

OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE FOLIAR A PARTIR
DE JUGO DE FIQUE VARIEDAD NEGRA COMÚN (*Furcraea gigantea*), EN UN
CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*) VARIEDAD *Cicla L.* EN EL MUNICIPIO DE
GUATARILLA, DEPARTAMENTO DE NARIÑO

JHON JAIRO DÍAZ MORA
GIOVANNY ALEJANDRO MENESES ARMERO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2012

OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE FOLIAR A PARTIR
DE JUGO DE FIQUE VARIEDAD NEGRA COMÚN (*Furcraea gigantea*), EN UN
CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris*) VARIEDAD *Cicla L.* EN EL MUNICIPIO DE
GUATARILLA, DEPARTAMENTO DE NARIÑO

JHON JAIRO DÍAZ MORA
GIOVANNY ALEJANDRO MENESES ARMERO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Director:
JULIÁN MARCELO ACOSTA
Ingeniero Agroindustrial

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2012

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1° del acuerdo 324 de Octubre de 1966 emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

Nota de aceptación:

MSc. Olga Lucía Benavides

MSc. Francisco Torres Martínez

San Juan De Pasto, Mayo de 2012

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Nariño y a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial por permitirnos culminar nuestra carrera profesional formándonos tanto académica como personalmente para el servicio de la región.

A nuestro director de tesis, el ingeniero Julián Acosta por su interminable paciencia, y su asesoría en el transcurso de esta investigación.
Grupo de investigación de Tecnologías Agroindustriales Emergentes (TEA), y a su director Ph.D. Andrés Hurtado Benavides, por su apoyo y asesoría.

Ph. D Hugo Ruiz, por su asesoría y confianza.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme la vida hasta este punto de mi camino y ser mi guía en todo el transcurso de este proceso.

A mi madre Mary Lucía Mora Andrade por ser mi apoyo incondicional tanto en buenos, como en malos momentos de mi carrera y por saber confiar en mí y en mis capacidades haciéndome sentir el ser mas importante de su vida.

Jhon Jairo Díaz Mora.

A Dios Santo por concederme la vida y permitirme alcanzar mis objetivos, por su ayuda y compañía en el transcurso de mi carrera.

A mi madre Alba Nelly Armero por todo su apoyo en todo momento, sus consejos y su confianza, a mi padre Amador Meneses Perdomo por su colaboración en los momentos difíciles, sus enseñanzas y por confiar en mí en todo momento.

Giovanny Alejandro Meneses Armero

RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre los meses de octubre del 2010 y mayo de 2011, en la vereda de San Alejandro ubicado a 8 Km del municipio de Guaitarilla, Departamento de Nariño, situado a una altura de 2200 msnm con temperatura promedio de 19 °C.

Teniendo en cuenta como objetivos evaluar cinco biofertilizantes de producción artesanal elaborados con jugo de fique (*Furcraea gigantea*) fermentado en comparación con un testigo absoluto, un fertilizante comercial foliar y un caldo Super 4, además establecer desde el punto de vista técnico y económico la mejor recomendación para la fertilización orgánica foliar de la acelga (*Beta vulgaris* variedad *cicla L.*).

En la elaboración de los cinco biofertilizantes con jugo de fique (*Furcraea gigantea*) fermentado se hizo varias formulaciones: para T1 con 48.5% v/v jugo de fique y 51.5% p/p bovinaza, para T2 con 65% v/v jugo de fique y 68% p/p bovinaza, para T3 con 32% v/v jugo de fique y 35% p/p bovinaza, para T4 con 65% v/v jugo de fique y 35% p/p bovinaza, T5 con 32% v/v jugo de fique y 68% p/p bovinaza y el caldo Super 4 68.7% v/v agua destilada con 31.3% p/p bovinaza.

El lote experimental fue dividido en 39 parcelas de 3m x 4m de longitud, dividida en 3 franjas con 13 parcelas cada una.

Se trabajó con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 13 tratamientos y dos réplicas. Los datos obtenidos se interpretaron estadísticamente por medio de análisis de varianza y la prueba de significancia de Fisher LCD con un nivel de confianza de 95.

Los mejores rendimientos fueron obtenidos con el tratamiento T3 dosis 50ml/ bomba con 5.34 ton/ha, seguido por el caldo T1 dosis 100 ml/bomba y T5 dosis 50 ml/bomba con 4.85 ton/ha y 4.82 ton/ha, el tratamiento de menor desempeño fue el T2 dosis 50 ml/ bomba, con solo 3.38 ton/ha.

Para altura de planta, se destacó el caldo S4 con 28.04 cm, seguido por T3 y T5 con 26.68 y 24.89 cm.

ABSTRACT

The present work was made between months of October of 2010 to May of 2011 in the footpath of San Alejandro located to 8 Km from Guaitarilla town, Department of Nariño, located to a height of 2200 meters above sea level, with a mean temperature of 19°C.

Taking into account the goals evaluate five artisanal production biofertilizers juice made from sisal (*Furcraea gigantea*) fermented compared to absolute control, a commercial fertilizer and broth foliar Super broth 4 also established from the point of technically and economically the best recommendation for foliar organic fertilizer in the Swiss chard (*Beta vulgaris* variedad *cicla* L.).

In developing the five sisal juice biofertilizers (*Furcraea gigantea*) made several formulations fermented for T1 to 48.5% v / v sisal juice and 51.5% w / w bovinaza to T2 with 65% v / v juice sisal and 68% w / w bovinaza to T3 with 32% v / v sisal juice and 35% w / w bovinaza to T4 with 65% v / v sisal juice and 35% w / w bovinaza, T5 with 32 % v / v sisal juice and 68% p / p and bouillon Super bovinaza 68.7% v / v distilled water with 31.3% w / w bovinaza.

The experimental plot was divided into 39 plots of 3m x 4m in length, divided into 3 strips with 13 plots each.

We worked with a design of a randomized complete block (RCBD) with 13 treatments and two replications. The data were interpreted statistically by analysis of variance and Fisher's significance test LCD with a confidence level of 95.

The best yields were obtained with T3 treatment dose 50ml / pump 5.34 ton / ha, followed by the T1 broth 100 ml dose / dose T5 pump and 50 ml / pump with 4.85 ton / ha and 4.82 ton / ha, the treatment of T2 performance was lower dosage 50ml / pump, with only 3.38 ton / ha.

For plant height, stood out the stock S4 with 28.04 cm, followed by T3 and T5 26.68 and 24.89 cm.

CONTENIDO

Pág.

	INTRODUCCIÓN	16
1.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	18
2.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	19
3.	OBJETIVOS.....	21
3.1	OBJETIVO GENERAL	21
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4.	MARCO TEÓRICO	22
4.1	EL FIQUE.....	22
4.1.1.	Los jugos del fique	24
4.1.2.	La estopa y el bagazo.....	26
4.2	EXTRACTOS VEGETALES.....	26
4.2.1	Investigaciones con extractos vegetales:.....	26
4.2.2	Investigaciones con jugo de fique	27
4.3	FERTILIZACIÓN	29
4.3.1.	Fertilización foliar	29
4.3.2.	Fertilización edáfica	30
4.3.3.	Complejación y quelación	30
4.3.4.	Fertilizantes.....	30
4.4	BIOFERTILIZANTES FOLIARES O BIOLES.....	32
4.4.1	Ventajas	34
4.4.2.	Dosificación de los bioles.....	34
4.4.3.	Composición De Bioles.....	34
4.5	CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE ACELGA (Beta vulgaris variedad cicla L.).....	40
4.5.1.	Generalidades.....	40
4.5.2.	Taxonomía y morfología	41
4.5.3.	Condiciones agroclimáticas	42

5.	METODOLOGIA	46
5.1	LOCALIZACIÓN.....	46
5.2	OBTENCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	46
5.2.1.	Obtención del Jugo de Fique Fermentado	46
5.2.2.	Obtención de estiércol bovino.....	47
5.2.3.	Diseño experimental para la Formulación de los biofertilizantes	48
5.2.3.1.	Variable de respuesta	49
5.3	ELABORACIÓN DE LOS BIOFERTILIZANTES	49
5.3.1.	Elaboración de los biofertilizantes a base de jugo de fique.....	49
5.3.2.	Elaboración del biofertilizante a base de agua o Súper 4	50
5.3.3	Tapado de los recipientes	50
5.4	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PRUEBA EN CAMPO SOBRE UN CULTIVO DE ACELGA (<i>Beta vulgaris</i> variedad <i>cicla L.</i>)	51
5.4.1.	Descripción de zona de estudio	51
5.4.2.	VARIABLES DE RESPUESTA	52
5.4.2.1.	Obtención de area útil.....	54
5.5	LABORES CULTURALES DEL CULTIVO DE ACELGA (<i>Beta vulgaris</i> variedad <i>cicla L.</i>)	54
5.5.1.	Preparación de terreno	54
5.5.2.	Siembra.....	55
5.5.3.	Control de hierbas.....	56
5.5.4.	Control de plagas y enfermedades	56
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	57
6.1.	ANÁLISIS DE SUELOS.	57
6.2.	VARIABLES FITOMETRICAS.	59
6.2.1.	Altura de planta.....	59
6.2.2.	Numero de hojas.....	61
6.2.3	Ancho de hojas.	62
6.3	RENDIMIENTO POR HECTAREA.....	67
6.4	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.....	69

6.5	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	72
	CONCLUSIONES.....	75
	RECOMENDACIONES.....	76
	BIBLIOGRAFÍA.....	77
	ANEXOS.....	85

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estructura física de la hoja de fique	22
Tabla 2. Composición mineralógica del fique	23
Tabla 3. Composición química de la hoja de fique	24
Tabla 4. Composición química de la acelga	42
Tabla 5. Niveles de los factores	48
Tabla 6. Diseño Experimental para formulación de los biofertilizantes	48
Tabla 7. Procedimiento para la dosificación de los minerales e insumos	49
Tabla 8. Disposición de los ensayos	52
Tabla 9. Reporte inicial de análisis de suelos agrícolas.	57
Tabla 10. Reporte final de análisis de suelos agrícolas	58
Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta.	59
Tabla 12. Prueba de rangos múltiples para altura de planta por tratamiento..	60
Tabla 13. Análisis de varianza para número de hojas.	61
Tabla 14. Análisis de varianza para ancho de hojas.	62
Tabla 15. Prueba de rangos múltiples para ancho de hoja por tratamiento y dosis	63
Tabla 16. Análisis de varianza para longitud de hoja.	65
Tabla 17. Prueba de rangos múltiples para longitud de hoja por tratamiento y dosis.	65
Tabla 18. Análisis de varianza para total de rendimiento.	67
Tabla 19. Prueba de rangos múltiples para rendimiento total por tratamiento.	67
Tabla 20. Reporte análisis bromatológico de los bioles T3 y T2	70
Tabla 21. Comparación entre los bioles T3 y T2 con norma NTC 5167.	71
Tabla 22. Evolución en la composición química del biofertilizante a través del tiempo.	72
Tabla 23. Costo de los insumos y materias primas.	73
Tabla 24. Costos variables.	73

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Área cosechada y producción de fique en Nariño (2005 - 2010)	23
Figura 2. Industrialización de los productos del fique	25
Figura 3. Biodigestor sencillo	33
Figura 4. Plantas de acelga.	40
Figura 5. Producción y hectáreas de acelga (1997 - 2010)	41
Figura 6. Filtración del jugo de fique fermentado	47
Figura 7. Recolección de estiércol bovino	47
Figura 8. Elaboración de los biofertilizantes.	48
Figura 9. Dosificación de las sales minerales.	50
Figura 10. Muestreo para altura de planta.	52
Figura 11. Medida de la longitud de hoja.	53
Figura 12. Medida del ancho de hoja.	53
Figura 13. Rendimiento por tratamiento.	54
Figura 14. Desinfección del lote.	55
Figura 15. Trasplante de plántulas de acelga.	55
Figura 16. Cultivo de acelga.	56
Figura 17 . Grafica de medias para altura de planta.	60
Figura 18. Evolución de los muestreos en altura de planta.	61
Figura 19. Evolución de los muestreos para número de hojas.	62
Figura 20. Interacción tratamiento - dosis en cosecha 1.	64
Figura 21. Interacción tratamiento - dosis en cosecha 2.	64
Figura 22. Interacción tratamiento – dosis para longitud de hoja cosecha 2.	66
Figura 23. Interacción dosis - tratamiento para rendimiento.	68

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Composición de Fertilizante Químico Cosechando	86
Anexo B. reporte de resultados laboratorio bromatología	87
Anexo C. Reporte análisis de suelos agrícolas	89

GLOSARIO

Biol: Son productos naturales, resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal y/o animal; sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida en el suelo, la capacidad de retención de humedad, activar su capacidad biológica, y por ende mejorar la producción y productividad de los cultivos.

