utilizando como indicadores plantas de repollo y lechuga, con el fin de proponer un manejo rentable de residuos de plaza de mercado y cosecha.

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 AGRICULTURA ORGÁNICA

La finalidad de la agricultura orgánica es producir alimentos para consumo humano libres de trazas de moléculas sintéticas tóxicas y que las cosechas tengan color, sabor, aroma y el valor nutricional propio de cada alimento (García, 2005). En la agricultura orgánica son muy importantes las asociaciones de cultivos y la siembra de abonos verdes para mantener biodiversidad y suelo cubierto; los animales y plantas son los mejores indicadores de las características del suelo, dado que un suelo sano, dinámico y vivo mantiene plantas y cultivos vigorosos, abundantes y frondosos, que se convierten en alimento de calidad para animales y humanos.

La agricultura orgánica no se refiere únicamente al hecho de fertilizar el suelo con abonos orgánicos (composta, fermento, lombricompost, entre otros), sino que conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en la mentalidad de cada uno, el querer, creer y cambiar (Félix *et al.*, 2008).

### 1.2 ABONOS ORGÁNICOS

Los abonos orgánicos son productos resultantes de la descomposición biológica de la materia orgánica, que al ser incorporados al suelo mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas, lo cual se refleja en un incremento de su capacidad productiva (Blanco, 2006).

Los abonos orgánicos se pueden elaborar a partir de diferentes tipos de materiales vegetales o animales, dependiendo de su uso final. Su calidad nutricional no se mide solamente por su capacidad de aporte directo, sino por la potencialidad de promover los nutrientes del suelo, asimilados por las plantas a través del sistema radicular para llevar a cabo las funciones y desarrollar todas las etapas de su ciclo.

### 1.3 CONTENIDO DE NUTRIENTES EN EL BIOABONO

Un buen compost o cualquier otro bioabono debe mantener una relación C/N determinada; más exactamente, la proporción en peso entre el C y N puede oscilar de 10-20:1. El bioabono sólido contiene la totalidad de elementos mayores y gran parte de oligoelementos.

**1.3.1 Elementos mayores.** Son los elementos que las plantas consumen en mayor cantidad como nitrógeno, fósforo y potasio (García, 2005).

**1.3.1.1 Nitrógeno.** En un abono orgánico, el nitrógeno proviene del estiércol y los compuestos nitrogenados que lleguen a la pila de descomposición; allí es transformado por los microorganismos en moléculas asimilables para las plantas ( $\text{NH}_4^+$  amoníaco,  $\text{NO}_3^-$  nitrato y  $\text{NO}_2^-$  nitrito); la mayor parte del nitrógeno que llega a la planta es tomado del aire atmosférico y edáfico por las bacterias nitrificantes nitrosomona y nitrobacter, entre otras.

El nitrógeno forma parte del proceso de fotosíntesis que genera el color verde de las plantas, aumenta el contenido de proteínas en los productos de las cosechas alimenticias y es nutrimento de los microorganismos del suelo que actúan en la descomposición de la materia orgánica (García, 2005).

**1.3.1.2 Fósforo y Potasio.** Son agregados al abono orgánico en forma de ceniza; provienen de minerales de fuentes naturales como la roca fosfórica. Son indispensables en la nutrición vegetal, porque el fósforo estimula el desarrollo de las raíces y, por consiguiente, el aéreo de la planta; acelera la maduración; es indispensable en la formación de semillas y transmisión de caracteres hereditarios; participa en reacciones de fosforilación (transporte de energía), fotosíntesis, respiración y en la síntesis de carbohidratos. El fósforo es tomado por la planta en forma de ión monofosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) o ión difosfato ( $\text{HPO}_4^-$ ) (García, 2005).

La forma disponible de potasio en el suelo es como ión potasio ( $\text{K}^+$ ). En la planta, ayuda en la producción de proteínas; imparte vigor y resistencia a enfermedades; da carácter de turgencia a las hojas; es esencial en la producción de azúcares, almidones y aceites; neutraliza fisiológicamente los ácidos orgánicos y regula la actividad de varios elementos minerales, especialmente el nitrógeno (García, 2005).

**1.3.2 Elementos menores.** Son aquellos que las plantas consumen en menor cantidad para vivir y producir buenas cosechas; entre ellos están: boro, cobre, zinc, calcio, magnesio, azufre, manganeso, hierro, molibdeno, silicio, entre otros; son indispensables en el desarrollo y producción de los vegetales (García, 2005).

**1.3.2.1 Boro.** Asociado con la utilización de Ca, N, P y carbohidratos, promueve el crecimiento de las partes terminales de la planta, es esencial para la formación del tubo polínico. Su deficiencia produce amarillamiento de las hojas nuevas que no crecen y mueren. Los tejidos de crecimiento se rompen y degeneran formando grietas: las venas principales se agrietan y decoloran; debajo de las hojas salen brotes que luego mueren, dando a la planta muchas ramificaciones y entrenudos cortos (García, 2005).

**1.3.2.2 Cobre.** Actúa con el Mg y Zn para movilizar nutrientes, mantiene el equilibrio del N, participa en la formación de proteínas como cofactor enzimático y ayuda a la formación de las raíces; su deficiencia es común en suelos orgánicos de páramo y genera que las hojas superiores pierden turgencia, rigidez y se marchiten (García, 2005).

**1.3.2.3 Zinc.** Es un elemento indispensable en la formación de la clorofila. Es componente de varias enzimas, entre ellas las que generan el crecimiento; interviene en la utilización de agua y nutrientes; sus funciones se asocian con las del Fe, Cu y Mn; debe estar en equilibrio con el P y su deficiencia acorta brotes y cogollos, los que se vuelven arrocetados; las hojas se amarillan y aparecen manchas de tejido muerto, a veces rodeadas de un halo más pálido (García, 2005).

**1.3.2.4 Calcio.** Forma parte de los compuestos que constituyen las paredes de la célula; ejerce efecto neutralizador de los desechos orgánicos de la planta; influye en la utilización del Mg, K, B y el movimiento de alimentos producidos en las hojas. Cuando hay deficiencias de calcio se detiene el crecimiento, no se desarrollan las hojas nuevas, las hojas apicales se enroscan y comienzan a secarse las puntas y los bordes (García, 2005).

**1.3.2.5 Magnesio.** Forma la molécula de clorofila, pigmento verde que recoge la energía del sol para formar sustancias nutritivas en la planta; ayuda a la utilización del P. Las hojas se amarillan en los tejidos intervenales y las venas permanecen color verde cuando hay deficiencia de magnesio (García, 2005).

**1.3.2.6 Azufre.** Forma parte de las proteínas, especialmente de las que tienen en su composición aminoácidos como: metionina, cisteína y cistina; ayuda a mantener el color verde en las plantas; estimula el crecimiento y producción de semillas; estimula la producción de azúcares libres en la planta; es requerido para la síntesis de ácido sulfúrico. El azufre tiene poder tampón, es decir, hace neutro lo ácido o lo básico; su deficiencia detiene el crecimiento, las hojas se vuelven amarillas y se doblan hacia abajo, los tallos se tornan lechosos y se detiene el desarrollo de la raíz (García, 2005).

## **1.4 BENEFICIOS DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA**

La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, mejora la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables, con lo que mejora su permeabilidad, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y la disminuye en suelos arcillosos (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Bollo, 1999; Tan y Nopamombodi, 1979, Bellapart, 1996; citados por Félix *et al.*, 2008); mejoran la retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua (Bellapart, 1996; Bollo, 1999; Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996 citados por Félix *et al.*, 2008); estimulan el desarrollo de plantas (Tan y Nopamombodi, 1979; Hartwigsen y Evans, 2000; citados por Félix *et al.*, 2008); mejoran y regulan la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial (Bollo, 1999; citado por Félix *et al.*, 2008); elevan la capacidad tampón de los suelos (Landeros, 1993; Bollo, 1999; citados por Félix *et al.*, 2008); su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta (Landeros, 1993; Bollo, 1999; Tisdale y Nelson, 2001; citados por Félix *et al.*, 2008); el humus aporta elementos minerales en bajas cantidades y es una importante fuente de carbono para los

microorganismos del suelo (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Bellapart, 1996; Bollo, 1999; citados por Félix *et al.*, 2008).

Dos de los componentes importantes en la materia orgánica son los ácidos húmicos y fúlvicos, responsables de muchas de las mejoras que ejerce el humus (Tisdale y Nelson, 2001, citados por Félix *et al.*, 2008). Las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al formar complejos arcilla-húmicos (Landeros, 1993; Guerrero, 1999; Tisdale y Nelson, 2001 citados por Félix *et al.*, 2008), forman complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en un estado asimilable por la planta (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Chen *et al.*, 2001 citados por Félix *et al.*, 2008). También es importante reconocer que el humus favorece el desarrollo normal de cadenas tróficas en el suelo (Bollo, 1999 citado por Félix *et al.*, 2008).

Otro beneficio de la materia orgánica humificada es su potencial para controlar poblaciones de patógenos del suelo (Hadar y Mandelbaum, 1992; Hoitink *et al.*, 1991). Entre las bacterias y hongos aislados con actividad antagónica sobre patógenos del suelo se encuentran los siguientes géneros de bacterias y hongos: *Bacillus* spp., *Enterobacter* spp., *Flavobacterium balustinum*, *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp.; *Trichoderma* spp., *Gliocadium virens*, *Penicillium* spp., entre otros (Bollo, 1999 citado por Félix *et al.*, 2008).

La naturaleza de la materia orgánica utilizada y la densidad de inóculo del patógeno existente en el suelo, son factores que pueden influir sobre el nivel de control de la enfermedad alcanzable por la composta. Por otro lado, los agentes de biocontrol inhiben o matan a los patógenos en la composta madura y por lo tanto inducen la supresión de la enfermedad. Los agentes de biocontrol en la composta pueden inducir la resistencia sistémica adquirida a los patógenos foliares (Fernández, Vega y López, 2005, citados por Félix *et al.*, 2008).

## **1.5 RESPUESTA DE LOS CULTIVOS AL USO DE ABONOS ORGÁNICOS**

La mayoría de los cultivos muestra una clara respuesta a la aplicación de los abonos orgánicos, de manera más evidente bajo condiciones de temporal y en suelos sometidos al cultivo de manera tradicional y prolongada. No en vano, los abonos orgánicos están considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrientes que las plantas necesitan para su desarrollo. Es cierto que, en comparación con los fertilizantes químicos, contienen bajas cantidades de nutrientes; sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos es más constante durante el desarrollo del cultivo por la mineralización gradual a que están sometidos (Trinidad, 2000).

En los ensayos tradicionales de la aplicación de abonos orgánicos, se han reportado respuestas superiores con éstos, que con la aplicación de fertilizantes químicos que aporten cantidades equivalentes de nitrógeno y fósforo; éste es, en resumen, el efecto

conjunto de factores favorables que proporcionan los abonos orgánicos al suelo directamente y de manera indirecta a los cultivos (Trinidad, 2000).

Los abonos orgánicos deben considerarse como una opción para la sostenibilidad del recurso suelo; su uso permite aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos, es decir, apoya el desarrollo del sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva sin el uso de insumos de síntesis comercial. Los productos obtenidos bajo este sistema de agricultura consideran un sobreprecio por su mejor calidad nutritiva e inexistencia de contaminantes nocivos para la salud (Trinidad, 2000).

## **1.6 CLASES DE ABONOS ORGÁNICOS**

Entre las distintas clases de abonos orgánicos se encuentran: compostajes, abonos fermentados (tipo bocashi), líquidos y verdes, humus producido con la lombriz de tierra y vermicompuestos.

**1.6.1 Compostaje.** Es un proceso biológico en donde organismos saprofitos transforman materiales orgánicos en un producto con apariencia de suelo, denominado compost (García, 2005).

Este abono es la descomposición de la materia orgánica, es decir, mezcla de los desechos animales y vegetales que pasan por un proceso de putrefacción, fermentación y descomposición, como estiércol (excrementos animales domésticos como aves, caballos, vacunos, cerdos y lanares) con tramos, ramas, hojas o residuos de cosechas y desechos caseros biodegradables (cartón, desperdicios de cocina, aserrín etc.). Este es un proceso lento en sus primeras etapas, en las que se aumenta la temperatura debido a la ganancia de O<sub>2</sub>. Al compost maduro también se le denomina tierra nueva por sus características químicas, físicas y biológicas, que le otorgan un olor a bosque fresco (García, 2005)

**1.6.2 Bocashi.** El bocashi es un sistema de preparación de abono orgánico de origen japonés, que puede requerir no más de 10 o 15 días para estar listo para su aplicación; sin embargo, es mejor si se aplica después de los 25 días, para dar tiempo a que sufra un proceso de maduración. Bocashi significa fermento suave, que se considera provechoso porque sale rápido; utiliza diversos materiales en cantidades adecuadas para obtener un producto equilibrado y se obtiene de un proceso de fermentación. Como desventajas se puede mencionar que varios de sus componentes son difíciles de conseguir en muchas fincas y no conviene crear dependencia externa para hacer abonos orgánicos (CEDECO, 2005).

**1.6.3 Lombricompost.** El uso de lombrices es muy apropiado para acelerar la descomposición de los materiales orgánicos, ya que ellas trabajan día y noche logrando



procesar una cantidad igual a su peso por día. Una lombriz promedio pesa un gramo y así no parece gran cosa, pero si se tienen 10.000 lombrices es como estar fabricando 10 kilos por día que en un año equivalen a 3650 kilos, es decir, 3.6 toneladas. Por el fácil manejo y la alta reproducción de la lombriz, es una actividad factible de ser practicada por cualquier agricultor. El abono de lombriz es muy rico en vida microbiana, la que es básica para la relación suelo-planta; además las lombrices ayudan a neutralizar el pH del suelo y hacen que los elementos nutritivos se solubilicen. El nitrógeno y el fósforo están siete veces más disponibles, el potasio 11, el calcio dos y el magnesio seis veces más disponible en el lombricompost que en la materia prima (CEDECO, 2005).

**1.6.4 Abonos orgánicos foliares o biofermentos.** Estos abonos, a diferencia de los anteriores, son líquidos; requieren mucho menos mano de obra, además se pueden hacer en grandes volúmenes y a su vez, se diluyen para su aplicación en una proporción del 4 al 10%, lo que los hace mucho más baratos. Se obtienen mediante la biofermentación, en un medio líquido, de estiércoles de animales, principalmente vacuno, hojas de plantas y frutas, con estimulantes como leche, suero, melaza, jugo de caña, jugo de frutas o levaduras, dependiendo del tipo de biofermento a elaborar. Pueden ser aeróbicos o anaeróbicos y su aplicación podría hacerse directamente sobre las plantas, sobre los suelos si tienen cobertura, o sobre aboneras. Por el proceso de biofermentación, los abonos orgánicos además de nutrientes aportan vitaminas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antibióticos y una gran riqueza microbiana que contribuye a equilibrar dinámicamente el suelo y la planta, haciéndose ésta resistente a insectos dañinos y a enfermedades (CEDECO, 2005).