Extracto vegetal: Son el resultado de la maceración, infusión o extracción con solventes de hojas, tallos, flores o raíces de plantas que dentro de sus componentes poseen ingredientes activos de interés para la industria de la medicina, alimentación o de cosméticos.

Agricultura Orgánica: Es un sistema de manejo holístico de la producción que promueve y mejora la salud del ecosistema, incluyendo los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, y se basa en el uso mínimo de insumos externos y evita los fertilizantes y plaguicidas sintéticos.

Biodigestor: Es un contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita material orgánico como excrementos de animales, desechos vegetales, etc en determinada dilución de agua para que en la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio.

Jugo de fique: Resulta del desfibrado de la hoja de fique, es una suspensión de composición variable, por su contenido en saponinas, es un líquido de alta capacidad biocida.

INTRODUCCIÓN

Debido al fortalecimiento de la cadena productiva del fique en el departamento de Nariño (Agenda Interna, 2006), se ha propuesto el aprovechamiento de los subproductos del beneficio de la fibra, por ejemplo del jugo de fique se hace la extracción de hecogenina y tigogenina usadas en la industria farmacéutica por ser precursores de hormonas, corticoides y otros medicamentos (Peinado y Ospina, 2006).

En Nariño se producen aproximadamente 103.000 ton/año jugo de fique (Ecofibras, 2005) producto del beneficio de las fibras de esta planta, cuyos filamentos sirven para la elaboración de cabuya, artesanías y otra gran diversidad de productos, representando únicamente el 4% del total de la planta; el 96 % restante, corresponde al bagazo y al jugo que en general se desechan hacia las quebradas generando un gran problema ambiental (Peinado y Ospina, 2006).

En la actualidad, como resultado del uso intensivo de Agrotóxicos y fertilizantes de síntesis química con altas concentraciones de nutrientes en la agricultura ha promovido diversos problemas del orden ambiental, como la contaminación de alimentos, el agua y el suelo, desequilibrios biológicos por la eliminación de organismos benéficos, eutrofización y surgimiento de resistencia de patógenos y plagas, reducción de la diversidad, disminución en la fertilidad de los suelos y en algunos casos intoxicación de trabajadores del agro (Montoya, 2002), los agricultores en la actualidad demandan nuevas y mejores prácticas agrícolas que permitan optimizar la nutrición de los cultivos para llegar a obtener productos sostenibles y sustentables, enmarcados dentro de la tendencia de protección y conservación del medio ambiente, al tiempo que abarata costos y mejora la productividad y calidad de los cultivos (Palacios, 2001).

Por la importancia de la fertilización orgánica en los cultivos agrícolas y por ende de la salud humana, se propuso aprovechar el jugo de fique, desarrollar a nivel de laboratorio un fertilizante foliar orgánico, y evaluar su efectividad en la fertilización de un cultivo de acelga (*Beta vulgaris* variedad *cicla L.*) para así brindar una alternativa económica y ambiental a los agricultores para su ahorro en la compra de agroinsumos de síntesis química.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Cada año en nuestro país, cerca de 80 millones de litros de jugo de fique resultan como desecho, producto de la extracción de las fibras de esta planta, cuya materia prima central son los filamentos que sirven para la elaboración de cabuya, artesanías y otra gran diversidad de productos. La cabuya del fique representa únicamente el 4% del total de la planta; el 96 % restante, corresponde al bagazo y al jugo que en general se desechan hacia las quebradas (Peinado y Ospina, 2006).

En el beneficio del fique, por cada 1.000 Kg de hoja verde en promedio se genera alrededor de 480 Kg. de bagazo fresco (húmedo), 320 L. de jugo y 200 Kg. de fibra húmeda; y de igual manera se obtienen 6 litros de jugo y 8,8 Kg. de bagazo por cada Kg. de fibra seca (Reyes, 2006).

Para el año 2010, Nariño tuvo una producción en fique de 7.987 toneladas, lo que equivale aproximadamente a 5'591.000 litros de jugo de fique (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010), que muy posiblemente la mayoría se vertieron sobre los cuerpos de agua.

Ambientalmente el jugo de fique es un residuo agroindustrial altamente contaminante que se produce y vierte en grandes cantidades hacia los cuerpos de agua, pero Acevedo (2004) reporta que los jugos de fique contienen sustancias y minerales que contribuyen a enriquecer la microbiota del suelo y a su fertilización. Además en diferentes investigaciones se reporta el uso de los jugos de fique como bio-insumos orgánicos que presentan un mínimo efecto perjudicial frente a la biodiversidad en comparación con los agroquímicos tradicionales.

Además hay que resaltar que en Colombia la baja rentabilidad en el procesamiento de la planta de fique, según Peinado y Ospina (2006) solo se obtiene 2 Kg de fibra por planta al año, la introducción de empaques de yute y el plástico al mercado nacional, en especial los empaques plásticos cuyos precios se encuentran por debajo del empaque de la fibra de fique, han ocasionado un decrecimiento en el sector fiquero hasta el punto de considerarse como un sector deprimido de la economía Colombiana.

2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Actualmente del fique se aprovecha la fibra que es solo el 4% y se desperdicia el 96% restante (jugos y bagazo) los cuales pueden ser utilizados para producir abonos orgánicos, producción de champiñones, orellanas y concentrados, la utilización del jugo del fique para producir saponinas, utilizadas para la elaboración de insecticidas, fungicidas, herbicidas, detergentes, jabones y champús, también es utilizado para la obtención de hecogenia y tigogenia de las cuales se obtienen importantes subproductos como grasas, azúcares y alcoholes de gran demanda y valor para la industria farmacéutica (Peinado y Ospina, 2006).

De los productos a los que se les atribuye un mayor valor agregado en el futuro de la cadena productiva de fique (Castellanos y Torres, 2009) se encuentran aquellos derivado de los jugos, de ahí que son varias las investigaciones que abarcan su utilización en la fabricación de productos como los nombrados a continuación:

- Plaguicida (Insecticida, Fungicida o Herbicida).
- Sapogeninas (hecogenina y Tigogenina).
- Sulfato de sodio
- Azúcares
- Polialcoholes
- Fertilizantes orgánicos
- Ácidos grasos
- Agentes tensoactivos biodegradables
- Bebidas (Fermentadas, alcohólicas)

Es importante anotar que en el país se han realizado investigaciones para el aprovechamiento de jugos y bagazos del fique, convirtiendo estos en subproductos del proceso y no en residuos. A medida que se presenten desarrollos tecnológicos asociados a la cadena productiva del fique, igualmente el beneficio puede ser llevado a centros de beneficio comunitarios, donde el almacenamiento de jugos, bagazos y aguas contaminadas no sea un problema que aumente los costos de operación.

Sin embargo no se ha encontrado trabajos de investigación enfocados en el uso del jugo de fique fermentado como un fertilizante, por otro lado el uso del jugo de fique en la agricultura tradicional ha sido empírico y existen experiencias por parte de agricultores quienes hablan de las bondades de su utilización como repelente, fertilizante líquido, con propiedades curativas en enfermedades foliares, de actividad sistémica, como herbicida, fungicida e insecticida (Corpocauca, 2007). Pero hasta ahora no se ha propuesto el uso del jugo de fique fermentado como un

bio-fertilizante de uso foliar y verificar su eficacia en el campo sobre un cultivo de plantas.

Cabe aclarar que los productos derivados del jugo de fique y demás productos no tradicionales de la cadena aún se encuentran en etapa de investigación y su producción a nivel de planta piloto es labor de los investigadores del sector.

Debido a que la producción orgánica posee cada vez más un creciente mercado, la demanda de los fertilizantes foliares está empezando a tener cambios importantes debido a una fuerte tendencia mundial hacia la preferencia de productos elaborados a base de elementos biológicos, y las empresas que manejan productos hechos de materias primas biológicas están adquiriendo una mayor fuerza, capturando gran parte del mercado (Tovar, 2007). En el trabajo de Oliva y Patiño (2006), solo en el municipio de Ricaurte (Nariño), para el año 2011 se proyectó una demanda de abonos líquidos orgánicos de 131.872 litros.

Con la ejecución del presente proyecto se pretende evaluar el efecto del jugo de fique fermentado como fertilizante de aplicación foliar, evitando el desperdicio de este valioso subproducto.

La importancia de realizar este trabajo radica en aumentar el grado investigativo para ampliar el estado del arte en cuanto al proceso productivo que comprende la industrialización del jugo de fique, sin mencionar que es una gran oportunidad para el desarrollo agroindustrial dentro del departamento de Nariño.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un biofertilizante foliar a partir de jugo de fique fermentado de la variedad Negra Común (*Furcraea gigantea*).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener un biofertilizante de aplicación foliar a partir del jugo de fique fermentado.
- Establecer la eficiencia del biofertilizante foliar obtenido a partir del jugo de fique sobre la productividad de un cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* variedad *cicla* L.)
- Evaluar la relación costo / beneficio de la producción y utilización del biofertilizante foliar.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 EL FIQUE

Fique (*Angiopermae Furcraea Bedinghausii*) perteneciente a la familia de las agaváceas. Crece a temperaturas entre los 18° y 24° C, a una altura entre 1300 y 1900 msnm, con una humedad entre el 50% y 70% y una precipitación de 1000 a 1600 mm anuales, con luminosidad promedio de 5 a 6 horas diarias, su cultivo solo es posible en regiones donde prevalecen las condiciones de trópico durante la mayor parte del año; es una planta rústica como pocas, que se adapta a variadas condiciones agroecológicas, lo que le ha valido ser considerada como una planta de tercera categoría (Corpocauca, 2007).

Esta planta produce fibras largas duras y resistentes, jugos con propiedades químicas naturales ideales para la industria farmacéutica, bagazos aptos para el sector de la construcción entre otros y la estopa materia prima para producir pulpa de papel (Mejía, 1974), en Colombia esta planta crece casi en todos los climas, desde las llanuras costeras hasta los 3.000m de altura.

El Fique es considerado como una planta rehabilitadora de suelos pobres y erosionados, su sistema radicular es rico en nitrógeno y sus raíces proporcionan materia orgánica.