## **1.7 LECHUGA (*Lactuca sativa*)**

**1.7.1 Botánica.** La lechuga es una planta anual que pertenece a la familia *Compositae*, especie *Lactuca sativa*; presenta una gran diversidad genética; cada especie se caracteriza por sus tipos de hojas y hábitos de crecimiento (Sierra, 2005). La raíz de la lechuga no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones; el tallo es cilíndrico y ramificado; las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio, aunque en algunos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas) y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos pueden ser lisos, ondulados o aserrados.

Las flores son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos. Después de la autofecundación se producen frutos secos, indehiscentes y uniseminados llamados aquenios, de 2 a 3 mm de largo, blancos o negros, y conocidos en términos prácticos como la "semilla" de la especie, que en algunas variedades tiene un periodo de latencia después de la recolección, inducido por altas temperaturas. Muchas variedades germinan mal en los primeros dos meses después de su recolección.

**1.7.2 Variedades.** Las variedades de lechuga se pueden clasificar en los siguientes grupos botánicos:

**1.7.2.1 Romanas.** *Lactuca sativa* var. *Longifolia*, no forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes enteros y nervio central ancho; ejemplo: la Romana y la Baby.

**1.7.2.2 Acogolladas.** *Lactuca sativa* var. *Capitata*, estas lechugas forman un cogollo apretado de hojas; ejemplo: Batavia, Mantecosa o Trocadero, Iceberg.

**1.7.2.3 De hojas sueltas.** *Lactuca sativa* var. *Inybacea*, son lechugas que poseen las hojas sueltas y dispersas; ejemplo: Lollo Rossa, Red Salad Bowl, Cracarelle.

**1.7.2.4 Espárrago.** *Lactuca sativa* var. *Augustaza*, son aquéllas que se aprovechan por sus tallos, teniendo las hojas puntiagudas y lanceoladas. Se cultivan principalmente en China y la India.

**1.7.3 Ecología del cultivo.** Los factores que afectan o favorecen el crecimiento y desarrollo del cultivo son los siguientes: temperatura, altitud, humedad relativa, suelos, propagación, aspectos de producción, preparación del terreno y plantación.

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20°C. Durante la fase de crecimiento del cultivo, la lechuga exige una diferencia de temperaturas entre 14-18°C en el día y 5-8°C en la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas alrededor de los 12°C por el día y 3-5°C por la noche. Este cultivo soporta mejor las temperaturas bajas que las elevadas; como temperatura máxima puede soportar hasta los 30°C y como mínima hasta -6°C (Alzate, 2008).

El cultivo de lechuga puede adaptarse desde el nivel del mar hasta los 2800 msnm (Alzate, 2008).

De acuerdo con la humedad relativa, el sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y no soporta periodos de sequía, aunque éstos sean muy breves. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos acepta muy bien menos del 60% (Alzate, 2008).

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos humíferos (ricos en materia orgánica), la lechuga crece bien, pero si son excesivamente ácidos se hace necesario encalar. En ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello (Ferrato, 1999 citado por Alzate, 2008).

Para la plantación, se recomienda el uso de bandejas de poliestireno, sembrando en cada alveolo una semilla a 5 mm de profundidad. Una vez transcurridos 30-40 días después de la siembra, la lechuga será plantada cuando tenga 5-6 hojas verdaderas y una altura de 8 cm desde el cuello del tallo hasta las puntas de las hojas (Sierra, 2005).

**1.7.4 Aspectos de producción.** Dentro de estos aspectos se destacan: preparación del terreno y plantación.

Para la preparación del terreno, en primer lugar se procede a la nivelación del terreno, especialmente en el caso de zonas de fácil encharcamiento; luego, se realiza el surcado y por último se forman varias camas para marcar la ubicación de las plantas (Sierra, 2005).

Se recomienda cultivar lechuga después de leguminosas, cereal o barbecho; no deben cultivarse como precedentes crucíferas. Se deben mantener las parcelas libres de arvenses y restos del cultivo anterior. No deberá utilizarse el mismo terreno para más de dos ciclos con dos cultivos a lo largo de cuatro años, salvo que se realice una sola plantación por ciclo, alternando el resto del año con barbecho, cereal o leguminosas (Sierra, 2005).

La desinfección química del suelo no es recomendable, ya que se trata de un cultivo de ciclo corto y muy sensible a productos químicos, pero sí se puede utilizar la solarización en verano (Sierra, 2005).

El trasplante se realiza en camas, a una altura de 25 cm para que las plantas no estén en contacto con la humedad, además de evitar los ataques producidos por hongos (Sierra, 2005). La densidad de plantación depende de la variedad; en variedades romanas se utilizan 60000, en baby 80000 y en iceberg 80000 plantas por hectárea. Se recomienda sembrar a los cultivares de crecimiento erecto o de cabeza pequeña a 25 cm entre plantas (romana y amarilla) y los cultivares de cabeza o arrellados (americana y hoja roja) a un distanciamiento de 30 cm entre plantas (Sierra, 2005).

**1.7.5 Manejo del cultivo.** El cultivo requiere el abonado, ya que el 60-65% de los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo, por lo que su aplicación se debe suspender al menos una semana antes de la recolección (Sierra, 2005).

La lechuga es una planta exigente en abonado potásico, debiendo cuidar los aportes de este elemento especialmente en épocas de bajas temperaturas; al consumir más potasio, absorbe más magnesio, situación a tener en cuenta a la hora de equilibrar una posible deficiencia. En suelos ácidos, el nitrato amónico puede ser sustituido por nitrato de cal a razón de unos 30 gr/m<sup>2</sup>, sin superar el total de 50 gr/m<sup>2</sup>. También son comunes las aplicaciones de nitrógeno vía foliar, en forma de úrea, cuando las necesidades de nitrógeno son elevadas (Sierra, 2005).

Los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo. Se recomienda el riego por aspersión en los primeros días post-trasplante, para conseguir que las plantas se afiancen bien (Sierra, 2005).

El cultivo de lechuga extrae del suelo las siguientes cantidades de nutrientes/Ha: 70 Kg de Nitrógeno (N<sub>2</sub>), 35 Kg de Fósforo (P<sub>2</sub>) y 35 Kg de Potasio (K) (Sierra, 2005).

Siempre que las arvenses estén presentes será necesaria su eliminación, pues este cultivo no admite competencia con ellas. El control debe realizarse de manera integrada, procurando minimizar el impacto ambiental (Sierra, 2005).

Se debe tener en cuenta en el periodo próximo a la recolección, que las arvenses pueden sofocar a la lechuga, creando un ambiente propicio a la presencia de plagas que invaliden el cultivo. Además, las virosis se pueden ver favorecidas por la presencia de algunas arvenses (Sierra, 2005).

**1.7.6 Plagas.** Las plagas más importantes de este cultivo son:

**1.7.6.1 Cortador nochero (*Agrotis* spp.), Gusano cogollero (*Spodoptera* spp.), Falso medidor (*Trichoplusia ni*).** Las larvas son defoliadoras, perforan las cabezas y reducen la calidad, ya que pueden cortar las plántulas de lechuga y hojas en los primeros estados de desarrollo. Para controlar estas plagas se debe rotar cultivos, eliminar hospederos y aplicar insecticidas de contacto e ingestión como triflumuron, flubendiamide y *Bacillus thuringiensis* (Sierra, 2005).

**1.7.6.2 Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*).** En las hojas, las larvas hacen galerías en forma de espiral llamadas minas; el ataque severo provoca que se sequen y caigan. Como control se recomienda utilizar insecticidas que tengan acción translaminar y penetrante, como clorpirifos, fipronil, deltametrina o cartap (Sierra, 2005).

**1.7.6.3 Quemadura en los extremos o de las puntas.** Aparece con las altas temperaturas; es un desorden fisiológico del que no se conocen las causas específicas, pero aparentemente es debida a la transpiración excesiva después de haber ocurrido un desarrollo de tejidos nuevos. El espolvoreo con carbonato de calcio ayuda a disminuir el progreso de la enfermedad en los cultivos afectados (Sierra, 2005).

**1.7.6.4 Sclerotinia (*Sclerotium rolfsii*, *Sclerotinia sclerotiorum*).** Los síntomas comienzan con un primer marchitamiento seguido por la caída de las hojas viejas, y uno

posterior generalizado de las plantas infectadas. Para su control se recomienda el uso de fungicidas como benomil o carbendazín (Sierra, 2005).

**1.7.6.5 Mildiú vellosa (*Bremia lactucae*).** Esta enfermedad se manifiesta con manchas amarillentas en el haz de las hojas, mientras en el envés se forman los conidióforos, estructuras reproductoras, en manchas cenicientas que se vuelven de color pardo en las hojas que presentan los síntomas más avanzados. El clima frío, las temperaturas entre los 15 y 17°C y la neblina favorecen el desarrollo de la enfermedad. Sembrar cultivares tolerantes, la rotación de cultivos, la erradicación de las plantas infectadas y hospederos secundarios, el buen drenaje del suelo y la aplicación de fungicidas como propineb, propamocarb, iprovalicarb, fosetyl o mancozeb ayudan a su control (Sierra, 2005).

**1.7.6.6 Mancha de la hoja (*Alternaria* spp.).** Se observan en la hoja pequeñas manchas o puntos necróticos de color café, rodeados por un halo morado o rojizo. Se puede controlar regulando el espaciamiento entre plantas, haciendo un riego superficial, y aplicando fungicidas como propineb, carbendazín, tebuconazole, iprodione, triadimenol o prochloraz o mancozeb (Sierra, 2005).

**1.7.6.7 Cercosporio (*Cercospora longissima*).** Son pequeñas manchas aguadas, circulares irregulares, de color café oscuro a negro con puntos blancos en el centro, que pueden matar las hojas. Se controla con la rotación de cultivos, eliminación de malezas, eliminación de hospederos, buen drenaje y la utilización de mancozeb, propineb u oxiclóruo de cobre (Sierra, 2005).

**1.7.8 Cosecha.** La madurez está basada en la compactación de la cabeza: una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, una muy suelta, está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobremadura. Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobremaduras y también tienen menos problemas en poscosecha (Sierra, 2005).

Lo más frecuente es el empleo de sistemas mixtos que racionalizan la recolección, a través de los cuales solamente se cortan y acarrean las lechugas en campo, para ser confeccionadas posteriormente en almacén (Sierra, 2005). Como índice de calidad, se considera que después de eliminar las hojas exteriores, la lechuga debe presentar un color verde brillante, además de presentar las hojas crujientes y túrgidas (Sierra, 2005).

## **1.8 REPOLLO (*Brassica oleracea* var. *Capitata*)**

**1.8.1 Botánica.** Es una planta anual; el tallo no se elonga durante el primer año; tiene una raíz principal llamada pivote, de la que se deriva un sistema secundario o fasciculado para la obtención de agua y nutrientes. El 80% de las raíces se encuentra entre los 5 y 30 cm de profundidad (Jaramillo, 2005).

Los tallos son herbáceos erguidos, cortos, poco ramificados, que adquieren una consistencia leñosa. Generalmente no sobrepasan los 30 cm, de altura; debido a que el crecimiento en longitud se detiene en un estado temprano. Las hojas son alternas, simples, sin estípulas, con frecuencia lobuladas de color verde glauco o rojizas, de bordes ligeramente aserrados, forma más o menos oval. Como consecuencia de la hipertrofia de la yema vegetativa germinal y de la disposición envolvente de las hojas superiores, en su parte superior forma una cabeza compacta de hojas muy apretadas que constituye la parte comestible, que es donde la planta acumula reservas nutritivas (Jaramillo, 2005).

Las flores se forman generalmente en racimos terminales que se desarrollan a partir del tallo principal; son amarillas, hipoginas, compuestas de cuatro sépalos y cuatro pétalos. Un ovario de una flor en perfectas condiciones puede producir de 20 a 30 semillas. El fruto es una cápsula llamada silicua, la cual exhibe dehiscencia longitudinal a través de una hendidura de las paredes, a lo largo de la línea placentaria, al momento de la madurez fisiológica, que facilita la dispersión natural de las semillas (Jaramillo, 2005).

El repollo produce una semilla pequeña, con cerca de 1.58 mm de diámetro, de forma globular, superficie lisa y de tonalidades cafés en su completa madurez (Jaramillo, 2005).

**1.8.2 Variedades.** Existen numerosas variedades de repollo, las cuales se clasifican de acuerdo a la textura del follaje: pueden ser de hojas lisas o arrugadas, como el repollo blanco o morado y de hojas crespas como la col de Milán o repollo Savoy. De acuerdo a la forma de la cabeza, puede ser redonda, puntiaguda, ovalada o achatada, de diferentes consistencias o contexturas: floja, compacta o apretada y firme. Las cabezas de hojas lisas son más apretadas que los repollos de hojas arrugadas. Finalmente, por el color pueden ser verde oscuro, verde claro, verde grisáceo o morado (estas últimas por la presencia de antocianinas) (Jaramillo, 2005).

Se distinguen variedades precoces con un período vegetativo de hasta 90 días y cultivares intermedios con un período vegetativo entre 90 y 120 días. En Colombia, las variedades precoces presentan las siguientes características: color verde muy claro, hojas quebradizas y cabezas flojas que las hacen vulnerables a daños en el transporte y manipuleo, tienden a florecer más rápidamente y son menos apetecidas por el consumidor (Jaramillo, 2005).

**1.8.3 Ecología del cultivo.** Los factores que afectan o favorecen el crecimiento y desarrollo del cultivo son: la temperatura, altitud, humedad relativa, suelos, precipitación

El repollo es un cultivo adaptado a climas fríos y cálidos, con temperaturas comprendidas entre los 10 y 25°C (Segura, 2008). Bajo condiciones de confinamiento, la temperatura óptima en el suelo para la germinación de la semilla es de 25 a 30°C, emergiendo la plántula a los tres ó cuatro días de sembrada; la temperatura mínima para su germinación está alrededor de 5°C. La temperatura es el principal condicionante para el buen

crecimiento del repollo, siendo el promedio mensual óptimo de 15° a 20°C, con máximos medios de 23°C y mínimos de 4°C; a 25°C el rendimiento se puede afectar. Actualmente existen cultivares que se desarrollan bien alrededor de los 30°C (Jaramillo, 2005).

El repollo se desarrolla y produce mejor, en climas templados y frescos. En Colombia se cultiva en zonas con alturas entre 1.600 y 2.700 m.s.n.m. (Jaramillo, 2005).

El repollo es muy exigente en humedad, tanto del suelo como del ambiente. En un día caluroso, la planta transpira en promedio 4 mm. La humedad relativa alta favorece el ataque de patógenos foliares, en especial *Mycosphaerella brassicola*, que causa el síntoma conocido como ojo de sapo o mancha de anillo en las hojas envolventes. Igualmente, en épocas lluviosas, cuando hay momentos del día con alta temperatura y humedad relativa, es frecuente el ataque de *Alternaria brassicola* (Jaramillo, 2005).

El repollo se puede desarrollar en casi todo tipo de texturas de suelo, desde arenosos hasta pesados, prefiriendo aquellos con buen drenaje y contenido de materia orgánica entre medio y alto, buena retención de humedad. Se obtienen altas producciones en suelos con pH entre 5,5 y 6,5, pues en este rango hay una adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente fósforo. En las zonas frías de Colombia se cultiva en suelos con mayor acidez a la indicada y es frecuente encontrar síntomas típicos de deficiencia en fósforo y de elementos menores, lo cual disminuye sensiblemente el rendimiento y la calidad del repollo (Jaramillo, 2005).

Este cultivo se produce bien en zonas con precipitaciones de 0 a 2,300 mm de lluvia al año, sin tener ningún problema (Segura, 2008).

**1.8.4 Aspectos de producción.** Entre ellos se encuentran: la preparación del terreno y la plantación.

El cultivo requiere de suelos bien preparados, bien sea con maquinaria o a mano, lo más importante es que el suelo esté suelto y mullido. En áreas con mucha pendiente, es recomendable realizar el cultivo en eras; los surcos son adecuados para terrenos con poca pendiente y buen drenaje. Ambas siembras deben de trazarse siguiendo curvas de nivel.

La distancia entre plantas es variable y depende de diversos factores como la arquitectura de la planta, variedad o híbridos empleados, pendiente del terreno, condiciones físicas y de fertilidad del suelo, humedad relativa y luminosidad, entre otros. Igualmente, las plantaciones varían de acuerdo a las exigencias del mercado, en cuanto al tamaño y peso de las cabezas o pellas. En la elección del espaciamiento entre plantas, se debe tener en cuenta que, a menores distancias, cada cabeza tendrá menor peso, pero se obtendrá

mayor número y por lo tanto mayor rendimiento/ha. En general, a mayor distancia de siembra, mayor peso y tamaño de las cabezas o pellas (Jaramillo, 2005).

Las variedades precoces se siembran con densidades más altas que las tardías. En el caso de variedades tradicionales de coliflor y brócoli, se recomienda una distancia de siembra de 60 a 70 cm entre hileras o surcos y de 50 a 60 cm entre plantas; para el caso de los híbridos, por su porte bajo y mayor uniformidad, requieren menores distancias de siembra, siendo la distancia más apropiada de 40 cm entre plantas y de 50 cm entre surcos (Jaramillo, 2005).

### **1.8.5 Manejo del cultivo.**

El repollo responde positivamente a la aplicación de abono orgánico bien descompuesto, pues mejora la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes. A medida que el suelo es más suelto, las cantidades de abono orgánico aplicado son generalmente superiores. Se recomienda hacer su aplicación durante la etapa de preparación, para que quede incorporado antes del trasplante. Las cantidades a aplicar varían de 20 a 40 ton/ha (Sarita, 1993).

Es necesario asegurar un abundante suministro de agua durante las fases de germinación, desarrollo de plántula, al momento del trasplante y formación de cabeza. En épocas secas se hace necesario un riego por semana, que dependerá del tipo de suelo, de su capacidad de retención de humedad y su tasa infiltración. Aunque es conveniente llevar los registros de precipitación y evaporación para definir acertadamente las necesidades de riego, hay necesidad de determinar cantidad de agua y frecuencia de riego (Jaramillo, 2005). La mejor práctica para saber si se está regando bien, es el escarbar el suelo para determinar su humedad (Segura, 2008).

El análisis del suelo es un buen indicativo de la cantidad de fertilizante que se debe aplicar. El repollo es un cultivo muy exigente a la fertilización; se recomienda la aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno, fraccionado en dos aplicaciones: la mitad en el trasplante y el resto 30 días después. El fósforo se aplica a razón de 150 a 200 kg/ha, todo en la siembra. Para suplir esta cantidad, se aplican 630 kg/ha de fórmula fertilizante 10-30-10 en el trasplante y 100 kg de nitrato de amonio, 30 días después del trasplante (Jaramillo, 2005).

El control de arvenses es una práctica muy importante. Los cultivos deben estar siempre con pocas malezas, debido a que éstas no solo compiten con las plantas por agua, luz, nutrientes y espacio, sino que también son hospederas de plagas y enfermedades que pueden ocasionar daños considerables. Se puede controlar las arvenses de forma manual con azadón, o de forma química con el uso de herbicidas (Segura, 2008).



**1.8.6 Plagas del repollo.** Las plagas más importantes que afectan el cultivo de repollo son:

**1.8.6.1 Minador de hojas (*Liriomyza trifolii* Burg):** los daños los producen dípteros minadores, de color amarillo y negro. Se trata de una plaga muy polífaga y peligrosa, que labra galerías en las hojas, dentro de las cuales hacen la muda larvaria y la ninfosis. Los frutos y los tallos no se ven afectados. La plaga se maneja cuando se observan los primeros síntomas, con deltamatrina o mezclas de piretroides con abonos foliares a base de aminoácidos (Blancard, 1995).

**1.8.6.2 Mosca del repollo (*Chorthophilla brassicae* Bouche):** se trata de un díptero que pasa el invierno en forma de pupa. Los primeros adultos tienen su aparición en la primavera, ovopositando en la base de los tallos, en los que las larvas desarrollan galerías. Para el control de esta plaga, en la preparación del suelo se aplica algún producto desinfectante en forma granulada y un tratamiento aéreo dirigido a la base de las plantas con Clorpirifos o deltamatrina (Blancard, 1995).

**1.8.6.3 Mariposa blanca (*Pieris brassicae* L.):** son lepidópteros que en su fase de oruga originan graves daños; las mariposas, blancas y con manchas negras, realizan la puesta en el envés de las hojas; sus larvas, que ser tres generaciones al año, son grandes comedoras de hojas; como control de las larvas resulta eficiente el uso de diversos formulados comerciales de *Bacillus thuringiensis*, al igual que el tratamiento químico con malation, que se debe realizar al eclosionar los huevos (Blancard, 1995).

**1.8.6.4 Polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.):** se trata de un microlepidóptero, cuyas larvas dejan las hojas totalmente cribadas. El tratamiento se efectuará cuando se observen las larvas recién eclosionadas, con fipronil o clorpirifos; además resulta efectivo el control con *Bacillus thuringiensis* (Blancard, 1995).

**1.8.6.5 Gusanos cortadores (*Agrotis* sp):** atacan las plantas recién trasplantadas, devorando la base de los tallos. Es recomendable una preparación oportuna del terreno y la eliminación de arvenses varias semanas antes de sembrar o trasplantar, con el objeto de destruir los sitios de ovoposición, además de la aplicación de insecticidas granulados en el suelo. Antes de sembrar, resulta útil hacer aplicaciones de carbaril o clorpirifos (Blancard, 1995).

**1.8.6.6 Mildiu de las crucíferas (*Peronospora brassicae* Gaumann):** produce decoloraciones amarillentas en el haz, que se corresponde en el envés con el desarrollo de un micelio grisáceo. Como control se pueden realizar tratamientos preventivos con oxiclورو de cobre y tratamientos curativos con propineb o fenamidone (Blancard, 1995).

**1.8.6.7 Mal de talluelo (*Rhizoctonia solani* y *Pythium* sp.):** estas dos enfermedades son muy comunes en los semilleros de hortalizas. La primera produce una lesión seca, hundida y la segunda una lesión húmeda. Su incidencia disminuye si se realiza una adecuada desinfección del semillero, evitando excesos de humedad y un control químico con carbendazim o benomil (Blancard, 1995).

**1.8.7 Cosecha.** El repollo se cosecha entre los 65 y 115 días después del trasplante, según la variedad o híbrido sembrado. Se deben cortar las cabezas que estén firmes, compactas, que presenten el color característico (verde, rojo o típico de la variedad) y con una buena apariencia. El punto ideal de cosecha se basa en la presión que ha de ser ejercida para compactar la cabeza. Una cabeza que sea compacta y firme, podrá ser comprimida levemente con la presión ejercida con la mano; una cabeza muy floja o suelta significa que le falta tiempo para cosecha y una cabeza muy firme o dura significa que está en el punto óptimo para cosecharla (Segura, 2008).

Para garantizar la calidad se debe, después de quitar las hojas externas, la cabeza debe tener el color característico (verde, rojo o típico de la variedad), firme, pesada para su tamaño y sin insectos, pudriciones, desarrollo de la inflorescencia y otros defectos. Las hojas deben ser crujientes y túrgidas (Segura, 2008).

## **1.9 CALDO SULFOCALCICO**

El caldo sulfocálcico es un producto que se usa en la agricultura orgánica, dando buenos resultados a los productores. Se obtiene mezclando azufre, cal y agua. Sirve para prevenir o controlar hongos y como abono foliar, correr algunos insectos y matar ácaros (arañitas rojas).

**1.9.1 Componentes del caldo sulfocálcico.** 50 litros de caldo, 22 libras de azufre en polvo, 11 libras de cal viva, 50 litros de agua, aceite de cocina.

**1.9.2 Preparación del caldo sulfocálcico.** Se coloca el agua a hervir y cuando el agua esté hirviendo, se agrega el azufre y la cal y se mantiene en el fuego agitando la mezcla por una hora hasta que se ponga rojizo como ladrillos. Cuando el caldo esté frío, se empaca en envases oscuros y se agrega dos cucharadas de aceite de cocina antes de taponarlo el cual se lo puede guardar hasta por tres meses.

**1.9.3 Aplicación.** La aplicación dependerá de la plaga a combatir:

- Para enfermedades causadas por hongos en cebolla, frijol, pitahaya, tomate, se aplica medio litro de caldo sulfocálcico en 20 litros de agua.
- Para ácaros en frutales, la aplicación será dos litros de caldo por 20 litros de agua.

- Para piojillo (trips) en cebolla y ajo, diluya tres cuartos de litro (750cc) del caldo en 20 litros de agua.
- Para cabeza negra en repollo, ponga un litro del caldo por 20 litros de agua.

Este producto se puede fumigar tres veces en el mismo cultivo con bomba de espalda, cada 15 días y no se debe utilizar en frijol ni en otras plantas parecidas cuando estén en floración porque bota las flores.

## 1.10 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS

Son la causa principal de trastornos en el tubo intestinal, con dolores abdominales, diarrea y vómito. Son causadas por la ingestión de cualquier alimento contaminado por: microorganismos patógenos, toxinas, venenos naturales o sustancias químicas dañinas

Los contaminantes más comunes son: tierra y aire, agua contaminada, basura, fauna nociva, alimentos crudos, ser humano, utensilios, excretas y abonos naturales. En el cuadro 1 se pueden observar los microorganismos causantes de enfermedades que son exigidos por el INVIMA en Colombia.

Cuadro 1. Agentes parasitarios asociados a enfermedades transmitidas por alimentos

Agente	Síntoma	Agente implicado
Salmonella	Náusea, vómito, dolores abdominales, fiebre, dolor de cabeza, artritis.	Leche cruda, quesos, mariscos, pescado, pollo, huevos, carnes crudas, refrigeración insuficiente.
Mohos	Vómito, diarreas, dolor de cabeza, fiebre, visión doble, ojos hinchados, dificultades renales.	Alimentos que presentan índices de descomposición.
Levaduras	Intoxicaciones, diarreas, dolor de cabeza, fiebre, síntomas neurológicos.	Carne de aves, huevos, carnes rojas, productos lácteos, mariscos, hierbas y especias.
Escherichia Coli	Dolores abdominales, diarrea, náuseas, vómitos, fiebre, cefalalgia, mialgia.	Alimentos diversos no tratados higiénicamente: ensaladas, quesos frescos.
Listeria Monocytogenes	Náusea, vómito, diarrea, meningitis, encefalitis, septicemia, abortos.	Leche cruda o con pasteurización ineficiente, quesos frescos, hortalizas crudas, carnes crudas, pescado crudo y ahumado, salchichas fermentadas.
Shiguella	Dolores abdominales, diarrea, fiebre, vómito, sangrado.	Ensaladas (papa, atún, pollo) hortalizas crudas, leche y productos lácteos, pollo.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en el lote experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, sede Las Guacas, al nororiente del municipio de Popayán, Vereda Lame, a 2°29' latitud norte y 76°33' longitud oeste. La zona se ubica a una altura de 1900 msnm; temperatura ambiente promedio 19°C, precipitación 2000 mm/año, humedad relativa 80%.

Los compostajes se elaboraron en dos sitios diferentes: el compost de residuos de finca cafetera se elaboró en el área de compostaje de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, mientras que el compost de plazas de mercado se preparó en la planta de compostaje de la UMATA Popayán.

### 2.2 CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DE LA ZONA

De acuerdo a la información de la Estación Meteorológica de la Universidad del Cauca durante el periodo de siembra comprendido entre el 14 de marzo y el 10 de julio del 2012, se presentaron las siguientes condiciones medias: temperatura 19,5°C, humedad relativa 80,4%, precipitación 1315,3 mm y brillo solar con promedio de 9 horas/día.

### 2.3 ACTIVIDADES

**2.3.1 Recolección de residuos de unidades productivas de café y producción del compost.** En el caso del compost de residuos de cosecha, se realizó una recolección de pulpa de café en la Hacienda El Troje, municipio de Timbío (Cauca), el troncho de plátano y de banano fue recolectado en la finca La Sultana de la Universidad del Cauca y la gallinaza se obtuvo en la vereda Julumito del municipio de Popayán (Figura 1).

**2.3.2 Recolección de residuos de plazas de mercado, selección, pesaje del material recolectado y producción de compost.** Para la elaboración del compost de residuos de plazas de mercado, se acudió a los principales centros de abasto de alimentos de la ciudad (plaza de mercado del Barrio Bolívar, La Esmeralda y Alfonso López), en coordinación con la UMATA, entidad encargada de manejar los residuos sólidos de estos lugares. Se realizó una caracterización del mejor material disponible y se desechó aquel que tenía un alto grado de pudrición, vidrios, plásticos o el que presentaba algún tipo de problemas (hongos, enfermedades, etc.) (Figura 1).

Figura 1. Recolección de: a) pulpa café, b) troncho de plátano.



**2.3.3 Preparación del compost.** Una vez seleccionados los materiales, el siguiente paso fue la elaboración de las pilas de compostaje, las cuales se realizaron de manera separada:

**2.3.3.1 Compost proveniente de residuos de finca cafetera.** Se elaboró en el área destinada a realizar compostajes en el lote experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Para su elaboración se utilizaron 8 bultos de 50 kg de pulpa de café, 4 bultos de 50 kg de troncho de plátano y 4 bultos de 50 kg de gallinaza.