Esta fibra clara, dura, larga y resistente posee atributos importantes para la producción de cordeles, empaques y textiles entre otros. Se combina con otras fibras naturales para diversificar la gama de productos. (Depto. Del Cauca, 2007)

Tabla 1. Estructura física de la hoja de fique

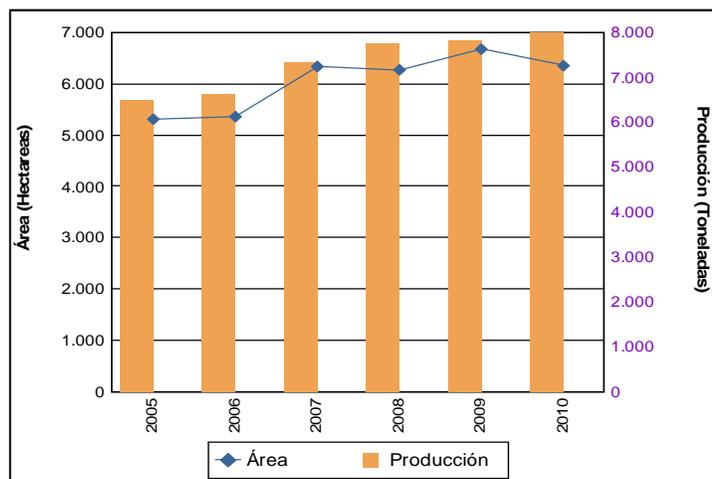
Componente	Porcentaje en la Hoja	Porcentaje útil	Usos
Fibra	5	4	Industria Textil y empaques
Jugo	70	40	Extracción de esteroides
Estopa	8	3	Pulpa de papel
Bagazo	17	10	Material de construcción y abonos

Fuente: Arroyave y Velásquez, 2001

En Colombia el cultivo de fique es muy importante, pero la baja rentabilidad en el procesamiento de la planta de fique, la introducción de empaques sintéticos en el mercado nacional, en especial el empaque de yute y el plástico cuyos precios se encuentran por debajo del empaque de la fibra de fique, han ocasionado un

decrecimiento en el sector figuero hasta el punto de considerarse como un sector deprimido de la economía Colombiana.

Figura 1. Área cosechada y producción de fique en Nariño (2005 - 2010)



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2011

Tabla 2. Composición mineralógica del fique

Elementos	Cenizas (%)	Hoja (%)	Fibra (%)
Nitrógeno	6.84	1.32	0.22
Fósforo	0.58	0.49	0.04
Potasio	0.61	7.56	0.26
Calcio	1.51	3.58	0.96
Magnesio	0.11	0.72	0.1
Sodio	0.42	0.4	0.55
Hierro	0.98	52.5 ppm	31.6 ppm
Cobre	0.03	8.1 ppm	1.4 ppm
Manganeso	0.06	45.6 ppm	9.4 ppm
Zinc	0.06	35ppm	16.9ppm
Boro	Trazas	14.5 ppm	1.8ppm
Cobalto	Trazas	Trazas	Trazas
Cloro	0.15	Trazas	Trazas

Fuente: Peinado y Ospina, 2006

Tabla 3. Composición química de la hoja de fique

Fibra		Jugo	Bagazo	
Cenizas	0,70%	Clorofila	Cenizas	0,122
Celulosa	73,80%	Carotenoides	EE.	0,0364
Resinas, ceras y grasas	1,90%	Saponinas Azúcares	Proteínas Elementos Nitrogenados	9,84% 71,29%
Lignina	11,30%	Resinas	Calcio	0,2165
Pentosanos	10,50%	Flavonoides Ácidos orgánicos	Fósforo Magnesio	0,09% 0,2%
TOTAL	98,20%	Alquitranes Agua Lignina Calcio Lipoides Fósforo	Fósforo Sodio Cobre Hierro Manganeso Zinc	1,81% 0,04% 14ppm 647ppm 33ppm 17ppm

Fuente: Arroyave y Velásquez, 2001

4.1.1. Los jugos del fique: Gran parte de la hoja de la planta de fique es jugo útil, especial para la producción de sapogeninas: hecogénina y tigogénina, etanol y otras sustancias empleadas en la industria farmacéutica, es una suspensión con características variables según la edad, estación del año y la fertilidad del suelo. Ambientalmente el jugo de fique es un residuo agroindustrial altamente contaminante que se produce en grandes cantidades ya que el jugo constituye el 70%, además se reporta que el jugo de fique es más tóxico que el fungicida mancozeb y que el herbicida propanil (Peinado y Ospina, 2006) en un bioensayo con peces realizado por Martínez y Caicedo (2002), afirman que el jugo solo es superado en toxicidad por el insecticida clorpirifos, que con una cantidad muy pequeña de 0.007 mg/l puede causar la muerte de la mitad de la población de peces estudiada.

El jugo posee las siguientes características (Peinado y Ospina, 2006):

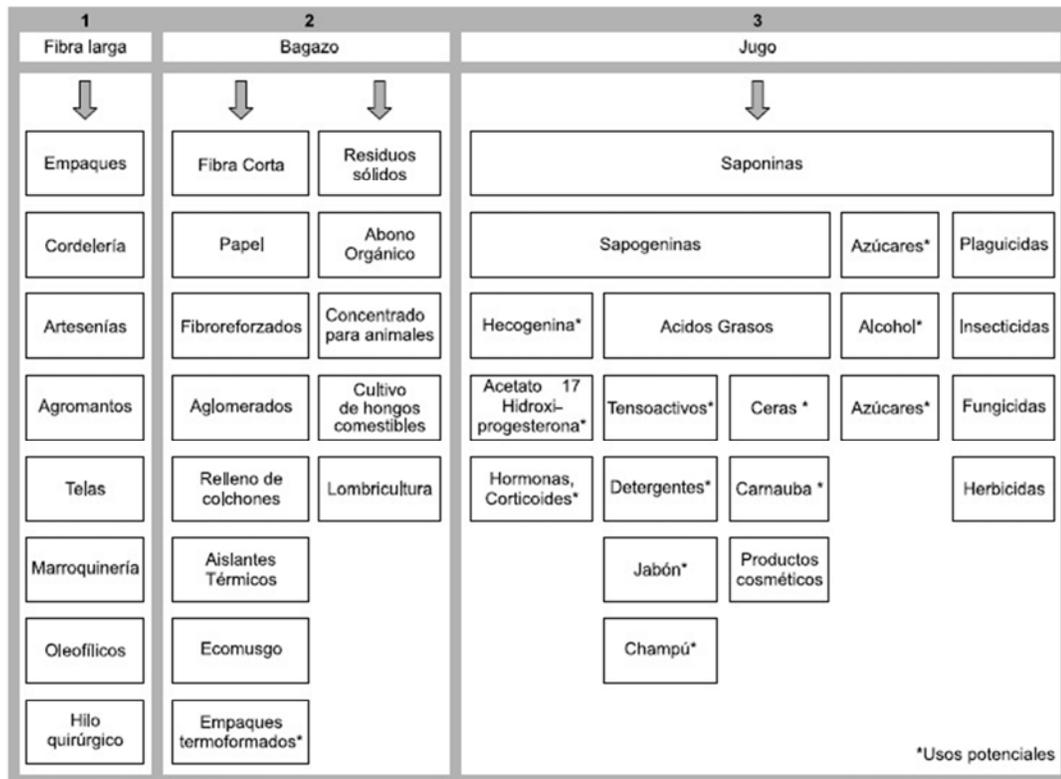
- De color verde ocre, tiene un olor característico fuerte, y es muy corrosivo.
- Su densidad media a escala experimental es de 1.02 Kg./L y su pH varía entre 4-5.

Sus constituyentes se conocen en forma cualitativa, siendo agua, celulosa, materia orgánica y minerales, con los siguientes valores porcentuales:

- 85% humedad.
- 6% celulosa. (D-glucosa)
- 8% parte orgánica y amorfa (Con sacarosa, proteínas, nitrógeno, fósforo, calcio, potasio, saponinas y sapogeninas).
- 1% Minerales.

Hay indicios que en el sector rural, el jugo de fique se usa de forma empírica como insecticida, herbicida, fungicida, rodenticida, microbicida, acaricida, nematocida y otros (Peinado y Ospina, 2006). En el departamento de Antioquia, el agricultor del sector fiquero aprovecha el jugo y bagazo desechado como bioplaguicida y biofertilizante producido en su propia finca para mantener su cultivo de fique (Compañía De Empaques S.A., 2004).

Figura 2. Industrialización de los productos del fique



Fuente: Peinado y Ospina, 2006

(Acosta y Bolaños, 2008) recomiendan recolectar el jugo de fique y luego dejar fermentar para reducir su toxicidad; en el proceso de auto-fermentación se producen los siguientes cambios: Precipitación de las sapogeninas, principalmente en la forma de mono y di- glicósidos, y el precipitado hidrolizado parcialmente se deposita en el fondo del recipiente constituyendo éste procedimiento una manera

natural de concentrar el material que contiene las sapogeninas. Este depósito representa cerca de 1/7 del volumen original del jugo y contiene cerca del 80 % de las sapogeninas originalmente presentes. El 20% restante está en el sobrenadante, que se desechó.

4.1.2. La estopa y el bagazo: Poseen propiedades especiales para la producción de pulpa de papel, materiales para la construcción, biomantos, aislantes térmicos entre otros, por sus características fibrosas se convierte en una excelente alternativa para este sector y contribuye con la conservación ambiental (Depto. Del Cauca, 2007).

4.2 EXTRACTOS VEGETALES

Roselló (2003), los define como productos a base de sustancias producidas por las plantas, las cuales se han extraído por medios físicos (maceración, infusión) o químicos (purificación, uso de solventes). Estos pueden reforzar la fortaleza de la planta o repeler o suprimir al patógeno. Su eficacia depende de muchos factores, no todos ellos controlados totalmente; es por ello que los resultados pueden ser variables, en función del estado del cultivo, las condiciones de extracción, la calidad de la planta de la cual se extrae la sustancia, etc.

Roselló (2003) afirma que pueden favorecer los mecanismos de defensa de las plantas, reforzando la pared celular, o con sustancias inhibitoras de los patógenos, sobre todo en condiciones de estrés (falta de agua o nutrientes, ataques fuertes de insectos, etc.).

Para Alfaro y Obregón (2003), el uso de extractos vegetales es una labor consecuente con el pensamiento y manejo agroecológico que propone la agricultura orgánica porque desde la antigüedad hasta nuestros días los agricultores han utilizado los productos naturales para el control de enfermedades y sus agentes patógenos. En Ecosur (1999), afirma que se han realizado preparaciones artesanales como: extractos acuosos de la cebolla, del tabaco y piretro entre otros.

4.2.1 Investigaciones con extractos vegetales: En el campo de la agronomía, el uso de extractos vegetales sobre cultivos se ha enfocado más a sus efectos como repelentes, fungicidas y/o insecticidas, pero en los últimos años se ha intensificado su uso como fertilizante sobre los cultivos, y se han realizado investigaciones sobre sus efectos como fuente de nutrientes, por ejemplo:

En el trabajo de investigación de Gómez (2004), afirma que en Chile el uso de biofertilizantes biológicos es común, y que se puede obtener mayores

rendimientos con extractos vegetales de *Ascophyllum nodosum*, que se ha usado en múltiples cultivos, que van desde frutales de hoja perenne y hoja caduca, hortalizas de fruto, de hoja de raíz y de flor, también en cereales como maíz y solanáceas como el tomate, en todos los casos con excelentes resultados. También el uso de *Equisetum bogotense* o yerba del platero o cola de caballo y *Urtica dioica* u ortiga, aunque con este último no se obtuvo resultados muy superiores al del testigo absoluto.

Gómez (2004), citando a Pascual (1996) señala que las funciones de las plantas son diversas: en estrategias de defensa, de adaptación al estrés ambiental, como agentes colorantes, implicados en el desarrollo, fotosíntesis, polinización, atrayentes o repelentes de insectos, causantes de toxicidad, etc. La utilización de extractos de plantas y sus mezclas como insecticidas data de la época del Imperio Romano. Además Pascual (1996), afirma que gran parte del efecto de los extractos de plantas sobre las enfermedades, más que deberse a algún tipo de toxicidad directa, se produce por el fortalecimiento estructural de la planta, incrementando su resistencia a la penetración de los micelios de los hongos y a las picaduras de los insectos chupadores como los pulgones, o bien estimulando un desarrollo vigoroso para superar un ataque.