Para la preparación de 800 kg de compost se utilizó una compostera de guadua de  $1\text{m}^3$ , de la siguiente manera: se colocaron 250 g de cal agrícola en la base de la compostera, luego una capa de 3 cm de pasto seco utilizado para separar las capas de compost, luego una capa de 10 cm de pulpa de café, otra de 10 cm de gallinaza, seguidamente se mojó el material con una mezcla de 1 kg de miel de purga con 1 litro de microorganismos efectivos obtenidos en los bosques de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, con el fin de acelerar el proceso de descomposición del material; se adicionó una capa de 10 cm de troncho de plátano picado y se cerró la primera secuencia con una capa de pasto de 10 cm; este procedimiento se repitió hasta completar el metro del altura (Figura 2).

Durante los 15 días iniciales de la pila de compost no se realizaron volteos, con el fin de favorecer la actividad microbiológica para acelerar y mejorar la descomposición de la materia orgánica, luego se realizaron volteos dos veces a la semana para airear el compost durante dos meses, hasta lograr la madurez del compost.

**2.3.3.2 Compost proveniente de los residuos de plazas de mercado.** Se preparó en las instalaciones de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria UMATA, ubicada contiguo al Relleno Sanitario "El Ojito", al occidente de la ciudad de Popayán, vía al Tambo, a 3 km del límite urbano. Inicialmente se hizo una clasificación de una muestra significativa del material para compostar (100 kg), de los cuales el 20% era plátano (hojas,

troncho y cáscaras), 24% frutas (maracuyá, naranja, piña, limón y mora), 17% de hortalizas (pimentón, repollo, lechuga, cebolla, coliflor, brócoli, acelga, ají, habichuela, frijol, zanahoria y tomate), 16% maíz (tuzas, hojas y enteros), 12% aguacate (pepas, cáscara y enteros), 8% materiales pequeños que no se pudieron identificar y 3% de materiales no orgánicos (pilas, vidrios, plásticos, etc.) (Figura 3).

Figura 2. Pila de compost. a) elaboración pila, b) compost maduro



Figura 3. Residuos de plazas de mercado. a) muestra de 100 kg, b) residuos de plátano, c) residuos de frutas, d) residuos de hortalizas, e) residuos de maíz, f) residuos de aguacate y materiales pequeños.



Para la elaboración del compost, la UMATA recibe los residuos de plazas de mercado tres veces a la semana; éstos se seleccionan, pesan, dividen en partículas más pequeñas y posteriormente se hacen pilas de 2m de altura y 2m de diámetro, aplicándoles miel de purga y cal. Luego de tres meses se muelen y se empaican en bultos de 50kg (Figura 4).

Figura 4. Pila de residuos de plazas de mercado. a) elaboración pila, b) compost maduro



**2.3.4 Análisis del compost.** Se tomó una muestra de 500g de cada compost para el análisis en el laboratorio de agroquímica de la Universidad del Cauca, para determinar el contenido de nutrientes.

**2.3.5 Preparación de semilleros.** Se utilizaron semillas de repollo bola verde y lechuga crespa certificada, de un periodo vegetativo de 120 y 90 días respectivamente, después del trasplante.

Para la siembra en semillero se preparó una mezcla arena: tierra: cascarilla de arroz en proporción 1:1:1 y se sembraron dos semillas por cada alveolo y se raleó a una sola plántula por sitio (Figura 5).

**2.3.6 Selección y preparación del lote de siembra.** Previamente en campo, se definió el diseño experimental y la distribución de los tratamientos en el lote. Inicialmente se hizo limpieza para facilitar las labores, posteriormente se picó el suelo y se dejó airear y activar los microorganismos durante cinco días; luego se preparó hasta dejarlo suelto y en buenas condiciones para el armado de camas y trasplante de las plántulas (Figura 6).

**2.3.7 Muestra inicial de suelo para su análisis.** Se tomaron cinco sub muestras de suelo en la parcela del ensayo, que luego se homogenizaron para obtener una muestra significativa del lote y se envió al laboratorio de suelos de la Secretaría de Agricultura del Cauca (Figura 7).

Figura 5. Preparación de semilleros. a) mezcla del sustrato, b) siembra, c) y d) emergencia de semillas

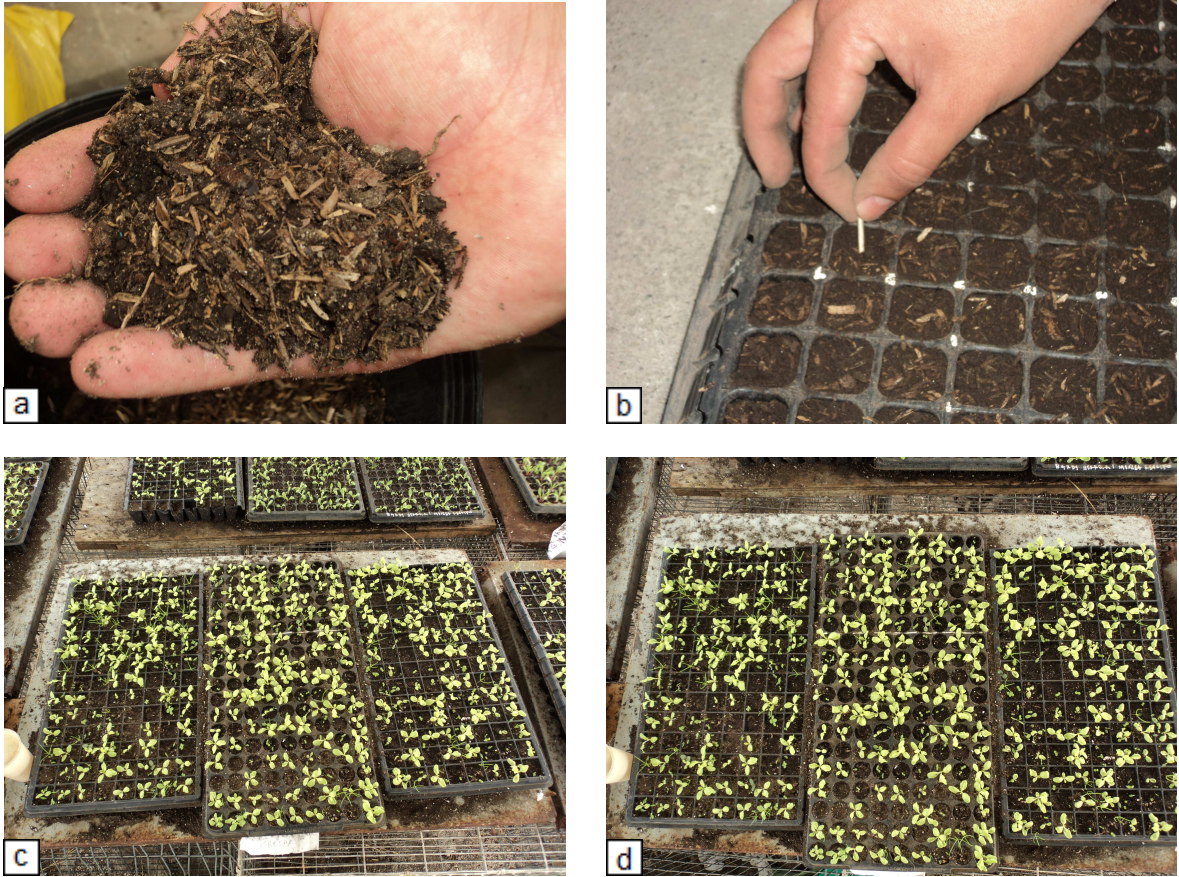
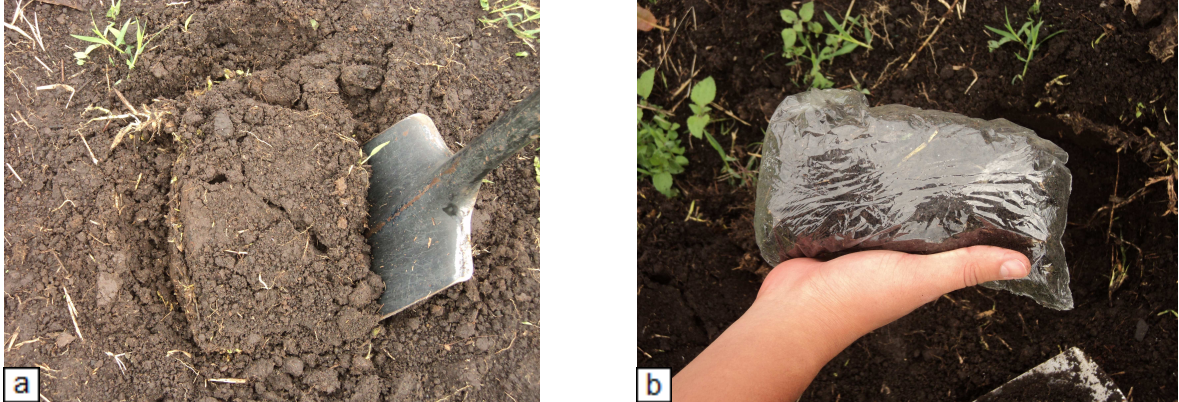


Figura 6. Preparación del terreno. a) picado del terreno, b) encamado





Figura 7. Toma de muestra de suelo. a) toma muestra, b) muestra para laboratorio



**2.3.8 Montaje de los tratamientos.** El experimento consistió en aplicar dos dosis de compost en dos etapas del cultivo de repollo y lechuga, como alternativa a la fertilización química.

Para evaluar el efecto de los tratamientos, se utilizó un diseño completamente al azar conformado por tres tratamientos ( $T_0$ ,  $T_1$  y  $T_2$ ), con tres repeticiones, donde cada tratamiento consistió en:

- $T_0$ : Testigo, sin abono ni fertilización
- $T_1$ : Aplicación de compost obtenido a partir de pulpa de café, troncho de plátano y gallinaza
- $T_2$ : Aplicación de compost obtenido a partir de residuos de plazas de mercado

Las dimensiones de cada parcela experimental fueron de 5m de largo x 0.8m de ancho, con calles de 1 metro entre tratamiento y 0.5m entre especie, para un área total de 141.1m<sup>2</sup> (Cuadro 2).

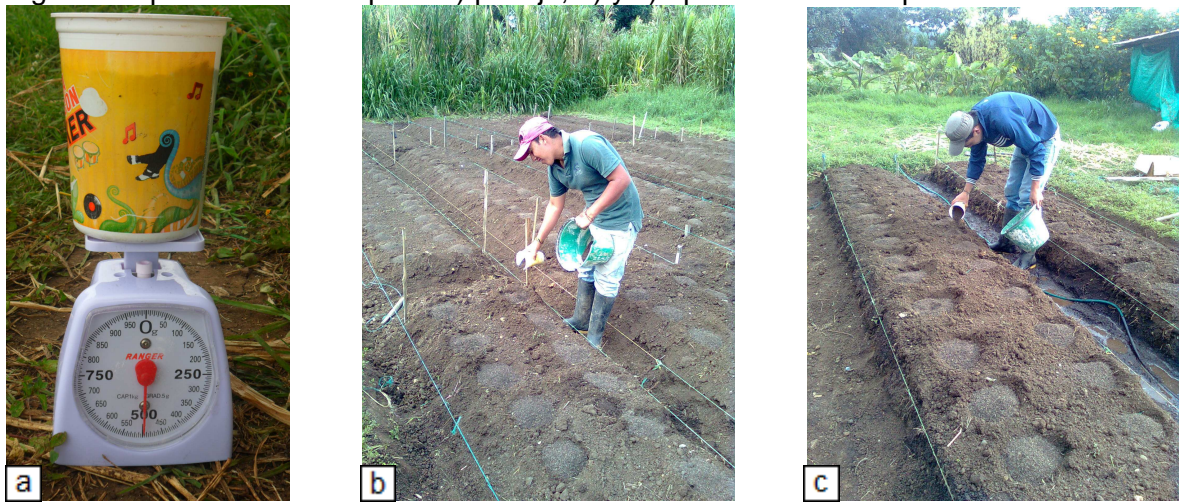
Cuadro 2. Asignación de tratamientos dentro del esquema experimental

Tratamiento 2		Tratamiento 1		Tratamiento 1	
Lechuga	Repollo	Lechuga	Repollo	Lechuga	Repollo
Camino					
Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 2	
Lechuga	Repollo	Lechuga	Repollo	Lechuga	Repollo
Camino					
Tratamiento 0		Tratamiento 0		Tratamiento 0	
Lechuga	Repollo	Lechuga	Repollo	Lechuga	Repollo

Se sembraron 32 plantas por cada parcela experimental, de las cuales se evaluaron 25; la diferencia corresponde a las plantas de los bordes. La aplicación de los abonos orgánicos se realizó en dos momentos: el primero en el trasplante y el segundo a la mitad del ciclo del cultivo (45 días para la lechuga y 60 para el repollo).

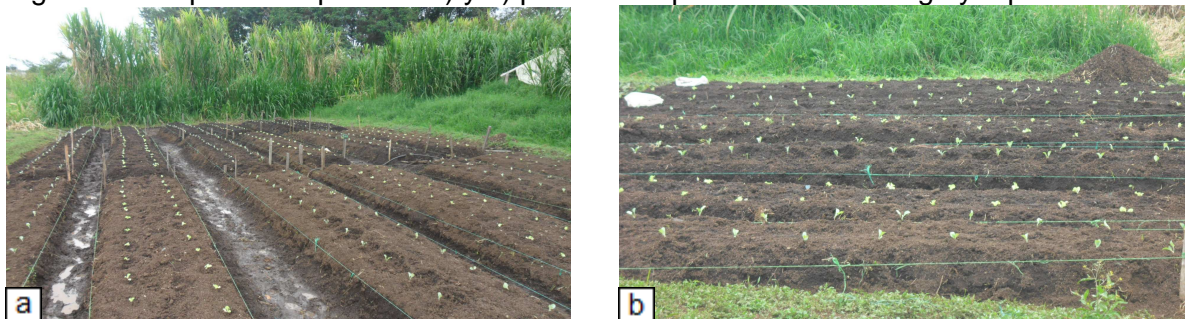
**2.3.9 Aplicación de la primera dosis de compost.** Previo al trasplante, se hizo una aplicación de 500 gramos del compost maduro en cada sitio de siembra, en parcelas de repollo como de lechuga. Para la incorporación del compost, se hizo un hueco en el sitio a sembrar y se revolvió con el suelo para facilitar la absorción de agua (Figura 8).

Figura 8. Aplicación de compost. a) pesaje, b) y c) aplicación de compost al sitio



**2.3.10 Trasplante de lechuga y repollo de semilleros a campo.** Una vez las plantas tuvieron el segundo par de hojas verdaderas, cuando habían transcurrido 30 días, se procedió a realizar el trasplante a campo (Figura 9).

Figura 9. Trasplante de plantas. a) y b) plantas trasplantadas de lechuga y repollo



**2.3.11 Prácticas culturales.** Se realizaron aporques, deshierbas, riegos y aplicaciones de purines para control de plagas (Figura 10).

Figura 10. Prácticas culturales. a) preparación sulfocálcico, b) aplicación en campo



**2.3.12 Aplicación de la segunda dosis de compost.** Para el repollo, se aplicó cerca de la mitad del ciclo del cultivo (60 días), de forma localizada 500 g por planta con el fin de brindar una mayor disposición de nutrientes para el final del ciclo.

**2.3.13 Evaluación de producción.** La cosecha se realizó manualmente una vez las plantas alcanzaron su punto óptimo de cosecha y cumplieron con las características de la variedad (Figura 11).

Figura 11. Evaluación de producción. a) y b) plantas para cosecha lechuga y repollo



## 2.4 VARIABLES A EVALUAR

Utilizando plantas de repollo y lechuga como indicadores para evaluar la calidad del compost, se consideraron las siguientes variables:

**2.4.1 Peso de cabeza de lechuga y repollo.** Se tuvo en cuenta la duración del ciclo del cultivo para el repollo y para la lechuga el momento óptimo de cosecha.

**2.4.2 Calidad sanitaria.** En cuanto a plagas o enfermedades se evaluó la incidencia y severidad de las plagas que se presentaron en el cultivo, con una escala de 1 a 5 utilizada por Yáñez (2004), donde:

1. Menos de 5% de daño
2. del 5% al 10% de daño
3. Del 10 al 20% de daño
4. 20 a 30% de daño
5. Más de 30% de daño

**2.4.3 Análisis de abonos orgánicos.** Se realizaron análisis de los abonos orgánicos en el laboratorio de química de la Universidad del Cauca, para comparar sus aportes de nutrientes.

**2.4.5 Análisis microbiológico.** Se realizaron pruebas para recuento de aerobios mesófilos (NTC 4519), de mohos (INVIMA) y levaduras (INVIMA), NMP de coliformes totales (NTC 4516) y fecales (INVIMA), e investigación de *Escherichiae coli* (ISO 7251), salmonella (NTC 4574) y Shiguella NTC 4574. Estos análisis se realizaron con el fin de determinar si las plantas son óptimas o no para el consumo.

## **2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para este análisis se realizaron pruebas de varianza y promedios de Duncan para cada uno de los tratamientos, con el objeto de definir el mejor tratamiento en la producción de lechuga y repollo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE UNIDADES PRODUCTIVAS DE CAFÉ Y PRODUCCIÓN DEL COMPOST

Finalizado el proceso, se obtuvieron 450 kg de compost maduro, lo que significa que hubo una pérdida del 44%, dato que se corrobora con Minaz (1991), citado por Vento (2000), quien afirma que el peso final está entre el 40 y 50% del inicial; estas diferencias ocurren por volatilización de materia orgánica y pérdidas de agua. El compost se almacenó en un lugar fresco y seco en bultos de 50 kg. (Figura 12)

Figura 12. Compost de residuos de finca cafetera. a) compost maduro, b) empacado



#### 3.2 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO, SELECCIÓN, PESAJE DEL MATERIAL RECOLECTADO Y PRODUCCIÓN DE COMPOST

Tres meses después, una vez el compost estuvo maduro, las 1.5 toneladas de compost, se empacaron en bultos de 50 kg, los cuales fueron almacenados en un lugar seco y fresco con poca luz. (Figura 13)

Figura 13. Compost proveniente de plazas de mercado. a) compost maduro, b) empacado



### 3.3 ANÁLISIS DEL COMPOST

Los resultados de las pruebas físico-químicas realizadas (Cuadro 3), cumplen con los límites establecidos por la norma NTC 5167, segunda actualización, que establece los requisitos que deben cumplir los compuestos orgánicos usados como abonos o fertilizantes.

La diferencia entre el compost de finca cafetera (CFC) y el compost de plazas de mercado (CPM), radica principalmente en que el primero es fuente de potasio y fósforo, mientras que el segundo es fuente de nitrógeno. Esta diferencia se debe a los componentes: CFC fue elaborado a partir de troncho de plátano, pulpa de café y gallinaza, mientras que CPM fue elaborado a partir de residuos de plátano (hojas, troncho y cáscaras), frutas (maracuyá, naranja, piña, limón y mora), hortalizas (pimentón, repollo, lechuga, cebolla, coliflor, brócoli, acelga, ají, habichuela, frijol, zanahoria y tomate), maíz (tuzas, hojas y enteros), aguacate (pepas, cáscara y enteros), materiales pequeños que no se podían identificar y de materiales no orgánicos (pilas, vidrios, plásticos, etc).

El troncho de plátano y la pulpa de café son importantes fuentes de potasio; por ejemplo, en el caso de la pulpa de café, Suarez de Castro citado por Solano (1999), encontró que 100 libras de pulpa de café seco equivalen, con base en su composición química, a 10 libras de fertilizante inorgánico 14-3-37 (N-P-K) reflejando su alto contenido de potasio y su valor como abono orgánico; el troncho de plátano aporta potasio, debido a las altas cantidades que en forma natural absorbe y trasloca desde el suelo y que permanecen en los desechos, como lo afirma Duran (2006), quien trabajó con cinco sustratos orgánicos (desechos domésticos, estiércol de vacuno, residuos de banano, follaje de ornamentales y broza de café), en los cuales el mayor contenido de potasio lo encontró en los residuos de banano. El mayor contenido de fósforo se debe a la gallinaza, tal y como lo afirma Matheus (2007), quien encontró que cuando se incluye gallinaza en la elaboración del abono orgánico, se aumenta el contenido de fósforo.

El CPM resulta ser una fuente de N, lo cual coincide con Sullivan *et al.* (1998) citado por Duran, (2006), quienes determinaron que los compostajes producidos con desechos domésticos y material de podas, son los que muestran los mayores valores de N, siendo el doméstico el de contenidos mayores. Además, los dos compostajes se consideran fuentes de calcio. Lo anterior demuestra que los materiales utilizados en la elaboración de compost influyen en las propiedades físico-químicas finales del abono orgánico.

Cuadro 3. Análisis físico - químico de compost proveniente de finca cafetera y plazas de mercados.

RESULTADOS ANALISIS DE COMPOSTAJES			
PARAMETRO	CFC	CPM	NTC 5167
Humedad(%)	10,64	10,80	Maximo 20
Densidad (g/cm3)	0,67	0,66	Maximo 0,6
Conductividad Eléctrica (msm)	8,86	14,75	N.A
CRA (g/100g abono)	136,28	136,76	Minimo 100
Cenizas (%)	57,01	38,57	N.A
Pérdidas por Calcinación (%)	42,99	38,57	N.A
pH	7,47	7,12	>4 <9
Carbonatos	2,07	4,45	N.A
Carbono orgánico (C%)	14,31	15,79	Minimo 15
Materia Orgánica (%MO)	24,68	27,22	Minimo 25
C/N	15,59	13,92	N.A
CIC (meq/100g)	53,97	52,77	Minimo 30
Nitrógeno total (%N)	0,92	1,13	N.A
Fósforo Total (% P2O5)	1,29	1,07	N.A
Potasio total (% K2O)	2,31	1,92	Si>1
Calcio total (% CaO)	4,88	5,09	N.A
Magnesio total( %MgO)	1,5	1,47	N.A
Sodio total (% Na)	0,767	1,167	N.A
Datos complementarios no exigidos por la norma NTC 5167			
Extracto Humico Total %C	1,01	1,94	-
Acidos Fulvicos %C	0,32	1,9	-
Acidos Humicos %C	0,05	0,04	-
C no extraible %C	11,23	9,4	-
Fósforo orgánico(% P2O5)	0,37	0,24	-
Fósforo inorgánico(% P2O5)	0,92	0,83	-
Material Superior a 2mm (%)	36,38	38,30	-

### 3.4 EFECTO DE LA APLICACIÓN DE COMPOST EN EL SUELO

En el Cuadro 4 se observa un efecto positivo sobre las propiedades químicas del suelo, al comparar los análisis realizados antes y después de la aplicación de los abonos orgánicos en los dos tratamientos. Se mejoró notablemente el pH, el contenido de M.O y la CIC, que son propiedades del suelo que mejoran la disponibilidad de nutrientes para los cultivos.

Cuadro 4. Análisis de suelos antes y después de aplicación de abonos orgánicos y análisis de los abonos orgánicos utilizados en este ensayo

Parametros	Análisis final de suelos			Parametros	Análisis de los abonos	
	Inicial	A1	A2		Finca cafetera	Plazas de mercado
Ph	5,5	6,15	6,11	Ph	7,47	7,12
N total	0,34	0,55	0,65	N total (%N)	0,92	1,13
M.O (%)	6,82	11	13	Mat Org (%MO)	24,68	27,22
P (ppm)	12	12,3	17,7	P total (% P2O5)	1,29	1,07
Al Saturado						
Al						
Ca (meq/100g)	4,9	7	6,47	Ca total (% CaO)	4,88	5,09
Mg (meq/100g)	1,2	1,5	1,3	Mg total (%MgO)	1,5	1,47
K (meq/100g)	0,9	2,02	1,84	K total (% K2O)	2,31	1,92
Na (meq/100g)	0,47	24,18	0,75	Na total (% Na)	0,767	1,167
CICe (meq/100g)	7,47	34,7	10,36	CIC (meq/100g)	53,97	52,77

A1: Resultado de análisis de suelo, posterior a la aplicación del compost de residuos de finca cafetera.

A2: Resultado de análisis de suelo, posterior a la aplicación del compost de residuos de plazas de mercado.

En el análisis final de suelos, el pH se vio afectado positivamente por la aplicación de los compostajes, pasando de 5.5 a 6.15 para las parcelas donde se aplicó compost de finca cafetera y a 6.11 para aquellas donde se aplicó el elaborado a base de residuos de plazas de mercado. Lo anterior indica que la aplicación de abonos tiene efecto directo sobre el pH del suelo; en este caso se mejoró pasando de ser un pH muy ácido a uno ácido, según Yáñez, 2004; lo cual mejora la disponibilidad de nutrientes y disminuye la necesidad de encalar; estos resultados concuerdan con los obtenidos por Orozco y Muñoz (2012), quienes encontraron un incremento en el pH de los suelos con la aplicación de los abonos orgánicos en dos zonas y lo atribuyen al contenido de cationes básicos (Ca, Mg y K) presentes en estos abonos, lo que provocó una reducción en las concentraciones de iones intercambiables (Al y H).

En los dos tratamientos se evidenció un incremento en la capacidad de intercambio catiónico, pasando de 7.47meq/100g a 34.7meq/100g en CFC y a 10.36meq/100g en CPM, resultados que coinciden con Harada *et al.* (1981) citado por Soto (2003), quienes obtuvieron una gran variación en CIC entre 25 muestras de compost, la cual cambió desde 36 a 228,6 meq/100g. Stevenson (1982) y Estrada *et al.* (1987), citado por Soto (2003), aseguran que el compost tiene una alta capacidad de adsorción físico química de cationes que se incrementa durante el proceso de humificación; Orozco y Muñoz (2012) muestra el efecto de la aplicación de dos compostajes que favorecen la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE); además, los ácidos húmicos y fúlvicos incrementan la capacidad de intercambio catiónico del suelo y la retención de humedad (Molina, 2003), tal y como lo muestra el cuadro 4.

El efecto que los abonos orgánicos ejercen sobre el contenido de nitrógeno en el suelo es variable; esto puede deberse a que la disponibilidad de este elemento desde los residuos es compleja y está influenciada por diversas transformaciones químicas, físicas y biológicas. Estos procesos y transformaciones están afectados principalmente por factores como la relación carbono/nitrógeno y el contenido de nitrógeno del residuo, la



humedad, temperatura y características del suelo, así como por la forma de aplicación y la cantidad de abono empleada (Gandarilla, 1988) citado por Caballero (1999). En este caso, el nitrógeno total del suelo mejoró, pasando de 0.34% a 0.55% para el CFC y a 0.65% en CPM.

Según los modelos conceptuales de Jenkinson y Rayner (1977), Jenkinson *et al.* (1987), Parton *et al.* (1988, 1989), Van Veen and Paul (1981), citados por Meléndez (2003), la materia orgánica se divide en tres fracciones: activa, lenta y pasiva, con tasas de reciclaje de menos de 1 año, 5 – 25 años y 1000 años, respectivamente. La fracción activa cuenta alrededor de 5 – 10%, la lenta de 20 – 40%, y la pasiva de 40 – 70% de la materia orgánica total del suelo (Duxbury *et al.*, 1989; Parton *et al.*, 1987) citado por Meléndez (2003). Teóricamente, las diferencias en las tasas de reciclaje entre estas fracciones, son debido a la naturaleza química de los compuestos orgánicos y su asociación con las partículas del suelo. La fracción activa incluye la biomasa microbiana y las sustancias fácilmente descompuestas (como exudados) que provienen de las plantas y microorganismos; la fracción lenta incluye residuos orgánicos químicamente complejos o medio descompuestos que se encuentran disponibles a los microorganismos (usualmente existen entre los macroagregados del suelo) y que aún no es considerada como humus; y, la fracción pasiva incluye los compuestos químicos complejos que son difícilmente descompuestos y/o existen dentro de los microagregados y, consecuentemente, no son físicamente disponibles a los microorganismos (Duxbury *et al.*, 1989) citado por Meléndez (2003). Esto explica la importancia de la aplicación de M.O al suelo con el objeto de hacer uso sostenible de conservación.

### **3.5 COMPARACIÓN DE LOS DOS COMPOST UTILIZANDO COMO INDICADOR PLANTAS DE REPOLLO Y LECHUGA**

Al evaluar los resultados de la aplicación de los tratamientos sobre el peso promedio final de plantas de lechuga y repollo en el cuadro 5, se refleja el efecto positivo de la aplicación de abonos orgánicos sobre la producción. La ganancia promedio en peso para lechuga fue del 420% y para repollo de 334% con respecto al testigo para el tratamiento CFC. Para el tratamiento CPM, la ganancia en peso para lechuga fue de 379.5% y para repollo de 364% con respecto al testigo.

En el cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos al evaluar el peso de 25 cabezas de lechuga y 25 de repollo para los tres tratamientos. Como se puede observar, el mayor peso para el repollo se obtuvo en la repetición 2 del tratamiento CPM y el más bajo en la repetición 1 del testigo. Para lechuga, los mejores resultados se obtuvieron en la repetición 1 del tratamiento CFC y el peso más bajo en la repetición 3 del testigo.

Los análisis de varianza (ANAVA  $\alpha = 0,05$ ) para lechuga y repollo permiten detectar diferencias significativas entre tratamientos (Cuadros 6 y 7) y la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) (Cuadro 8 y 9), muestra diferencias altamente significativas entre el testigo y los dos tratamientos en lechuga y entre los 3 tratamientos en repollo.