En el trabajo de Regalado (1998), en el cual se evaluó el efecto fertilizador de tres extractos vegetales de Palo de pito (*Erythrina berteoana Urban*), Hierba mora (*Solanum nigrescens*) y Madrecacao (*Glicirina Sepium L.*) sobre un cultivo de café (*Coffea Arabica L.*), de los cuales el extracto de Madrecacao destaca más en altura, mayor diámetro de tallo y área foliar, pero no supero los resultados del testigo químico.

4.2.2 Investigaciones con jugo de fique: Aunque existe un gran número y variedad de estudios de procesos de elaboración de bio- fungicidas y bio-insecticidas a partir del jugo de fique para su uso en el campo, y de esta forma aprovecharlo de una mejor manera, pero hasta ahora no hay estudios concisos y enfocados en medir el efecto fertilizante del jugo fermentado sobre los cultivos. Por ejemplo:

a. En la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, se hizo una evaluación y determinación de la eficacia de las propiedades insecticidas del jugo de fique, a nivel de laboratorio y bajo invernadero, como controlador de cuatro plagas (*Frankliniella occidentales* Pergande, *Trialeurodes vaporariorum* Weswood, *Liriomyza trifolii* Burgess y *Myzus persicae* Sulzer) reportadas en cultivos de flores (Arias y Cano, 1996). Así mismo, se determinó la actividad disuasora o repelente sobre *Liriomyza trifolii* y *Trialeurodes vaporariorum* (Peinado y Ospina, 2006).

b. Estudios *in vitro* del extracto de fique realizados para determinar la acción biocida de esta sustancia sobre las estructuras micelial y conidial de los hongos fitopatógenos *Colletotrichum gloeosporoides* y *Sclerotinia sclerotiorum*, causantes de las enfermedades conocidas como "Pudrición Algodonosa del Lulo" (*Solanum quitoense*) y "Antracnosis del Tomate de Árbol" (*Solanum betacea*), los resultados permitieron concluir que el extracto de fique posee una acción biocida para el desarrollo de los hongos fitopatógenos *Colletotrichum gloeosporoides* y *Sclerotinia sclerotiorum* (Peinado y Ospina, 2006).

c. Las Facultades de Ingeniería Química e Ingeniería Agroindustrial de la UPBM, realizaron una optimización de la obtención del extracto vegetal (material orgánico) del fique y además observaciones del efecto biocida sobre los hongos *Trichoderma* 33 spp. y *Fusarium* 34 spp (Peinado y Ospina, 2006).

d. Los investigadores de la Universidad Pontificia Bolivariana descubrieron que es también posible extraer alcohol etílico del jugo de fique, gracias al contenido estimable de azúcar presente en este residuo. Producir etanol a partir del jugo de fique es un beneficio de doble vía porque es un residuo agroindustrial que tiene altos contenidos de azúcares fermentables para la producción de etanol, y así se evita contaminar los cuerpos de agua (www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-194003.html).

e. En estudios adelantados por la Universidad del Valle, han encontrado la presencia de ácidos grasos como caprico, palmitito, linolenico, linoleico, mirístico, laurico, oleico y otros, en el jugo del fique. Estos ácidos grasos poseen propiedades tenso activas, que permite elaborar detergentes, jabón y champú (Corpocauca, 2007).

En el programa de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño, sede principal, solo se han adelantado varios estudios con el jugo de fique para el control de fitopatógenos, por ejemplo:

a. Rojas (2008), hizo una caracterización fisicoquímica del jugo de fique (*furcraea spp.*), y elaboró un biofungicida para el control agroecológico de la gota (*phytophthora infestans*) en la papa, con aplicaciones de 30lt – 45lt/ha demostró una efectividad del 47% a la semana 11 en la reducción de la incidencia de gota en un cultivo de papa.

b. Marroquin *et al.* (2011) evaluaron el efecto del jugo de fique fermentado con la levadura *Cándida guillermondii* M2L sobre el fitopatógeno *Phytophthora infestans* en la papa en condiciones *in vitro*, se alcanzó el 99.72% de inhibición del fitopatógeno con el cultivo de levadura de 24 horas de edad e inoculado al 15% v/v, y jugo de fique fermentado a 30°C y 110 rpm.

c. Martínez y Parra (2011) evaluaron el efecto antagónico de *Bacillus megaterium* M46 contra el fitopatógeno *Phytophthora infestans*, se logró una inhibición del patógeno de 94.23% a 48 horas de edad e inoculado al 15% v/v, a 35°C y 100rpm.

d. Latorre y Pantoja (2011), quienes para reducir el efecto o inactivar las enzimas peroxidasa y polifenol oxidasa causantes de la fermentación del jugo de fique, evaluaron varios tratamientos térmicos, se logró una reducción enzimática del 97.6% de la peroxidasa a 85°C por 5 min, y una reducción enzimática del 99.3% de la polifenol oxidasa a 90°C por 6 min.

4.3 FERTILIZACIÓN

Su principal propósito es aumentar el rendimiento, procurando minimizar el costo por unidad de producción, realizando aplicaciones de fertilizante de acuerdo a los requerimientos del cultivo en base al análisis de suelo.

Para Charaja, (2005), es el proceso a través del cual se preparará a la tierra añadiéndole diversas sustancias que tienen el objetivo de hacerla más fértil y útil a la hora de la siembra y la plantación de semillas, o suministrar los elementos necesarios tanto inorgánicos u orgánicos al suelo para que la planta los absorba, es un aporte artificial de nutrientes.

4.3.1. Fertilización foliar: Este tipo de fertilización es una aproximación "by-pass" que complementa a las aplicaciones convencionales de fertilizantes edáficos, cuando éstas no se desarrollan suficientemente bien (Ronen, 2002). Mediante la aplicación foliar se superan las limitaciones de la fertilización del suelo tales como la lixiviación, la precipitación de fertilizantes insolubles, el antagonismo entre determinados nutrientes, los suelos heterogéneos que son inadecuados para dosis bajas, y las reacciones de fijación/absorción como en el caso del fósforo y el potasio (Molina, 2007).

Bizzozero (2006) explica que las aplicaciones foliares de soluciones de nutrientes se utilizan especialmente cuando:

a) La planta no puede tomar lo que precisa del suelo porque su disponibilidad en el suelo está afectada por factores como el pH, contenido total, calidad de la materia orgánica, actividad de los microorganismos, otros nutrientes, etc.

b) Además, durante ciertas etapas críticas del desarrollo de la planta, puede pasar que no le alcance el alimento de la raíz para desarrollar sus frutos, esto es muy importante en los cultivos de crecimiento rápido, por ejemplo las hortalizas.

La aplicación de fertilizantes foliares ha demostrado ser muy útil para la corrección de deficiencias de micronutrientes, los cuales son requeridos en pequeñas

cantidades, resultando efectiva incluso si ésta es la única vía de penetración de estos elementos. Está demostrada la corrección de clorosis (amarillamiento) en muchos cultivos tras la adición foliar de micronutrientes (Molina, 2007).

Es importante resaltar que el propósito de la fertilización foliar no es remplazar la fertilización edáfica, siempre ha sido más económico la aplicación al suelo, (Santos y Aguilar, 2002) por lo que la fertilización foliar no puede ser utilizada como única opción para nutrir la planta, por inducir a la planta a una producción que difícilmente podrá sustentar. Es una medida óptima de emergencia en caso de deficiencias y manifestaciones de las mismas

4.3.2. Fertilización edáfica: Es la aplicación al suelo de sustancias ricas en elementos tales como N, P, K, Mg, Ca, etc. con el objetivo de que sean absorbidos por las raíces de las plantas e incorporados a la planta, así estos nutrimentos favorecen el desarrollo y crecimiento de la planta. (Puerres, 2001).

4.3.3. Complejación y quelación: Tarigo y Repetto (2004), afirman que al fertilizar con agroquímicos, no se está dando a la planta todos los nutrientes necesarios para formar las proteínas por que la planta no selecciona los nutrientes que requiere, en cambio en la aplicación de abono orgánico la planta es selectiva con sus nutrientes y su nutrición es más completa; los minerales que entran a la planta están amarrados con la materia orgánica, a estos se le llama "quelatos". Las sustancias orgánicas contenidas en los abonos orgánicos poseen la capacidad de unirse a ciertos cationes muy inestables como Cu, Fe, Mn y otros, que permite formar quelatos, los cuales permiten una mayor disponibilidad de elementos y hasta evita la pérdida de estos (Monroy y Viniegra, 1990).

4.3.4. Fertilizantes: Domínguez (2000), señala que se distinguen dos tipos de fertilizantes, dependiendo del material empleado en su preparación.

- Fertilizantes orgánicos, son de origen vegetal o animal que sirve para mejorar la calidad del suelo y para fertilizar los cultivos, después que han sufrido un proceso de alteración física, química y biológica por la acción de temperatura, humedad, microorganismos y el hombre.
- Fertilizantes inorgánicos, son formulados a partir de minerales naturales, modificaciones primarias de éstos, subproductos de la industria, etc., éstos elementos mezclados física o químicamente entre ellos, dan lugar a los abonos de síntesis química.

Fertilizantes de síntesis química: Tovar (2007) define a un fertilizante químico como un producto que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta

necesita para su ciclo de vida. La característica más importante de cualquier fertilizante es que debe tener una solubilidad mínima en agua, para que, de este modo pueda disolverse en el agua de riego, ya que la mayoría de los nutrientes entran en forma pasiva en la planta, a través del flujo del agua.

Estos elementos químicos o nutrientes pueden clasificarse en:

- Los macronutrientes son aquellos que se expresan como % en la planta o g/100g, los principales son: N – P – K – Ca – Mg - S
- Los micronutrientes se expresan como ppm (parte por millón), mg/kg o mg /Lt, los principales son: Fe – Zn – Cu – Mn – Mo – B – Cl

Fertilizantes foliares: Son una gama de productos para aplicación foliar compuestos por 19 L- aminoácidos esenciales para el metabolismo de las plantas, y por N, P y K más otros nutrientes, la diversidad de productos y alternativas es muy grande, existen formulaciones que incorporan reguladores de crecimiento (hormonas) y otras que contienen microorganismos capaces de interactuar con el cultivo y el suelo (Tovar, 2007). Estos fertilizantes se caracterizan por potenciar la acción de los agroquímicos necesarios en los diferentes cultivos, que se aplican conjuntamente. Adicionalmente previenen y recuperan los cultivos en condiciones adversas causadas por factores climáticos (sequías, heladas, inundaciones, granizadas, entre otras) y en general mejora la calidad de las cosechas (DANE, 2006).

Santos y Aguilar (2002) los definen como aquellas sustancias o mezclas de sustancias solubles en agua que posean elementos nutrientes susceptibles de ser asimilados y se apliquen directamente sobre la parte aérea de los vegetales.

Principales Características

- Ecológicos.
- Biodegradables.
- Baja toxicidad para los seres vivos.
- Compatibles con todos los demás productos agrícolas.

Ventajas de los fertilizantes foliares

Santos (2007) menciona algunas:

- El principal beneficio es de aplicar los nutrientes directamente sobre el cultivo es que al no depositarse en el suelo, se elimina la posibilidad de que dentro del mismo existan interacciones físico-químicas que dificulten la utilización por parte del vegetal.
- Permite aplicar cantidades muy pequeñas de nutrientes en forma uniforme; esto es especialmente importante para aquellos nutrientes requeridos en bajas

proporciones por el vegetal, y que si se aplicasen al suelo de manera convencional nos podrían generar problemas de toxicidad por exceso.