Cuadro 5. Peso promedio para lechuga y repollo

	Peso promedio final							
	Lechuga			Promedio	Repollo			
	Repeticiones				Repeticiones			
Tratamiento	1	2	3		1	2	3	
Testigo	65,6 g	67,8 g	37,2 g	56,87 g	364,2 g	800 g	400 g	521,4 g
CFC	271,6 g	226,8 g	219,2 g	239,20 g	1952 g	1874 g	1402 g	1742,67 g
CPM	208,8 g	217 g	221,8 g	215,87 g	1828 g	2236 g	1632 g	1898,67 g

Cuadro 6. Análisis de varianza (ANOVA  $\alpha = 0,05$ ) para peso de lechuga

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L	S. C	C.M	F.C	F.T(5%)
Tratamientos	2	59070,89	29535,44	0,18	5,1433*
Error	6	965712,41	160952,07		
Total	8	1024783,3			

Cuadro 7. Análisis de varianza (ANOVA  $\alpha = 0,05$ ) para peso del repollo

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L	S. C	C.M	F.C	F.T(5%)
Tratamientos	2	3275525,52	1637762,76	0,16	5,1433*
Error	6	62948725	10491454,23		
Total	8	66224251			

Cuadro 8. Prueba de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para el peso de la lechuga

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO	GRAMOS POR PLANTA	
Peso promedio de lechuga	TESTIGO	56,87g	a
	CFC	239,2g	b
	CPM	215,87g	b

Cuadro 9. Prueba de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para el peso del repollo

CARACTERÍSTICA	TRATAMIENTO	GRAMOS POR PLANTA	
Peso promedio de repollo	TESTIGO	548,07g	a
	CFC	1742,67g	b
	CPM	1898,67g	c

Lo anterior muestra el efecto de la aplicación de los dos tipos de compostaje en el peso de plantas de lechuga y repollo; la lechuga responde mejor a la aplicación de CFC y el repollo a la aplicación de CPM, lo cual se debe a que cada compostaje aporta nutrientes diferentes y la planta tiene requerimientos nutricionales distintos.

Los requerimientos nutricionales de lechuga y repollo son diferentes en cuanto a potasio y nitrógeno; las plantas de lechuga exigen 15% más potasio que el repollo, mientras el repollo exige 50% más de nitrógeno que la lechuga por cada tonelada producida (Ciampitti

y Garcia, 2007) y sus necesidades de nutrientes pueden ser ordenadas así: N>Ca>K>Mg>P>S (Herrera, 2002). Además, el repollo en su composición química tiene un alto contenido de calcio, lo cual hace que el cultivo sea exigente en este elemento; el CPM es fuente de nitrógeno y calcio, lo cual hizo que el repollo se desarrollara y tuviera mejor producción con este tratamiento.

La mayor CIC se obtuvo con el tratamiento CFC, lo cual mejoró la disponibilidad de nutrientes con la aplicación de abonos orgánicos; así mismo, se mejoró el contenido de cationes básicos (Ca, Mg y K) y los hizo más asequibles a la planta; como la lechuga demanda mayor cantidad de K que el repollo, se puede inferir que por esta razón respondió mejor a este tratamiento que al CPM.

Los abonos orgánicos empleados presentaron ácidos húmicos que favorecen la actividad de la flora microbiana del suelo, con lo que aumenta la mineralización, la materia orgánica y la consecuente liberación de nutrimentos a formas disponibles para las raíces de las plantas. Igualmente, estimulan el desarrollo de la raíz y a nivel foliar aumentan la permeabilidad de la membrana celular, facilitando la absorción de nutrimentos (Molina, 2003).

Como se observa, una de las ventajas del uso de abonos orgánicos es el aporte gradual y constante de todos los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, reponiendo la extracción por las cosechas; lo que no sucede con los fertilizantes minerales que aceleran el agotamiento de aquellos nutrientes que no son aplicados al suelo (Valverde, 2010).

### 3.6 CALIDAD SANITARIA

Las plagas que afectaron el cultivo de lechuga fueron cochinilla (*Pseudococcus* spp), babosa (*Arion subfuscus* D) y diabrotica (*Diabrotica* sp), mientras que la chiza (*Phyllophaga* spp) y mariposa blanca (*Pieris brassicae*) afectaron el cultivo de repollo. Tanto en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L) como en repollo (*Brassica oleracea*. Var. *Capitata*), las parcelas que se vieron más afectadas por las plagas fueron las testigo.

De 288 plantas de lechuga, la cochinilla afectó diez plantas, la babosa cinco y la diabrotica ocho; de 288 plantas de repollo, la chiza afectó cinco plantas y la mariposa blanca 14; teniendo en cuenta que el % de infestación fue menor al 5%, no fue necesario establecer medidas de control diferentes al control cultural (Figura 14) .

Esta baja incidencia de plagas se explica por la aplicación de abonos orgánicos al suelo, coincidiendo con Hoitink y Grebus (1994), Craft y Nelson (1996), Hoitink y Boehm (2001), Noble y Coventry (2005), Termorshuizen *et al.* (2006), Danon *et al.* (2007), citados por Artavia (2010), quienes afirman que la aplicación de compost al suelo tiene el potencial de

promover el control biológico de enfermedades de plantas. Igualmente, Hoitink y Grebus (1994), Termorshuizen *et al.* (2006), Danon *et al.* (2007), citados por Artavia (2010), afirman que estos abonos pueden introducir agentes de biocontrol al suelo y proporcionar alimento para su establecimiento y actividad. Huber (1980, 1991) citado por Artavia (2010), afirma que pueden mejorar la condición de la raíz y aportar nutrientes a la planta, lo que favorece un crecimiento adecuado del cultivo que le permite tolerar las enfermedades o escapar de la infección.

Figura 14. Calidad sanitaria al momento de la cosecha. a) lechuga, b) repollo



Otra práctica que favoreció la ausencia de enfermedades fue la aplicación de productos de biocontrol, en este caso se hizo aplicación preventiva de caldo sulfocálcico, cuando se presentaron las primeras lluvias que podían favorecer el desarrollo de hongos.

Esta reducción en la severidad del daño de las plagas presentes en los cultivos tanto en repollo como en lechuga, se puede atribuir también a la reducción de las condiciones que favorecen el desarrollo de los enemigos naturales que ya están presentes en el suelo, debido a la adición de materia orgánica, la cual incrementa sustancialmente la actividad microbial de los suelos porque provee una fuente de carbono, energía y nutrientes para favorecer el crecimiento, actividad y número de microorganismos (Bourguignon, 1.995 citado por Quezada, 1999).

Además del efecto supresor sobre las plagas, los microorganismos del suelo son de gran importancia en el reciclaje de materia orgánica ya que sus componentes nutritivos son fácilmente absorbidos por las raíces de las plantas. Un suelo pobre, a menudo tiene un bajo contenido de materia orgánica y, consecuentemente, una baja población de microorganismos del suelo (Hussain *et al.*, 1993; McGill y Myers, 1987; Lavelle, 1994) citado por Quezada (1999).

### 3.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

En el cuadro 10 se observan los resultados del análisis microbiológico del repollo, los resultados de las muestras analizadas cumplen con los parámetros establecidos por el INVIMA para el control y vigilancia de la calidad de productos alimenticios, lo cual indica que es un producto libre de microorganismos que puedan afectar la salud humana, es decir es un producto inocuo.

Cuadro 10. Resultado del análisis microbiológico del repollo

RESULTADO MICROBIOLÓGICO					
ANÁLISIS	MÉTODO	ESPECIFICACION	RESULTADO		
			Testigo	CFC	CPM
NMP de Coliformes Totales / g	NTC 4516	< 150	< 3	< 3	< 3
NMP de Coliformes Fecales 45 °C / g	INVIMA	< 3	< 3	< 3	< 3
Salmonella en 25 g	NTC 4574	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Recuento de Aerobios Mesófilos	NTC 4519	---	104.000	320.000	1.600
Recuento de Mohos	INVIMA	---	< 10	100	< 10
Recuento de Levaduras	INVIMA	---	< 10	< 10	< 10
Investigación de Escherichiae Coli	ISO 7251	---	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Listeria Monocytogenes	INVIMA	---	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
Shiguelia	NTC 4574	---	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA

La disminución de la carga microbiana patógena del compost ocurre en dos fases: fase mesófila y fase termófila (*The Biosolids Report*, 2000; citado por Gómez *et al.*, 2004). La fase mesófila tiene efecto cuando el compost es calentado a una temperatura de 38 °C durante 15 días, donde hay una gran disminución del número de microorganismos patógenos; y la etapa termófila ocurre cuando la temperatura del compost supera los 53 °C se pasteuriza el material y se eliminan en un 99,9% las bacterias patógenas, virus, huevos de áscaris, Shigella, Salmonella y coliformes totales, tal como lo afirman Yanko (1988), (Cantanhede *et al.*, 2002) y (Feachem *et al.*, 1983); citados por Gómez *et al.*, (2004).

### 3.8 PROPUESTA DE MANEJO RENTABLE DE RESIDUOS DE PLAZAS DE MERCADO

Los residuos orgánicos urbanos constituyen cerca del 70% del volumen total de desechos generados, por tal motivo es primordial buscar una salida integral que contribuya al manejo adecuado, potenciando los productos finales de éstos procesos y minimizando un gran número de impactos ambientales que conlleven a la sostenibilidad de los recursos naturales (Jaramillo y Zapata, 2008).

El manejo inadecuado de residuos orgánicos e orgánicos que se realiza en las plazas de mercado y en los hogares; ya sea por desconocimiento de buenas prácticas de manejo de

residuos, por procesos inadecuados de limpieza, falta de cultura ciudadana o ineficiencia en los programas de capacitación para su adecuado manejo, hace que se generen problemas sanitarios, ambientales, económicos, sociales y de salud pública.

Para el manejo de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en la ciudad de Popayán se propone iniciar con una capacitación que va dirigida a las personas que trabajan en plazas de mercado, hogares, industrias, centros comerciales, instituciones educativas y gubernamentales, posterior a esto se hará un seguimiento con el fin de evaluar si la capacitación fue o no lo suficientemente eficaz para los involucrados en esta. Esta capacitación se debe hacer para la clasificación, cuantificación de residuos, almacenamiento, transporte y disposición final.

En la clasificación se debe dictar charlas donde se explique cómo se deben separar los residuos de acuerdo a su origen y que cada tipo de residuos se disponga en recipientes diferentes para cada uno de los materiales. Para esta práctica se propone utilizar canecas plásticas con los siguientes colores:

Color verde: residuos sólidos orgánicos (comida, frutas y verduras, cáscaras, etc).

Color amarillo: residuos sólidos inorgánicos reciclables (latas, vidrios, plásticos, cartón, etc).











Color gris: residuos sólidos inorgánicos no reciclables (Envases de aerosoles, cartuchos de tinta, pinturas, pilas, baterías, etc).

En cuanto a la cuantificación de residuos se debe explicar a los operarios del relleno sanitario como llevar registros, para distinguir el manejo, cantidad, acopio y disposición final por tipo de desecho con el propósito de programar la comercialización, venta y cantidad de abono orgánico que se va a obtener.

Para el transporte se capacitara a las personas que realicen la labor de recolección para que no se mezclen los diferentes residuos sólidos y que no recojan materiales diferentes al asignado durante el día.

Además se propone que los carros recolectores de basuras mantengan las mismas rutas recolectoras de residuos en Popayán; el cual esta dividido en 2 zonas. En la zona 1 la recolección de residuos sólidos orgánicos se realizara los días lunes, miércoles y viernes, la recolección de residuos sólidos inorgánicos reciclables se harán los días martes y los residuos sólidos inorgánicos no reciclables se realizaran los días jueves mientras que en la zona 2 la recolección de residuos sólidos orgánicos se harán los martes jueves y sábado, mientras que la recolección de residuos sólidos inorgánicos reciclables se realizaran el día lunes, y los residuos sólidos inorgánicos no reciclables se realizara el día miércoles (Figura 15).

Figura 15. Propuesta de recolección de residuos sólidos.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
 Residuos sólidos orgánicos	 Residuos sólidos inorgánicos reciclables	 Residuos sólidos orgánicos	 Residuos sólidos inorgánicos no reciclables	 Residuos sólidos orgánicos	
 Residuos sólidos inorgánicos reciclables	 Residuos sólidos orgánicos	 Residuos sólidos inorgánicos no reciclables	 Residuos sólidos orgánicos		 Residuos sólidos orgánicos

En la disposición final de los residuos se debe hacer una capacitación a los operarios del relleno sanitario para continuar con el proceso de manejo y selección de los materiales que lleguen a este sitio; es aquí donde cobra importancia el manejo adecuado de las distintas formas de elaborar fertilizantes orgánicos y acondicionadores de suelo.

Además se debe realizar un continuo seguimiento a las diferentes fases que involucra el proceso de compostaje, desde recolección hasta la obtención del producto final, para fortalecer cada etapa del proceso, mejorar y garantizar la calidad del compost.

Es necesario buscar la producción de otro tipo de abonos orgánicos como el lombricompost, ácidos húmicos y fúlvicos (acondicionadores de suelo), sustratos, fertilizantes orgánicos minerales para dar una solución a los problemas ambientales generados por los residuos sólidos orgánicos y así generar recursos económicos que beneficien al relleno sanitario.

## CONCLUSIONES

Los materiales utilizados en la elaboración del compost influyen en las propiedades físico-químicas finales del abono orgánico.

El CFC cumple con 15 de los 18 parámetros de la norma NTC 5167, mientras que el CPM cumple con 16 requisitos que deben cumplir los compuestos orgánicos usados como abonos o fertilizantes.

La aplicación de abonos orgánicos generó un efecto positivo sobre las propiedades químicas del suelo, mejorando notablemente el pH, la CIC, que son propiedades del suelo que mejoran la disponibilidad de nutrientes en el suelo para los cultivos.

La aplicación de los compostajes evaluados no afectó la calidad microbiológica del repollo cumpliendo con los parámetros establecidos por el INVIMA para el control y vigilancia de la calidad de productos alimenticios, lo cual indica que es un producto libre de microorganismos.

La aplicación de compost al suelo favorece el control biológico de plagas.

Los resultados del análisis microbiológico demuestran que los productos obtenidos en la presente investigación, poseen la inocuidad que se exige para el consumo de hortalizas y la aplicación de abonos orgánicos maduros aumenta los rendimientos, disminuye la incidencia de plagas y mejora las características, físicas, químicas y biológicas del suelo.

Si se aplican 11520 kg/ha de abono orgánico al cultivo de lechuga se obtienen rendimientos de 5511 kg/ha con el CFC y 4797 kg/ha con el CPM; mientras que si se aplican 23040 kg/ha de abono orgánico al cultivo de repollo se obtienen rendimientos de 40151 con CFC y 43745 kg/ha con el CPM.



## **RECOMENDACIONES**

Se debería hacer un trabajo de investigación comparando la aplicación de abonos orgánicos con abonos sintéticos y la mezcla de estos con la finalidad de ver la capacidad que tienen los abonos orgánicos en la producción agrícola.

Investigar diferentes cantidades de compost para determinar la dosis mínima a aplicar con la cual se obtenga un rendimiento en cosecha igual a 500g de abono orgánico.

Socializar con los agricultores los resultados obtenidos en esta investigación con el ánimo de crear conciencia de la importancia que tienen los abonos orgánicos en la producción y conservación del suelo.

Realizar el análisis microbiológico a la lechuga para confirmar o no la presencia de microorganismos patógenos.

## BIBLIOGRAFÍA

ALZATE, José y LOAIZA, Lina. Monografía del cultivo de la lechuga [En línea]. Disponible en internet en: <http://www.colinagro.com.co/documents/Documentos%20tecnicos/Monografia%20-%20La%20Lechuga.pdf>. [Citado mayo 10, 2012]. 2008.

ARRIECHE, Isabel. Efecto de la fertilización orgánica y química en suelos degradados cultivados con maíz (*zea mays* L.) en el estado Yaracuy, Venezuela. Proyecto de grado para optar por el título de Doctor en Química. Valladolid. Universidad de Valladolid, 2008

ARTAVIA, Silvia; URIBE, Lidieth; SABORÍO, Francisco; ARAUZ, Luis Felipe y CASTRO, Leida. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la supresión de *Pythium myriotylum* en plantas de tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*). San José de Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2010

BLANCARD, D.; ROUXEL, F.; y LAFON, R. Enfermedades de las hortalizas. Madrid, Editorial mundiprensa, 1995, 576p

BLANCO, José. Acondicionadores y mejoradores del suelo [En línea]. Disponible en internet en: [http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstream/123456789/1670/1/2006718153746\\_Acondicionadores%20y%20mejoradores%20de%20suelo.pdf](http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstream/123456789/1670/1/2006718153746_Acondicionadores%20y%20mejoradores%20de%20suelo.pdf) [Citado mayo 11, 2011]. 2006.

CABALLERO, Ricardo. Efecto de los abonos orgánicos en la explotación de huertos intensivos. Proyecto de grado para optar al Título de Máster en Fertilidad del Suelo Camagüey. Universidad de Camagüey instituto de suelos, 1999

CORPORACIÓN EDUCATIVA PARA EL DESARROLLO COSTARRICENSE (CEDECO). Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. San José de Costa Rica. Serie Agricultura Orgánica N°. 2005

CASTILLO, Carlos. Elaboración de compost en Manzales a partir de residuos orgánicos urbanos. Manzales. Universidad de Caldas, 2006

CIAMPITTI, Ignacio y GARCIA, Fernando. Requerimientos nutricionales absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. Buenos Aires. INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI), 2007

DURAN, Lolita y ENRIQUEZ, Carlos. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. Proyecto de grado para optar al título de Licenciatura. San José de Costa Rica. Universidad de Costa Rica, 2006

FELIX, Jaime; ROSARIO, Raudel; OLALDE, Víctor; ROJO, Gustavo y MARTÍNEZ, Rosa. Importancia de los abonos orgánicos [En línea]. Disponible en internet en: <http://www.ejournal.unam.mx/rxm/vol04-01/RXM004000104.pdf> [Citado mayo 10, 2011]. 2008.

GARCIA, Francisco. Principios generales de agricultura orgánica. Editorial JDC. Tunja. Fundación Universitaria Juan de Castellanos, 2005.

GÓMEZ, Yamiris; GÓMEZ, D'Angelo; GONZÁLEZ, María Isabel; CHIROLES, Sergio. Microorganismos presentes en el compost. Importancia de su control sanitario. La Habana. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, 2004.

HERRERA, Carlos; JARAMILLO, Juan; PINZON, Hernán y SANCHEZ, Germán. Taller de hortalizas, productividad y mercadeo. Enseñamos a quienes van a enseñar. Revista ventana al campo. 2002

JARAMILLO NOREÑA, Jorge y DIAZ, Cipriano. (Compiladores). El Cultivo de las Crucíferas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Rionegro CORPOICA, 2005.

JARAMILLO, Gladys y ZAPATA, Liliana. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Proyecto de grado para optar al título de Especialistas en Gestión Ambiental. Medellín. Universidad de Antioquia. Facultad de ingeniería, 2008

LEÓN SICARD, Tomás y RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, Liliana. Ciencia, Tecnología y Ambiente en la Agricultura Colombiana [En línea]. Disponible en internet en: [http://www.kus.uu.se/CF/Cuaderno\\_04.pdf](http://www.kus.uu.se/CF/Cuaderno_04.pdf) [Citado Junio 20, 2011]. 2002.

MATHEUS L ; CARACAS, José; MONTILLA, Fermín y FERNÁNDEZ, Oswaldo. Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost, y gallinaza) en plantas de maíz (zea mays l). Trujillo Venezuela. Laboratorio de Investigación de Suelos. Departamento de Ciencias Agrarias, 2007.

MELÉNDEZ, Gloria. Residuos orgánicos y materia orgánica del suelo. San José de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica, 2003

MOLINA, Eloy. Quelatos como fertilizantes. San José de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica, 2003

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. La revolución verde [En línea]. Disponible en internet en: <http://www.fao.org/kids/es/revolution.html> [Citado Junio 20, 2011]. 2011.

OROZCO, Rafael y MUÑOZ, Róger. Efecto de abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo y el rendimiento de la mora (*Rubus adenotrichus*) en dos zonas agroecológicas de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 25, N° 1. Enero-Marzo 2012 Pág 16-31

QUEZADA, Edwin. Uso de abonos orgánicos como supresores de fitonematodos del cultivo de banano (*Musa AAA*). Proyecto de grado para optar por al título de ingeniero agrónomo. Guácimo. Escuela de agricultura de la región tropical húmeda, 1999.

SARITA, Victoriano. Cultivo de repollo. Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. Serie Cultivos. Boletín Técnico No.18. Santo Domingo, 1993.

SOLANO, Erick. Evaluación de proporciones de pulpa de café y suelos y niveles de nitrógeno en la producción de plántulas de café (*coffea arabica*) en almacigo, santa rosa de lima, santa rosa. Proyecto de grado para optar por al título de ingeniero agrónomo. Guatemala. Universidad de san Carlos de Guatemala, 1999

SOTO, Gabriela. Compost: abono o enmienda - como medir la calidad de un compost. San José de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica, 2003.

SEGURA, Rafael y LARDIZÁBAL, Ricardo. Manual de producción de repollo. La Lima, Cortes. USAID-RED, 2008.

SIERRA, Elena; CRUZ, Julia; ARELLANO, Roberto. El cultivo de la lechuga. San José de Costa Rica. Proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola, PROMOSTA, 2005.

TRINIDAD SANTOS, Antonio. Abonos orgánicos. Texcoco. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación SAGARPA, 2000.

VALVERDE F; et al. 2010. Los abonos orgánicos en la productividad de papa (*Solanum tuberosum* L.). Quito. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2010

VENTO, Mirna del Pilar. Estudio sobre la preparación del compost estático y su calidad. Camagüey. Universidad de Camagüey, 2000

YÁNEZ, Jesús Augusto. Respuesta del cultivo de la zanahoria (*daucus carota*) variedad chantenay royal a tres tipos de fertilizantes orgánicos. Proyecto de grado para optar por al título de ingeniero agrónomo. Ecuador. Universidad técnica de Babahoyo, 1999.

## ANEXOS

### ANEXO A. PESO PROMEDIO DE LA LECHUGA PARA EL TRATAMIENTO DE FINCA CAFETERA.

PESO PROMEDIO LECHUGA TRATAMIENTO FINCA CAFETERA		
REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3
Peso	Peso	Peso
210	400	170
350	230	190
250	170	260
340	250	300
270	230	200
260	220	210
240	190	220
260	180	180
240	190	230
300	250	305
260	180	230
290	190	220
350	240	240
400	200	250
300	180	180
300	305	210
250	160	220
250	180	210
220	270	160
270	350	200
160	180	220
250	270	160
190	180	250
280	175	270
300	300	195

**ANEXO B. PESO PROMEDIO DE LA LECHUGA PARA EL TRATAMIENTO DE PLAZAS DE MERCADO.**

<b>PESO PROMEDIO LECHUGA TRATAMIENTO PLAZAS DE MERCADO</b>		
<b>REPETICION 1</b>	<b>REPETICION 2</b>	<b>REPETICION 3</b>
<b>Peso</b>	<b>Peso</b>	<b>Peso</b>
200	170	170
210	240	240
200	170	170
210	210	210
180	220	220
140	160	160
260	230	230
200	250	250
220	220	220
250	140	195
240	140	195
200	160	160
150	200	200
160	230	230
140	190	190
240	260	260
350	250	250
180	300	300
150	280	280
145	210	210
140	195	195
300	150	160
180	200	200
305	280	280
270	370	370

**ANEXO C. PESO PROMEDIO DE LA LECHUGA PARA EL TRATAMIENTO TESTIGO.**

<b>PESO PROMEDIO LECHUGA TRATAMIENTO TESTIGO</b>		
<b>REPETICION 1</b>	<b>REPETICION 2</b>	<b>REPETICION 3</b>
<b>Peso</b>	<b>Peso</b>	<b>Peso</b>
100	75	25
55	100	45
50	60	50
80	60	40
80	60	40
70	70	20
80	70	30
70	80	20
70	60	20
55	120	95
50	80	50
60	50	30
65	90	35
65	30	40
45	80	20
140	55	80
60	45	30
45	90	35
60	50	20
70	50	20
50	55	20
50	75	80
50	60	20
70	60	40
50	70	25



**ANEXO D. PESO PROMEDIO DEL REPOLLO PARA EL TRATAMIENTO DE FINCAS CAFETERAS.**

<b>PESO PROMEDIO REPOLLO TRATAMIENTO FINCA CAFETERA</b>		
<b>REPETICION 1</b>	<b>REPETICION 2</b>	<b>REPETICION 3</b>
<b>Peso</b>	<b>Peso</b>	<b>Peso</b>
1500	2300	1200
1850	2250	1450
2400	2100	1200
1800	2200	1250
2000	1700	1500
1650	1950	1300
1900	2100	1200
2600	1750	1500
2000	1650	1600
1600	1900	1800
1800	1900	1400
1650	1950	1450
2150	1800	1300
2300	1850	1500
2150	1700	1200
1650	2100	1250
1500	2100	1700
1600	1850	1400
2150	2000	1650
1600	1700	1500
2300	2100	1150
1800	1400	1150
2200	1200	1600
2500	1500	1400
2150	1800	1400

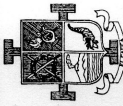
**ANEXO E. PESO PROMEDIO DEL REPOLLO PARA EL TRATAMIENTO DE PLAZAS DE MERCADO.**

<b>PESO PROMEDIO REPOLLO TRATAMIENTO PLAZAS DE MERCADO</b>		
<b>REPETICION 1</b>	<b>REPETICION 2</b>	<b>REPETICION 3</b>
<b>Peso</b>	<b>Peso</b>	<b>Peso</b>
2200	2100	1850
2100	2500	1950
2100	2000	1500
1900	3000	1600
2150	2200	1700
2350	2400	1600
2100	2300	2000
1750	2150	1700
2150	2350	1500
2050	2100	1800
2250	2500	1500
2500	2900	1600
2000	2450	1500
2000	2600	1700
1500	2500	1600
1400	2550	1300
1600	1900	1600
1600	1800	1600
1400	2800	1300
1700	2200	1300
1300	2100	2200
1200	1800	1500
1200	1600	1900
1500	1800	1500
1700	1300	1500

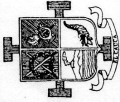
**ANEXO F. PESO PROMEDIO DEL REPOLLO PARA EL TRATAMIENTO TESTIGO.**

<b>PESO PROMEDIO REPOLLO TRATAMIENTO TESTIGO</b>		
<b>REPETICION 1</b>	<b>REPETICION 2</b>	<b>REPETICION 3</b>
<b>Peso</b>	<b>Peso</b>	<b>Peso</b>
350	1400	600
250	1500	350
700	1300	300
250	1500	300
200	1200	150
350	1200	100
350	1200	250
200	800	100
300	1250	600
300	900	500
900	500	300
420	950	300
350	800	650
100	800	350
750	100	500
700	800	650
250	1100	650
300	1000	600
200	850	1100
400	1250	1000
500	800	300
200	600	750
200	800	300
360	1250	700
225	800	600

# ANEXO G. ANÁLISIS INICIAL DE SUELOS.

 Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero Gobernación del Cauca		Nombre: Juan Manuel Muñoz Cuellar Finca: Unicauca Tel / Fax: Vereda: Las Guacas Municipio: Popayán Dpto: 10. Cauca		DD MM AA 16 5 2012 5 7 2012																	
		LOTE 1AC																			
<b>RESULTADOS DEL ANALISIS</b>																					
Identif muestra	Nº Lab	Prof. (cm)	pH 1:2,5	M.O		P (ppm)	Sat (%)	Al	AI	Ca	Mg	K	Na	CICE	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
				0-1000 (%)	1000-2000 (%)																
1	31317	0,2	5,50	6,82	A	12,0				B	D	A	F	7,47	0,34	1,5	4,8	40,0	4,0	0,5	
			F			D									B	C	F	A	A	C	F
(ppm o mg/Kg) (meq/100g)																					
<b>CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION</b>																					
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. E: Muy ácido. F: Fuertemente ácido.																					
<b>OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES</b>																					
TEXTURA: 06 Franco EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI I = TRAZAS																					
Identif muestra		Cultivo																			
1		31317																			
<b>RECOMENDACION FERTILIZACION</b>																					
Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																					
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO																	
<b>Metodos de análisis</b>																					
Acidez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K y Na: AcONH4 1N pH:7 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B: Absorción Atomica y/o Azometin.																					
Consulte con su Ing. Agronomo Asesor. Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SDAM (2)8231043 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com																					
Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz Elaboró: Henry Sánchez Revisó: Vicente González																					
																					VoBo Director

# ANEXO H. ANÁLISIS FINAL DE SUELOS PARA LAS PARCELAS DONDE SE APLICO COMPOST DE FINCA CAFETERA.



Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero  
Gobernación del Cauca

Nombre: Juan Manuel Muñoz Cuellar  
Finca: Unicauca  
Tel / Fax:  
Vereda: Las Guacas  
Municipio: Popayán  
Dpto: 10. Cauca

Fecha entrada : 20 6 2012  
Fecha salida : 5 7 2012  
Material : Suelo  
Tipo de análisis : Completo

RESULTADOS DEL ANALISIS																
Identif muestra	Nº Lab	Prof. (cm)	pH 1:2,5	N-total	M-O		P (ppm)	K (meq/100g)	Ca	Mg	Na	Mo				
					0-1000 (%)	1000-2000 (%)							2000-3000 (%)			
2	31302	0,2	6,15	0,55	11,00	7,00	1,50	2,02	24,18	34,70	0,34	10,4	33,8	4,0	T	0,7
			C	C	A	A	D	A	E			B	D	A	F	B

**CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION**

Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. E: Fuertemente ácido. F: Muy alcalino.