- Permite aportar nutrientes en momentos claves, incorporándose directamente al cultivo sin depender de los mecanismos de absorción radicular y quedando inmediatamente disponibles para su utilización.
- La eficiencia de aprovechamiento por parte del cultivo es muy alta.
- Pueden utilizarse en combinación con otros productos como insecticidas y fungicidas (salvo excepciones en los cuales los productos contengan hongos).

4.4 BIOFERTILIZANTES FOLIARES O BIOLES

En la literatura se reporta varios nombres para estos abonos, Galindo (2006) los denomina ALF (Abonos líquidos fermentados), Acosta y Ramos (2003), los llama caldos microbiales o caldos trofobióticos, pero el nombre más difundido y sencillo es Bioles. Otros nombres son biofertilizantes o biopreparados, estos se originan a partir de la fermentación anaeróbica de materiales orgánicos tales como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, etc., diferentes microorganismos se encargan de transformar estos materiales orgánicos en humus, vitaminas, ácidos y minerales complejos indispensables para el metabolismo y equilibrio nutricional de las plantas (Suquilanda, 1995). En sí, su elaboración permite aprovechar el estiércol de los animales, sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica, y dan como resultado un fertilizante foliar.

Los bioles son también una fuente orgánica de fitoreguladores (Gomero y Velásquez, 1999), que a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades son capaces de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, además benefician a la microbiota del suelo, permitiendo una mayor actividad microbiana y facilitando la disponibilidad de nutrientes (Galindo, 2006).

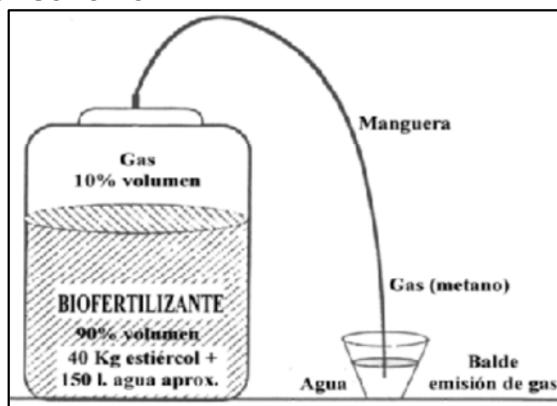
Suquilanda (1995) afirma que el biol influye sobre el enraizamiento, incremento del área foliar, mejora de la floración y del vigor germinativo de las semillas, traduciéndose todo esto en un aumento significativo de las cosechas. Además actúa como un repelente y "fungicida" foliar desarrollando una mayor resistencia a las enfermedades (Restrepo, 2000).

Para Basantes (2009), el efecto de los Biofertilizantes es por que funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y co-enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo.

Las anteriores afirmaciones se reafirman con los resultados obtenidos por Méndez (2006), quien en ensayos realizados con Caldo Super 4, demostró que este caldo generó condiciones que favorecieron el crecimiento del cultivo pero no la proliferación de fitopatógenos, además introdujo una población muy apreciable de actinomicetos que son reconocidos en su participación en la mineralización de la materia orgánica y la producción de antibióticos que contribuyen al control biológico de varios fitopatógenos del suelo.

Pero Basantes (2009), menciona dos desventajas de los bioles, en principio, estos fertilizantes disponen de la mayoría de los nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos, pero en algunos casos presentan un desequilibrio en nitrógeno, fósforo y potasio en relación a las necesidades de los cultivos. Otro de los aspectos negativos de los fertilizantes orgánicos es la pérdida de nutrientes, sobre todo nitrógeno, que se puede producir durante su almacenaje, manipulación y aplicación.

Figura 3. Biodigestor sencillo



Fuente: Restrepo (1996)

En el mercado hay una gran variedad de estos caldos, los cuales difieren en su elaboración, contenido de nutrientes y su formulación, algunos de los más conocidos son los caldos rizosfera, super4, caldo supermagro, extractos de vermicompost y madrifol, entre otros (Bizzozero, 2006). Por lo tanto se puede esperar que existan diferencias en cuanto a rendimiento, crecimiento y aporte nutricional a los cultivos en función de los distintos biofertilizantes caseros utilizados.

En la preparación de bioles, Suquilanda (1996) recomienda un periodo de fermentación de 30 a 90 días, luego estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100.000 veces las cantidades de los nutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para hacer aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos.

4.4.1 Ventajas: Las ventajas de los Bioles son numerosas, tal como lo reportan varias investigaciones:

Piaerpuezan y Perez (2008), citando a Esquivel (2008), afirman que los caldos microbiales poseen bacterias fototrópicas, ácido láctico y levaduras que favorecen el crecimiento de las plantas y además les permite tolerar en mayor medida el ataque de otras bacterias fitopatógenas.

Tulcán *et al.*, (2004), afirma que el uso de los bioles posee efecto fungistático o preventivo al ataque de enfermedades y atribuyen este efecto a bacterias saprófitas, citan a Agrios (2004), quien afirma que en aplicación de preparados de contenido microbiano sobre cultivos, se ha observado una disminución considerable en la incidencia de infecciones tanto por bacterias y hongos fitopatógenos. Además Paredes (1997) reporta que en ensayos para el control biológico de gota con el uso de extractos vegetales y cultivos líquidos de microorganismos son beneficiosos para inhibir el desarrollo de fitopatógenos en las primeras etapas del cultivo.

Muchas de los beneficios de bioles son atribuidos a la gran variedad de microorganismos que poseen, como de los géneros *Lactobacillus*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Saccharomyces* y *Xanthomonas* que permiten el fortalecimiento de las plantas al estimular sus defensas. (Tarigo y Repetto, 2004)

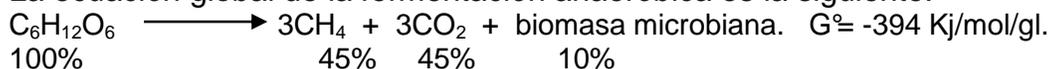
4.4.2. Dosificación de los bioles: Suquilanda (1996) y Charaja (2005) concuerdan que la dosificación de los bioles depende de factores como la preparación e ingredientes, contenido de nutrientes, tipo de cultivo, las condiciones climáticas, tipo de fermentación, y otras; en una concentración entre 20 y 50% se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tienen cierto efecto repelente contra las plagas, aunque Aliaga (2003) recomienda dosis más bajas, Bizzozero (2006) recomienda hacer las aplicaciones foliares de forma periódica (cada dos días) y en bajas diluciones, más que aplicar una vez y mucho, y Suquilanda (1995), recomienda que en el riego, por cada 100 litros de agua se agregue 1 litro de biol.

4.4.3. Composición De Bioles: Su composición depende de la preparación e ingredientes o insumos que se utilicen, el tiempo de fermentación y tipo (aeróbica, anaeróbica). Por ejemplo:

Procesos que sufre la materia orgánica en el biodigestor.

Digestión anaeróbica de la materia orgánica en medio líquido.

La ecuación global de la fermentación anaeróbica es la siguiente:



Soubes (1994), describe a la fermentación anaerobia como un proceso complejo desde el punto de vista microbiológico, al estar enmarcado en el ciclo anaerobio del carbono, es posible en ausencia de oxígeno, transformar la sustancia orgánica en biomasa y compuestos inorgánicos en su mayoría volátiles: CO_2 , NH_3 , H_2S , N_2 y CH_4 . La ventaja es que se optimiza el material orgánico utilizado, porque se captan todos los productos y subproductos (gases y líquidos con sólidos disueltos), con poca pérdida de elementos nutritivos cosa que no ocurre en la biodegradación aerobia, entonces todos los materiales derivados de la degradación anaerobia presentan una mayor riqueza nutricional que los producidos por digestión aerobia (Soria, 2001).

Dentro del biodigestor coexisten distintos grupos de microorganismos: bacterias, hongos y protozoarios. Siendo la proporción y cantidad de cada grupo diferente en cada biodigestor. Es importante conocer los grandes grupos que actúan en cada etapa (Frioni, 1999).

La digestión anaerobia, a partir de los polímeros naturales y en ausencia de compuestos inorgánicos se realiza en varias etapas:

a. Hidrólisis y fermentación: la materia orgánica es descompuesta por la acción de un grupo de bacterias hidrolíticas anaerobias estrictas y facultativas (*Clostridium*, *Bacteroides*, *Enterobacterias*) y aerotolerantes (*Bacterias Lácticas*), que hidrolizan los materiales solubles o no en agua como: grasas, proteínas y carbohidratos, y los transforman en monómeros y compuestos simples solubles como aminoácidos, azúcares y ácidos grasos.

b. Acetogénesis y deshidrogenación: actúan bacterias anaerobias obligadas y facultativas donde los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos generados en la fermentación se degradan produciendo ácido acético, CO_2 e hidrógeno.

c. Fase Metanogénica: Es la última etapa de la degradación anaeróbica se produce metano y CO_2 a partir de la actividad de las bacterias metanogénicas anaerobias estrictas (*Methanobrevibacter*, *Methanospirillum*) (Soria, 2001). Estas bacterias por ser las de más lento crecimiento son las más afectadas por cambios en el pH, falta de nutrientes o temperatura dentro del digestor.

La secuencia de estas fases depende del cumplimiento de las condiciones óptimas para el desarrollo de las bacterias encargadas de producir la descomposición de los materiales que se encuentra en el biodigestor, (Adaptado de Soria, 2001, por Tarigo y Repetto, 2004):

- **Temperatura:** Los niveles de reacción química y biológica normalmente aumentan con el incremento de la temperatura, la temperatura óptima para las bacterias es de entre 15 y 40°C. A temperaturas mayores a 45°C se produce la

degradación de enzimas, afectando la actividad microbiana y por ende la fermentación.

- **Hermetismo:** para que el proceso de fermentación se lleve a cabo el tanque de fermentación debe estar herméticamente cerrado.
- **Tiempo de Retención:** Es el tiempo promedio en el que la materia orgánica es degradada por los microorganismos. Se ha observado que a un tiempo corto de retención se produce mayor cantidad de biogás, pero un residuo de fertilizante de baja calidad por haber sido parcialmente digerido. Para tiempos largos de retención se obtendrá un rendimiento bajo en biogás, pero con un efluente más degradado y con excelentes características como fuente de nutrientes (Suquilanda, 1996).
- **Relación C/N:** La relación óptima es de 30/1, si la relación es menor (10/1), se pierde nitrógeno asimilable, mientras que si la relación es alta (40/1), se inhibe el crecimiento por falta de nitrógeno.
- **pH:** En biodigestores operados con estiércol de bovinos el pH óptimo es de 6,5 a 7,5 con límites de 6,5 a 8 (Soria, 2001). Si las bacterias metanogénicas no alcanzan a convertir rápidamente los AGV a medida que lo producen las bacterias acetogénicas, éstos se acumulan y disminuyen el pH, lo que puede provocar la inhibición de las bacterias metanogénicas y la detención del proceso anaeróbico (Viñas, 1999). Sin embargo, el equilibrio CO_2 -bicarbonato opone resistencia al cambio de pH.
- **Agitación:** esta práctica es recomendada para facilitar el contacto de las bacterias con los materiales.
- **Relación materia orgánica-agua:** La cantidad de materia orgánica varía de acuerdo a su origen con respecto al agua, pero se puede trabajar en concentraciones de 50% - 50%, o de 25% - 75% respectivamente, dependiendo de la disponibilidad de la materia prima, pero lo más recomendable es utilizar 1/3 de materia orgánica y 2/3 de agua, dejando siempre un espacio de 10 a 20 cm, en el borde superior del recipiente (Restrepo, 2001).