**Identif muestra** 2

**Cultivo** Finca Cafetera

**TEXTURA:** 08 Franco Arenoso

**EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS:** SI

**RECOMENDACION FERTILIZACION**

**Nutrientes puros en Kg/Ha/Año**


N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO

**Observaciones o recomendaciones**

Consulte con su Ing. Agronomo Asesor.  
Laboratorio (2)8237893 Telefax SDAM (2)8231043  
E-mail: labstueloscauca@hotmail.com


Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales.

Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz  
Elaboró: Henry Sánchez  
Revisó: Vicente González



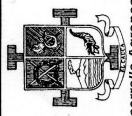
**Vo Bp Director**

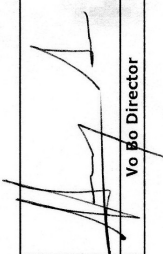
**ANEXO I. ANÁLISIS FINAL DE SUELOS PARA LAS PARCELAS DONDE SE APLICO COMPOST DE PLAZAS DE MERCADO.**

 Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero Gobernación del Cauca		Nombre: Juan Manuel Muñoz Cuellar Finca: Unicauca Tel / Fax: Vereda: Las Guacas Municipio: Popayán Dpto: 10. Cauca										DD MM AA 20 6 2012 5 7 2012									
		Fecha entrada : Fecha salida : Material : Suelo Tipo de análisis : Completo																			
RESULTADOS DEL ANALISIS																					
Identif muestra	No Lab	Prof. (cm)	pH 1:2/5	N-total	M.O		P (ppm)	Sat	Al	Ca	Mg	K	Na	C	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo	
					0-1000 (%)	1000-3000															
1	31301	0,2	6,11	0,65	13,00	17,7	6,47	1,30	1,84	0,75	10,36	0,40	1,3	11,4	31,8	5,6	0,5	0,8			
					A	D	A	D	A	B	B	C	B	C	D	A	A	A	C	B	
(meq/100g) (ppm o mg/kg)																					
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACIÓN																					
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino.																					
OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES																					
TEXTURA: 08 Franco Arenoso EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI																					
Identif No Lab		Cultivo																			
1 31301		Residuos Galeria																			
RECOMENDACIÓN FERTILIZACION																					
Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																					
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO																	
Metodos de análisis																					
Acidez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K y Na: ACONH4 1N pH:7 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B: Absorción Atomica 1/0 Azometin.																					
Consulte con su Ing. Agronomo Asesor. Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SDAM (2)8231043 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com													Vo B Director								

Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz  
 Elaboró: Henry Sánchez  
 Revisó: Vicente González

**ANEXO J. ANÁLISIS FINAL DE SUELOS PARA LAS PARCELAS DONDE NO SE APLICO NINGÚN TIPO DE COMPOST.**

 <p>Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero Gobernación del Cauca</p>		Nombre: Juan Manuel Muñoz Cuellar Finca: Unicauca Tel / Fax: Vereda: Las Guacas Municipio: Popayán Dpto: 10. Cauca		Fecha entrada : Fecha salida : Material : Suelo Tipo de análisis : Completo		DD	MM	AA													
		20	6	2012																	
<b>RESULTADOS DEL ANALISIS</b>																					
Identif muestra	No Lab	Prof. (cm)	pH	N-total	M.O		P (ppm)	Sat Al (%)	Al	Ca	Mg	K	Na	ClCe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
					0-100C	1000-2000															
3	31303	0.2	5.88	0.50	10.00	A	8.4			5.44	1.20	0.72	0.56	7.92	0.32	1.3	10.2	31.8	3.2	T	0.3
			D	C			F			B	D	A	D		B	C	D	A	A	F	D
(meq/100g) (ppm o mg/kg)																					
<b>CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACIÓN</b>																					
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. E: Muy ácido. F: Fuertemente ácido.																					
<b>OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES</b>																					
Identif muestra		Cultivo																			
3		Testigo																			
<b>RECOMENDACIÓN FERTILIZACIÓN</b>																					
Nutrientes puros en Kg/Ha/Año																					
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO																	
<b>Metodos de análisis</b>																					
Acidez intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K y Na: A:CONH <sub>4</sub> 1N pH:7 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B: Absorcion Atomica y/o Azometin.																					
Consulte con su Ing. Agronomo Asesor. Carrera 6 calle 22N Obras Publicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SDAM (2)8231043 E-mail: labsueloscauca@hotmail.com																					
Analistas: Ricardo Bonilla - Viviana Muñoz Elaboró: Henry Sánchez Revisó: Vicente González																					

  
 Vo Bo Director

**ANEXO K. RESULTADO MICROBIOLÓGICO DEL REPOLLO SEMBRADO EN LAS PARCELAS DONDE SE APLICO COMPOST DE FINCA CAFETERA.**



**EMPRESA** JUAN MANUEL MUÑOZ CUELLAR  
**RESP.** JUAN MANUEL MUÑOZ CUELLAR  
**AREA** .  
**TEL/FAX** 3134824317  
**DIRECCION** .

**REFERENCIA** 120743117  
**CODIGO INTERNO** PART 1671  
**FECHA RECEPCION** JUL 30 2012  
**FECHA RESULTADO** AGO 06 2012

**MUESTRA** REPOLLO TRATAMIENTO 1  
**DATOS ADICIONALES** Respuesta agronomica del cultivo de repollo a la aplicacion de dos abonos organicos, residuos de galeria y residuos de cosecha de finca cafetera.  
**LOTE** N/A  
**CONDICION** SOLIDO

**RESULTADO MICROBIOLÓGICO**

ANALISIS	METODO	ESPECIFICACION	RESULTADO
NMP de Coliformes Totales / g	NTC 4516	< 150	< 3
NMP de Coliformes Fecales 45 °C / g	INVIMA	< 3	< 3
Salmonella en 25 g	NTC 4574	AUSENCIA	AUSENCIA
Recuento de Aerobios Mesofilos	NTC 4519	---	320.000
Recuento de Mohos	INVIMA	---	100
Recuento de Levaduras	INVIMA	---	< 10
Investigacion de Escherichiae Coli	ISO 7251	---	AUSENCIA
Listeria Monocytogenes	INVIMA	---	AUSENCIA
Shiguella	NCT 4574	---	AUSENCIA

**ESPECIFICACIÓN SEGUN INVIMA. ENSALADAS DE FRUTAS O VERDURAS**

NOTA:  
 La muestra analizada cumple con los parámetros establecidos.  
 El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.  
 No se permite la reproducción total o parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

MARIA TERESA ANGEL  
 BACTERIOLOGA TP 115  
 JEFE DE LABORATORIO



**ANEXO L. RESULTADO MICROBIOLÓGICO DEL REPOLLO SEMBRADO EN LAS PARCELAS DONDE SE APLICO COMPOST DE PLAZAS DE MERCADO.**



**EMPRESA** JUAN MANUEL MUÑOZ CUELLAR  
**RESP.** JUAN MANUEL MUÑOZ CUELLAR  
**AREA** .  
**TEL/FAX** 3134824317  
**DIRECCION** .

**REFERENCIA** 120743119  
**CODIGO INTERNO** PART 1673  
**FECHA RECEPCION** JUL 30 2012  
**FECHA RESULTADO** AGO 06 2012

**MUESTRA** REPOLLO TRATAMIENTO 2  
**DATOS ADICIONALES** Respuesta agronomica del cultivo de repollo a la aplicacion de dos abonos organicos, residuos de galeria y residuos de cosecha de finca cafetera.  
**LOTE** N/A  
**CONDICION** SOLIDO

**RESULTADO MICROBIOLÓGICO**

ANALISIS	METODO	ESPECIFICACION	RESULTADO
NMP de Coliformes Totales / g	NTC 4516	< 150	< 3
NMP de Coliformes Fecales 45 °C / g	INVIMA	< 3	< 3
Salmonella en 25 g	NTC 4574	AUSENCIA	AUSENCIA
Recuento de Aerobios Mesofilos	NTC 4519	----	1.800
Recuento de Mohos	INVIMA	---	< 10
Recuento de Levaduras	INVIMA	----	< 10
Investigacion de Escherichiae Coli	ISO 7251	----	AUSENCIA
Listeria Monocytogenes	INVIMA	----	AUSENCIA
Shiguella	NTC 4574	----	AUSENCIA

**ESPECIFICACIÓN SEGUN INVIMA. ENSALADAS DE FRUTAS O VERDURAS**

**NOTA:**  
 La muestra analizada cumple con los parámetros establecidos.  
 El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.  
 No se permite la reproducción total o parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

MARIA TERESA ANGEL  
 BACTERIOLOGA TP 115  
 JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO M. RESULTADO MICROBIOLÓGICO DEL REPOLLO SEMBRADO EN LAS PARCELAS DONDE NO SE APLICÓ NINGÚN TIPO DE COMPOST.**



**EMPRESA** JUAN MANUEL MUÑOZ CUELLAR  
**RESP.** JUAN MANUEL MUÑOZ CUELLAR  
**AREA** .  
**TEL/FAX** 3134824317  
**DIRECCION** .

**REFERENCIA** 120743108  
**CODIGO INTERNO** PART 1670  
**FECHA RECEPCION** JUL 30 2012  
**FECHA RESULTADO** AGO 06 2012

**MUESTRA** REPOLLO TRATAMIENTO 0  
**DATOS ADICIONALES** Respuesta agronomica del cultivo de repollo a la aplicacion de dos abonos organicos, residuos de galeria y residuos de cosecha de finca cafetera.  
**LOTE** N/A  
**CONDICION** SOLIDO

**RESULTADO MICROBIOLÓGICO**

ANALISIS	METODO	ESPECIFICACION	RESULTADO
NMP de Coliformes Totales / g	NTC 4516	< 150	< 3
NMP de Coliformes Fecales 45 °C / g	INVIMA	< 3	< 3
Salmonella en 25 g	NTC 4574	AUSENCIA	AUSENCIA
Recuento de Aerobios Mesofilos	NTC 4519	---	104.000
Recuento de Mohos	INVIMA	---	< 10
Recuento de Levaduras	INVIMA	---	< 10
Investigación de Escherichiae Coli	ISO 7251	---	AUSENCIA
Listeria Monocytogenes	INVIMA	---	AUSENCIA
Shiguella	NTC 4574	---	AUSENCIA

**ESPECIFICACIÓN SEGUN INVIMA. ENSALADAS DE FRUTAS O VERDURAS**

**NOTA:**

La muestra analizada cumple con los parámetros establecidos.

El resultado aplica únicamente a la muestra recibida y analizada.

No se permite la reproducción total o parcial de este documento sin autorización expresa del laboratorio.

  
 MARIA TERESA ANGEL  
 BACTERIOLOGA TP 115  
 JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO N. RESULTADO DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LAS MUESTRAS DE LOS COMPOSTAJES.**

Muestra No.	Identificación
1	Abono Orgánico. Procedente de residuos de fincas cafeteras recibida el 29 de febrero de 2012
2	Abono Orgánico. Procedente de residuos de plaza de mercado recibida el 29 de febrero de 2012

**TABLA 1: RESULTADO DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE MUESTRAS DE ABONO ESTUDIANTES FACIA RECIBIDA 29 FEBRERO DE 2012**

Parámetro			Método	Interpretación
	C1	C2		
Humedad (%)	10.64	10.80	Pérdida por calentamiento	Baja
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0.67 ± 0.00011	0.66 ± 0.00064	Volumétrico	Adecuado
Conductividad Eléctrica (m <sup>2</sup> m)	8.86	14.75	Conductímetro	
CRA (g/100g abono)	136.28	136.76	Volumétrico	Adecuado
Material Superior a 2mm (%)	36.38	38.30	Tamizaje malla No. 10	Muy alto
Cenizas (%)	57.01	38.57	Calcinación	Adecuado
Pérdidas por Calcinación (%)	42.99	61.43	Calcinación	Adecuado
pH	7.47	7.12	Volumétrico	Adecuado
Carbonatos	2.07	4.45	Potenciométrico	Adecuado
Carbono orgánico (C%)	14.31 ± 0.1406	15.79 ± 0.1776	Walckley-Black Colorimétrico	C1 Bajo C2 adecuado
Materia Orgánica (%MO)	24.68	27.22	Calculado	C1 Bajo C2 adecuado
C/N	15.5857	13.9228		Adecuada
Capacidad de intercambio catiónico (meq/100g)	53.97	52.77	Acetato de amonio - Volumétrico	Alta
Nitrógeno total (%N)	0.92	1.13	Kjeldah	C 1 Bajo C2 adecuado
Fósforo Total (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.29 ± 0.077	1.07 ± 0.008	Colorimétrico 660nm (Previa digestión Humeda)	Adecuado
Fósforo disponible (P mg/ Kg )	61.92	23.86	Colorimétrico 660nm(Bray II)	Se podría considerar fuente de P
Fósforo orgánico(% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.37	0.24	Colorimétrico (Previa Digestión con ácido Sulfúrico)	Bajo
Fósforo inorgánico(% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.92	0.83	Colorimétrico (Previa Digestión con	Alto

				ácido Sulfúrico)	
<b>Potasio total (% K<sub>2</sub>O)</b>		2.31 ± 0.029	1.92 ± 0.019	Digestión-EAA	Adecuado
<b>Calcio total (% CaO)</b>		4.88 ± 0.059	5.09 ± 0.182	Digestión-EAA	Se puede considerar como Fuente de Ca
<b>Magnesio total( %MgO)</b>		1.50 ± 0.007	1.47 ± 0.022	Digestión-EAA	Adecuado
<b>Sumatoria NPK</b>		4.52	4.12	Matemática	Baja
<b>Sodio total (% Na)</b>		0.767 ± 0.012	1.167 ± 0.033	Digestión-EAA	Adecuado
<b>Extracto Humico Total</b>	<b>%C</b>	1.01	1.94	NTC5167 Colorimétrico	
<b>Acidos Fulvicos</b>	<b>%C</b>	0.32	1.90	NTC5167 Colorimétrico	
<b>Acidos Humicos</b>	<b>%C</b>	0.05	0.04	NTC5167 Colorimétrico	
<b>C no extraible</b>	<b>%C</b>	11.23	9.40	NTC5167 Colorimétrico	
<b>(CAH/CEHT)*100</b>	<b>%</b>	4.95	2.06	Calculado	

La interpretación se hace con base en la NORMA NTC 5167 (2011-03-23 Segunda Actualización) y considerando que Uds. remiten esta muestra como abono orgánico. El alto contenido de P proviene de fuente mineral. No se podría considerar como enmienda orgánica húmica, pero sí como abono orgánico por el contenido de C orgánico total.

Estos análisis se hicieron con la colaboración de los estudiantes: Ghissel Sánchez Meza, Yuly Artunduaga Narváez, Adriana López Gómez y Cristian Samboni integrantes del grupo de Agroquímica

Se debe triturar el material antes de empezar el proceso de compostaje, puesto que el % de material superior a 2 mm está muy alto

Cordialmente

Isabel Bravo R.  
Directora Grupo Agroquímica Unicauca