4.4.3.1.2. Digestión Aeróbica de la materia orgánica en medio líquido.

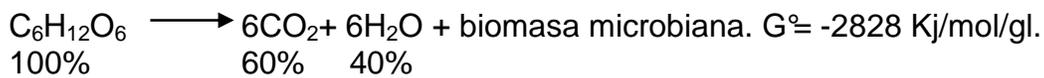
La elaboración de biofertilizantes en medio aeróbico según Tarigo y Repetto (2004), se divide en dos tipos de sistemas de extracción:

1- **Sistemas de extracción pasivos:** únicamente se coloca estiércol, restos de plantas, compost o vermicompost en un recipiente con agua y se deja por unos días hasta que la mayoría de los nutrientes solubles quedan en solución. Este tipo de elaboración presenta como desventaja que el medio se torna anaeróbico en

pocos días (24 a 48 horas), con la desventaja que se produce mal olor y un material de menor calidad.

2- Sistemas de extracción activos: donde se introduce oxígeno al medio donde se produce la digestión de la materia orgánica por distintos métodos entre los que propone: revolver el preparado, utilizar sistemas de oxigenación como en las peceras, colocar el estiércol o compost en una malla fina, pasar agua por el estiércol o compost y recoger el líquido en un recipiente que se coloca debajo. La incorporación de oxígeno al sistema produce un aumento de la actividad microbiana, por lo que los procesos aeróbicos son más rápidos en degradar la materia orgánica que los anaeróbicos.

La ecuación general de la respiración aeróbica es la siguiente:



Como se observa en la ecuación, la mayor energía liberada en esta última, promueve una mayor acumulación de biomasa microbiana. Los microorganismos involucrados en la degradación aeróbica de la materia orgánica son: hongos, bacterias y protozoarios dependiendo la predominancia de un grupo u otro en función de la composición química de la materia original, su relación C/N, humedad, aireación temperatura y pH (Frioni, 1999).

Principales materiales usados para la elaboración de los biofertilizantes.

La calidad, cantidad de nutrientes y microorganismos de un biofertilizante líquido van a estar dadas por:

a. Estiércol bovino o bovinaza.

Es la principal fuente de microorganismos y por ende es la activadora de procesos bioquímicos, es una mezcla de la cama de los animales y sus deyecciones sólidas y líquidas que han sufrido diferentes grados de fermentación, está conformado por materiales hidrocarbonados, compuestos nitrogenados y gran cantidad de microorganismos (Acosta y Ramos, 2003), la bovinaza o boñiga junto a las demás excreciones animales han sido utilizadas como los primeros abonos que empleó la humanidad (Bizzozero, 2006).

Santos (2007) menciona que en la elaboración de bioles, el uso de bovinaza es de gran importancia porque la principal virtud de este estiércol, es que presenta una importante acción en el control de enfermedades. Otra razón por la cual todos estos biofertilizantes fermentados usan del estiércol es por que presentan un mayor contenido de nutrientes que los elaborados con compost, además es fuente

de nitrógeno, y contribuye con micronutrientes calcio, azufre, etc. Además Jurado *et al* (1983) mencionan que posee fitohormonas y provitaminas.

Cabe resaltar que el Estiércol bovino no posee una composición estándar, es muy variable por la raza del animal, edad, forraje, etc.

b. Melaza.

Restrepo (1996), menciona que es la principal fuente de energía necesaria para activar el metabolismo microbiológico, y para que la fermentación se potencialice, además aporta en menor cantidad algunos minerales como calcio, potasio, fósforo, boro, hierro, azufre, manganeso, zinc, magnesio y otros micronutrientes.

c. Leche.

Santos (2007), afirma que este producto tiene la función de reavivar el biopreparado de la misma forma que lo hace la melaza; aporta vitaminas, proteínas, grasa y aminoácidos para la formación de otros compuestos orgánicos que se generan durante el periodo de la fermentación del biofertilizante, además favorece la reproducción de la microbiología de la fermentación.

d. Sales minerales.

Suquilanda M., (1995) afirma que en la preparación de bioles, las sales minerales aportan los nutrientes secundarios y micronutrientes como lo son el Calcio, Magnesio, Molibdeno, boro y otros elementos necesarios para la adecuada bioquímica y por consecuencia el desarrollo de la mayoría de plantas. Algunas de sus funciones se presentan a continuación:

- Calcio (Ca).

- Es un constituyente de las paredes celulares en forma de pectato cálcico, necesario para la mitosis (división celular) normal.
- Contribuye a la estabilidad de las membranas, mantenimiento de la estructura de los cromosomas.

- Magnesio (Mg).

Es un componente esencial de la clorofila, además es necesario para la formación de azúcar, como también ayuda a regular la asimilación de otros nutrimentos.

- Azufre (S).

- Ayuda a mantener el color verde intenso.
- Es un constituyente de aminoácidos portadores de azufre
- Fomenta la absorción y la translocación del fósforo.
- Ayuda al desplazamiento de los azúcares dentro de la planta.
- Activador de muchos sistemas enzimáticos vinculado al metabolismo de los carbohidratos, la síntesis de ácidos nucleicos. etc.

- Boro (B).

- Está ligado con la asimilación del calcio y con la transferencia del azúcar dentro de la planta

- Interviene en la formación de proteína y en la translocación de azúcares.

- Cobre (Cu).

Es un constituyente del citocromo oxidasa y componente de muchas enzimas; oxidasa del ácido ascórbico, fenolasa lactasa, y cumple las siguientes funciones:

- Estimula la formación de vitamina A en las plantas.

- El cobre es necesario para la formación de clorofila

- Cataliza varias reacciones enzimáticas en las plantas.

- Hierro (Fe).

En las plantas, cataliza varias reacciones enzimáticas que actúan en los procesos de respiración, además actúa como un transportador de oxígeno, así como también es necesario para la formación de la clorofila.

- Manganeso (Mn).

El manganeso es absorbido como Mn^{+2} y es translocado de las raíces al tallo por el xilema como un catión divalente libre. Participa en las metaloproteínas donde actúa como componente estructural, sitio activo o simplemente como un sistema redox.

- Molibdeno (Mo).

El molibdeno es esencial en la asimilación y fijación del nitrógeno por las leguminosas. Es un catalizador en varias reacciones enzimáticas y fisiológicas de las plantas; constituyente del piruvato carboxilasa, además participa en los procesos respiratorios de las plantas.

- Zinc (Zn).

- Es necesario para la producción normal de la clorofila y para el crecimiento.

- Es necesario para la producción de clorofila y carbohidratos.

- Promueve funciones metabólicas.

- Ayuda a la síntesis de los sistemas enzimáticos.

e. Microorganismos.

Son los encargados de las transformaciones de la materia y energía que entra al biodigestor, sin la adición de microorganismos o una fuente de ellos el proceso de fermentación al interior del recipiente sería muy lento. Por lo general en la preparación de bioles pueden actuar bacterias de varios tipos Clostridium, Bacteroides, Enterobacterias, bacterias Lácticas, Methanobrevibacter, Methanospirillum, y muchas otras (Soria, 2001).

4.5 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris* variedad cicla L.)

Figura 4. Plantas de acelga.



Fuente: Esta Investigación

4.5.1. Generalidades: La acelga ya era cultivada en Grecia 400 años A.C. Una gran ventaja de esta hortaliza es que permanece en la tierra por largo tiempo con climas fríos y cálidos, produciendo succulentas y tiernas hojas. Además es un cultivo que usualmente no tiene problemas graves de insectos o enfermedades. En otros países se la denomina remolacha de hoja o espinaca perpetua (Elola, 2005).

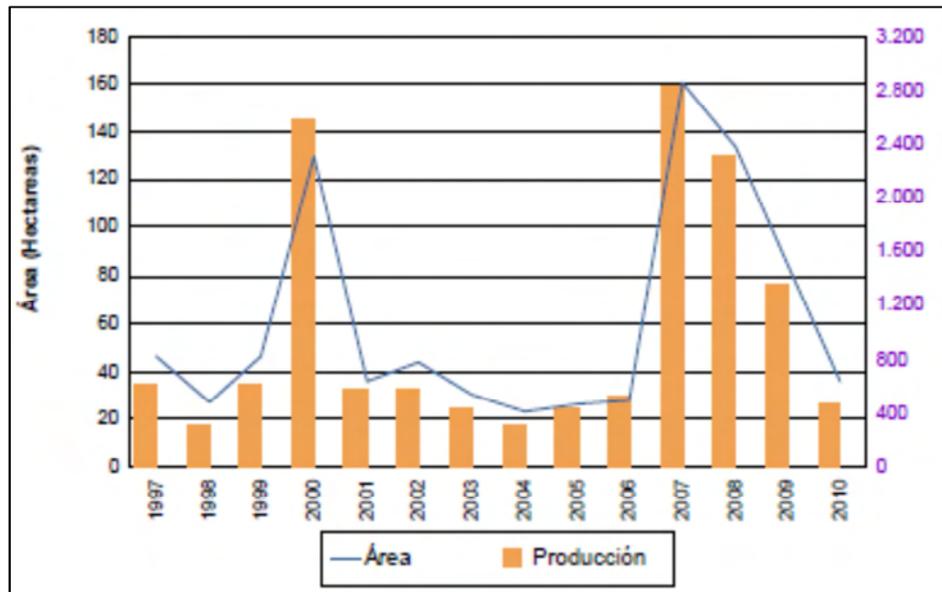
A nivel de Colombia, los departamentos con mayor producción es Cundinamarca, seguido por Norte de Santander. En Nariño su producción se reduce a muy pocas hectáreas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010)

4.5.2. Taxonomía y morfología (Molina, 2000):

Familia: Al igual que la remolacha y la espinaca pertenece a la familia de las Quenopodiáceas.

- Raíces: Son bastante profundas y fibrosas
- Hojas: De color verde oscuro, aunque según la variedad pueden ser de color verde claro o amarillas. Tienen forma ovalada casi acorazonada y sus peciolo son largos y grandes de color blanco o crema.
- Semillas: Al igual que en el caso de la remolacha, cada semilla es un grupo de flores que se encuentran fusionadas por sus pétalos. Esto forma un racimo que contiene de 2 a 5 semillas.

Figura 5. Producción y hectáreas de acelga (1997 - 2010)



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010

Tabla 4. Composición química de la acelga

Elemento	Cantidad
Agua	88%
Carbohidratos	45%
fibra	3, 6%
Proteínas	2%
Lípidos	0, 4%
Potasio	20ppm
Sodio	2ppm
Calcio	11ppm
Hierro	0.3 ppm
Fósforo	3 ppm
Vitamina C	2 ppm
Vitamina A	33 microgramos/ Kg

Fuente: Coñuepán y Pasmíño, 2004

4.5.3. Condiciones agroclimáticas.

Clima: Es una planta de clima templado, vegeta bien con temperaturas medias, le perjudican los cambios bruscos de temperatura. Un cambio de temperaturas altas a bajas favorece el florecimiento de las plantas. Se ve muy perjudicada por la excesiva luz acompañada por temperaturas altas (Elola, 2005).

Temperatura: La planta sufre daños por frío a temperaturas menores de -5 °C y detiene su desarrollo a temperaturas menores de 5 °C. En el desarrollo está comprendida entre 6°C a 33°C, con un medio óptimo entre 15 y 25 °C. Las temperaturas de germinación tienen un óptimo entre 18 y 22 °C. Cuando las temperaturas son elevadas y los días tienen una duración mayor de 12 horas, la planta puede cumplir todo su ciclo en pocos meses, es decir que se “espiga” o se florece y pierde todo su valor comercial como hortaliza (Elola, 2005).

Humedad: Por su gran masa foliar necesita en todo momento mantener una buena humedad en el suelo. La humedad relativa esta entre el 60 al 90% (Elola, 2005). Bien sea por falta de agua, o por un período de frío de 2 - 4 °C durante 15 o más días se comportan como anuales y tienden a florecer en vez de continuar produciendo hojas.

Suelo: Preferible suelos de textura media, vegeta mejor cuando tiende a arcillosa que cuando es arenosa. Según Elola (2005) es uno de los cultivos de huerta que mejor soportan la salinidad del suelo. Es necesario un suelo bien drenado y fértil, rico en humus (Molina, 2000), y requiere suelos algo alcalinos, el pH óptimo es 7.2; aunque Rodríguez *et al.* (2002) recomienda suelos entre 6 – 7.5.

Siembra: La siembra directa es la forma más común. También es posible la utilización de trasplantes. La duración del almácigo, es decir el tiempo desde que se siembra hasta que está en condiciones de llevarla al suelo de cultivo, toma entre 30 y 40 días (Molina, 2000). La semilla conserva su capacidad germinativa por un lapso de 2 a 4 años. Para mejorar la germinación se deben dejar las semillas en agua durante 24 horas antes de la siembra.

Crecimiento del cultivo: Si se ha realizado siembra directa, cuando las plantas tienen 12 a 20 cm. de altura, se debe hacer un raleo dejando un espacio de aproximado de 23 cm entre plantas, aunque otros autores recomiendan 35 cm (Suquilanda, 2003), las plantas que se sacan pueden ser trasplantadas si se arrancan con cuidado.

Normalmente no requiere fertilización durante el cultivo, aunque puede beneficiarse de una aplicación de abono con buen contenido de nitrógeno como té de compost o biofertilizante (Coñuepán y Pasmíño, 2004).

Cosecha: Las hojas más apetecibles poseen un largo entre 15 y 25 cm. y pueden ser cosechadas aproximadamente 75 días luego de la siembra. Es importante ir cosechando las hojas exteriores sin dañar las interiores para permitir que la planta continúe desarrollando follaje nuevo. Las prominentes nervaduras centrales de las hojas pueden ser cocinadas y servidas como si fueran espárragos, esto permite obtener doble utilidad del cultivo (Elola, 2005).

Postcosecha: Es posible conservar las hojas de acelga durante 10 a 15 días en cámara frigorífica, con temperatura de 2 a 4°C y humedad relativa del 90 %. (Coñuepán y Pasmíño, 2004)

Plagas: Molina (2000) menciona que la acelga es un cultivo sensible a problemas de:

- **Gusano blanco** (*Melolontha melolontha*): Las larvas de este coleóptero tienen un cuerpo blanquecino, con el extremo posterior abdominal de color negruzco. El insecto adulto tiene de 2 a 3 cm de largo, con la cabeza de color negro y el resto del cuerpo parduzco ocre. Para su control se recomienda efectuar tratamientos con clormefos, clorpirifos, diazinon, fonofos, isofenfos, etc.

- **Gusano de alambre** (*Agriotes lineatum*): Coleópteros cuyos adultos miden de 6 a 12 cm de longitud, de color oscuro y forma alargada. Las larvas son de color pardo dorado, semejante a los ciempiés, de forma cilíndrica y cuerpo notablemente rígido y una longitud de 2 a 5 cm. Producen galerías en las raíces de las plantas, provocando heridas que más tarde son colonizadas por distintos hongos del suelo causando enfermedad. Su control se basa en tratamientos al suelo antes de plantar o sembrar con productos químicos como clorpirifos, etoprofos, fonofos, etc.

- **Gusano Gris** (*Agrotis segetum*): Este lepidóptero produce daños en la vegetación, actúa seccionando el cuello de las plántulas recién plantadas. Para su control se aconseja desinfectar el suelo antes de la plantación. Los productos más empleados son bifentrin, etoprofos, fonofos, etc.
- **Mosca de la remolacha** (*Pegomya betae* o *P. hyoscyami*): Los adultos tienen la cabeza grisácea con una rayita roja en la parte frontal; los ojos son rosados y las patas amarillas. Las larvas tienen una longitud de unos 7 mm; son de cabeza gruesa, no tienen patas y son de color blancuzco. Los huevos son de color blanco sucio, rugosos, de 1 mm de longitud. Las larvas perforan la epidermis y penetran en el interior de los tejidos del limbo, haciendo galerías que pueden llegar a ocupar toda la superficie foliar. Su tratamiento se basa en el control de los adultos mediante productos de contacto como diazinon, naled o triclofon.
- **Pulguilla** (*Chaetocnema tibialis*): El adulto es un escarabajo de unos 2 mm de longitud, de forma oval, de color negro verdoso y brillo metálico. Causa pequeños orificios redondeados de unos 2 mm de diámetro en las hojas. Su control es a base de productos químicos como el lindano, carbaril, malation, etc.
- **Pulgón** (*Aphis fabae*): Estos insectos se sitúan en el envés de las hojas provocando daños que pueden afectar a su comercialización. Su control se realiza con delmatrin, lindano, malation, etc., siempre respetando los plazos de seguridad correspondientes.

Enfermedades: En cuanto a enfermedades distinguimos:

- **Cercospora** (*Cercospora beticola*): Mildiu o Peronospora y viruela. Cuando la temperatura está entre 16 y 30 °C y la humedad es alta, el hongo ataca la acelga, produciendo manchas redondas, con el centro gris oscuro y de borde rojizo purpúreo, midiendo éstas 2 a 5 mm. Después se forman unos puntitos negros y toda la superficie de la hoja puede quedar cubierta por las manchas que se van secando, finalmente la parte central se desprende y la hoja queda con cribado (Molina 2000). El control se realiza por medio de rotaciones y pulverizaciones preventivas con fungicidas de contacto como oxiclورو de cobre, zineb, benomilo, caldo bordelés, etc.
- **Peronospora** (*Peronospora schatii*): Las hojas centrales presentan color más claro, deformándose, aparecen más o menos rizadas. El envés queda cubierto por un moho gris o violáceo de aspecto aterciopelado. Tratamiento con zineb, diclofluanida, maneb, etc., cuando aparezcan los primeros síntomas.
- **Sclerotinia** (*Sclerotinia libertiana*): El micelio se desarrolla en los tejidos, produciendo un moho blancuzco en el que se observan los esclerocios. En las raíces aparecen manchas grandes que al final se reblandecen, pudriéndose. Para

su control se aconseja una desinfección del suelo antes de la plantación mediante metil-tiofanato, maneb, vinclozolina, etc.

5. METODOLOGIA

5.1 LOCALIZACIÓN

La elaboración de los biofertilizantes y su evaluación en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) se llevaron a cabo en La vereda San Alejandro que posee una temperatura promedio de 19°C y se localiza a 8 Km del casco urbano del municipio de Guaitarilla. San Alejandro, esta aproximadamente a 2200 – 2400msnm (Mora y Pantoja, 2000) y dista a más 80 Km de Pasto.

Su topografía es por lo general plana, y sus suelos se caracterizan por el bajo pH (4.9 - 6.1) y materia orgánica.

5.2 OBTENCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

5.2.1. Obtención del Jugo de Fique Fermentado: El jugo de fique se lo obtuvo en el beneficio del fique, al momento de la recolección se usó un lienzo para separar el jugo de materiales sólidos como fibras, polvo, espinas, etc. Luego se almaceno por 15 días para permitir su fermentación y reducir su toxicidad. Según Rojas (2008) para la separación de las saponinas, es necesario de 7 a 15 días.

Después de los 15 días de fermentación el jugo recolectado cumplió con las características que según Rojas (2008) debe cumplir el jugo de fique fermentado: Olor más penetrante, semejante al guarapo.

Color verde oscuro cambio a color verde claro en la parte superior del recipiente. Por la separación de la lama, el líquido se ubica en la parte superior de los recipientes; y a medida que la auto fermentación continuó, esta lama se ubicó en el fondo, quedando el sobrenadante de color verde claro en la parte superior del recipiente.

Figura 6. Filtración del jugo de fique fermentado



Fuente: Esta Investigación

5.2.2. Obtención de estiércol bovino. Obtenido el jugo de fique fermentado se recolecto el aproximado de 20kg de bovinaza, la cual se recolecto el mismo día en que se formuló y se elaboró los caldos, era necesario que este material al introducir al biodigestor este fresco.

Figura 7. Recolección de estiércol bovino



Fuente: Esta Investigación

5.2.3. Diseño experimental para la Formulación de los biofertilizantes: Con el programa Statgraphics Centurion XV e Info Stat 2009 se elaboraron dos diseños experimentales, el primero es un diseño experimental en screening 2^2 por duplicado con un punto estrella para obtener 10 tratamientos, en el que se estudiaron los efectos de dos factores en la fermentación ($X_1 = \% \text{ v/v}$ de jugo de fique y $X_2 = \% \text{ p/p}$ de bovinaza), los cuales cada uno tuvo 2 niveles:

Tabla 5. Niveles de los factores

Factor		Nivel 1	Nivel 2
% v/v Jugo de fique	X_1	32	65
% p/p bovinaza	X_2	35	68

Fuente: Esta investigación

Figura 8. Elaboración de los biofertilizantes.



Fuente: Esta investigación

Tabla 6. Diseño Experimental para formulación de los biofertilizantes

No.	BLOQUE	Factores	
		% Jugo de Fique fermentado	% Bovinaza
1	1	48,5	51,5
2	1	65	68
3	1	32	35
4	1	65	35
5	1	32	68
6	2	48,5	51,5
7	2	65	68
8	2	32	35
9	2	65	35
10	2	32	68

Fuente: Esta investigación

5.2.3.1. Variable de respuesta. Conocer cual formulación se acerca más a los requerimientos de la norma NTC 5167.

5.3 ELABORACIÓN DE LOS BIOFERTILIZANTES

Los bioles se realizaron siguiendo las instrucciones para la elaboración de caldos trofobióticos presentados en el Programa de Seguridad Alimentaria y Nutricional en el Valle del Cauca: Principios para el manejo de la fertilidad natural del suelo (Cifuentes, 2007).

5.3.1. Elaboración de los biofertilizantes a base de jugo de fique. Con las cantidades del jugo de fique fermentado y bovinaza conocidas para cada tratamiento, se procedió a mezclarlas, de tal forma que los 2 factores (X_1 : bovinaza, X_2 : jugo de fique fermentado) sumen aproximadamente 3.2Kg.

Después de mezclar el jugo de fique fermentado y la bovinaza, se realizaron los respectivos cálculos para la dosificación de todos los componentes minerales y demás insumos.

En cada recipiente de plástico de 4lt, se adicionó y mezclo 50g de Cal, 100ml de leche + 50g de Melaza + 15g de roca fosfórica.

Durante las 6 semanas necesarias para la fermentación se adicionó a cada biodigestor las siguientes cantidades de componentes minerales:

Tabla 7. Procedimiento para la dosificación de los minerales e insumos

Semana	1	2	3	4	5	6
Cal	50g					
Sulfato de magnesio				50g		
Sulfato de cobre			50g			
Sulfato de zinc		50g				
Melaza	50g	50g	50g	50g	50g	50g
Roca fosfórica	15g	15g	15g	15g	15g	15g
Molibdato de amonio						10g
Bórax					50g	
Leche fresca	100ml					

Fuente: Esta investigación

Figura 9. Dosificación de las sales minerales.



Fuente: Esta investigación

5.3.2. Elaboración del biofertilizante a base de agua o Súper 4. Tomado de Cifuentes (2007), el fertilizante está enriquecido con minerales, posee los mismos ingredientes que el preparado con jugo de fide y se siguió el mismo procedimiento para su elaboración, solo se diferencia en que no se varió la cantidad de agua y estiércol; el objetivo de su preparación fue para comparar su eficiencia con la del biofertilizante y la del fertilizante químico “Cosechando”.

5.3.3 Tapado de los recipientes. Se hizo un pequeño orificio de diámetro menor a 1 cm en la parte superior, por el cual se introdujo una manguera plástica de 1 cm de diámetro, sin que entre en contacto con la mezcla y el otro extremo de la manguera se introdujo en un recipiente lleno de agua para que permita la salida de los gases y no la entrada de aire al reactor, este sistema permite facilitar la respiración, el intercambio de gases con el medio ambiente, liberar la presión y temperatura localizada en la parte interior.

Según Cifuentes (2007), el tiempo de fermentación recomendado para este tipo de biofertilizante es de mínimo 7 semanas, y si su elaboración en clima frío se recomienda 90 días (Bizzozero, 2006).

5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PRUEBA EN CAMPO SOBRE UN CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris* variedad *cicla* L.)

Fue un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con dos replicas para evaluar el efecto de los cinco tratamientos con 2 niveles de fertilización baja (50ml/bomba) y alta (100ml/bomba) sobre el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* variedad *cicla* L.), en comparación a 3 testigos: un fertilizante químico comercial (Cosechando), el biol a base de agua (Super 4) y sin fertilización foliar, para un total de 39 ensayos.

El fertilizante foliar químico que se usó como testigo químico es Cosechando, su composición (**Ver Anexo 1**).

Antes de la siembra se tomó una muestra de suelos a 20cm de profundidad que se envió a Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño para un análisis físico y químico. **Ver Tabla 8 y 9.**

Después de la segunda cosecha se tomó una muestra de suelo a 20cm de profundidad de las parcelas correspondientes al Testigo Absoluto, Testigo químico, T3b y T2b, que se enviaron a Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño para un análisis físico y químico. **Ver Tabla 19.**

5.4.1. Descripción de zona de estudio. El lote utilizado es de 64 m x 13 m de área total para el ensayo, está compuesta por 39 parcelas de 3 m x 4 m distribuidas en 3 bloques, cada bloque posee 13 parcelas, en cada parcela se hicieron 4 surcos separados por 75 cm, y cada parcela está separada de las demás por 1 m tanto vertical como horizontal.

Al inicio del ensayo, la zona de estudio se caracteriza por tener un suelo arcillosos- limoso y pH de 5.2.

Tabla 8. Disposición de los ensayos

Ensayo	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
1	T1b	Químico *	T4b
2	T1a	T2a	T abs. *
3	T2b	T1b	T5a
4	T2a	Caldo – agua *	T2b
5	T3b	T5b	T3a
6	T3a	T4a	Químico *
7	T4b	T2b	T1a
8	T4a	T abs. *	T4a
9	T5b	T5a	T2a
10	T5a	T3b	T1b
11	Caldo- agua *	T1a	T3b
12	Químico *	T4b	Caldo- agua *
13	T abs. *	T3a	T5b

Fuente: Esta investigación

*Caldo – agua como S4

*Testigo Químico como TQ

*T abs. como TA

5.4.2. Variables de respuesta

a. **Altura de la planta:** Cada 15 días, de cada unidad experimental o parcela se tomó 10 plantas al azar, y con la ayuda de un metro se midió desde la base del tallo, hasta su ápice.

Figura 10. Muestreo para altura de planta.



Fuente: Esta investigación

b. **Número De Hojas Por Planta:** Cada 15 días, de cada parcela se tomó 10 plantas al azar, y se contó el total de número de hojas.

c. **Longitud De Las Hojas:** En cada cosecha, se tomó 25 hojas del área útil, y con un metro se midió su longitud, desde el punto de corte hasta su ápice.

Figura 11. Medida de la longitud de hoja.



Fuente: Esta investigación

d. **Ancho De Las Hojas:** En cada cosecha, se tomó 10 hojas del área útil y con un metro se midió su ancho desde el borde izquierdo hasta el derecho.

Figura 12. Medida del ancho de hoja.



Fuente: Esta investigación

e. **Rendimiento Por Tratamiento:** En cada cosecha, dentro del área útil se tomó al azar a 5 plantas y se pesó las hojas cosechadas, luego se pesó toda la

producción obtenida del área útil de cada tratamiento y se hizo la conversión del valor Kg/ área útil a ton/ Ha.

Figura 13. Rendimiento por tratamiento.



Fuente: Esta investigación

5.4.2.1. Obtención de área útil: Para calcular el área útil de cada unidad experimental, se hizo el cálculo del área que ocupó 9 plantas de acelga, y el área que ocupó 2 surcos. El valor que se obtuvo fue de 5.775m^2 , con uso de la fórmula:
 $(N \times D) \times (n \times d) = (2 \times 0.75\text{m}) \times (9 \times 0.35\text{m}) = 5.775 \text{m}^2$

Siendo:

N= Numero de surcos

D= Distancia entre surcos

n= Numero de plantas

d= distancia entre sitios

5.5 LABORES CULTURALES DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris* variedad *cicla L.*)

5.5.1. Preparación de terreno: Los surcos se elaboraron con una distancia de 75cm entre ellos, y una semana antes de la siembra se hizo un control inicial de herbáceas con Afalon, además con el objetivo de reducir la posibilidad de ataque de insectos a las plántulas de acelga se desinfecto el suelo, con Clorpirifos (50 ml/ bomba).

Figura 14. Desinfección del lote.



Fuente: Esta investigación

5.5.2. Siembra: Se llevó a cabo en el mes de octubre 2010, se utilizó plántulas de 12cm de altura obtenidas de un invernadero ubicado en el corregimiento de Buesaquillo, pero debido a los bruscos cambios de clima en la vereda de San Alejandro, se hizo necesario dos re-siembras más para completar las 44 plantas necesarias para cada ensayo.

Figura 15. Trasplante de plántulas de acelga.



Fuente: Esta investigación

5.5.3. Control de hierbas: En los primeros estados del cultivo (tercera a la sexta semana), el control se hizo de forma manual, arrancando las malezas para evitar daños en las plántulas de acelga. De la séptima semana hasta el primer corte, el control de malezas se realizó con rastrillo.

5.5.4. Control de plagas y enfermedades: En el desarrollo de la investigación se realizó dos fumigaciones con Clorpirifos y con matababosa para el control de Mosca de la remolacha (*Pegomia betae* o *P. hyoscyami*), Gusano Gris (*Agrotis segetum*) y Gusano de alambre (*Agriotes lineatum*).

Figura 16. Cultivo de acelga.



Fuente: Esta investigación

5.5.5. Dosificación a cada unidad experimental del diseño experimental.

Siguiendo la recomendación de Aliaga (2003) de utilizar una dosis del 1 al 2% en hortalizas de hoja, se dosificó a 2 niveles de fertilización baja (50ml/bomba) y alta (100ml/bomba).

Las fertilizaciones edáficas se realizaron en horas de la mañana (entre las 7a.m. y 9a.m.), esto para evitar que las altas temperaturas del mediodía evapore los fertilizantes y se reduzca su efecto sobre el cultivo.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Con ayuda del programa Statgraphics Centurion XV e InfoStat 2008 los resultados se analizaron en una matriz multifactorial Anova con el 95 % confianza y la prueba LCD.

6.1. ANÁLISIS DE SUELOS.

En el primer Reporte Análisis de Suelos Agrícolas, (Ver Anexo 2)

Tabla 9. Reporte inicial de análisis de suelos agrícolas.

PARÁMETROS	VALOR
Ph	5.1
Materia Orgánica (MO)	5.35 %
Fosforo disponible	13 mg/Kg
Capacidad de intercambio catiónico	19.7 cmolcarga/Kg
Calcio de cambio	5.79 cmolcarga/Kg
Magnesio de cambio	1.9 cmolcarga/Kg
Potasio de cambio	1.27 cmolcarga/Kg
Aluminio de cambio	0.32 cmolcarga/Kg
Hierro	139 mg/Kg
Manganeso	16.1 mg/Kg
Cobre	3 mg/Kg
Zinc	1.19 mg/Kg
Boro	0.185 mg/Kg
Nitrógeno total	0.21 %
Carbono orgánico	3.1 %
Azufre disponible	11.5 mg/Kg
Textura	Arcillosa
Densidad	1.0 g/ml

Fuente: Esta investigación

Según los resultados del análisis de suelos, el suelo se caracteriza por un bajo pH que no corresponde al óptimo para la producción de acelga (Rodríguez *et al.*, 2002), el boro es muy deficiente y según Rodríguez *et al.* (2002) el nitrógeno y carbono esta bajos, lo cual puede representar en una baja en la producción de aminoácidos, grasas y demás componentes necesarios para la planta. De acuerdo

con Elola, (2005) si la textura es arcillosa la acelga puede vegetar mejor que cuando es arenosa.

Tabla 10. Reporte final de análisis de suelos agrícolas

PARÁMETRO S	Unidad	Tratamiento T3B	Testigo Absoluto	Tratamiento T2B	Tratamiento Químico
pH		3,9	4,0	4,0	4,3
Materia Orgánica	%	4,73	5,29	3,65	4,98
Fósforo disponible	mg/Kg	12,6	20,0	14,9	23,0
C.I.C.	cmol+/Kg g	18,1	19,0	17,7	20,0
Calcio de cambio		3,75	6,08	5,96	6,78
Magnesio de cambio		1,21	2,17	2,07	2,29
Potasio de cambio		0,50	0,84	0,79	0,67
Aluminio de cambio		1,24	0,15	0,28	<LD
Hierro	Mg/Kg	131	148	100	145
Manganeso		19,2	20,0	24,1	20,6
Cobre		2,07	2,63	2,03	2,40
Zinc		1,24	4,61	1,30	3,97
Boro		0,12	0,15	0,14	0,16
Nitrógeno total	%	0,18	0,21	0,14	0,19
Carbono orgánico	%	2,74	3,07	2,11	2,89
Azufre disponible	mg/Kg	7,07	9,43	6,81	6,21
Textura		Arcilloso – Arenoso			
Densidad aparente	g/ml	0.9			

Fuente: Esta investigación

Los resultados del segundo análisis de suelos, en comparación con el primero, muestra una gran baja del pH, para hortalizas son valores críticos, por lo que según Espejo et al, (2004) no hubo una adecuada absorción de P, Ca, Mg y Mo; además es posible que el aluminio haya provocado cierta toxicidad sobre el cultivo.

Además de valores altos en manganeso, que según Fenster et al, (1979) se puede acumular en los tejidos e interferir con el metabolismo. Espejo et al, (2004) menciona que altas concentraciones de Mn impide un adecuado desarrollo radicular y correcta absorción de muchos nutrientes.

A pesar que el Al presenta valores tolerables, pudo acumularse sobre las raíces, y bloquear las posiciones de intercambio y así reducir el transporte de fosfatos desde el suelo al sistema vascular (Fenster et al., 1979)

Respecto al P, en los suelos de TA, T2b y TQ, se observa que aumentó su concentración respecto al primer análisis, lo cual rectifica lo afirmado por Rodríguez et al. (2002), que el aluminio y manganeso en suelos de bajo pH además de afectar el metabolismo y nutrición de la planta, también fijan con rapidez el P, lo cual le impide a la planta aprovecharlo.

6.2. VARIABLES FITOMETRICAS.

6.2.1. Altura de planta.

Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta.

<i>Fuente</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES	
A:Bloque	0,0029
B:Dosis	0,5780
C:Repetición	0,6029
D:Tratamiento	0,0000
INTERACCIONES	
BD	0,1170

Fuente: Esta investigación

Para esta variable se presentaron diferencias estadísticas entre Bloques y tratamientos, no hubo diferencias estadísticamente significativas en la interacción Dosis – Tratamiento.

Tabla 12. Prueba de rangos múltiples para altura de planta por tratamiento..

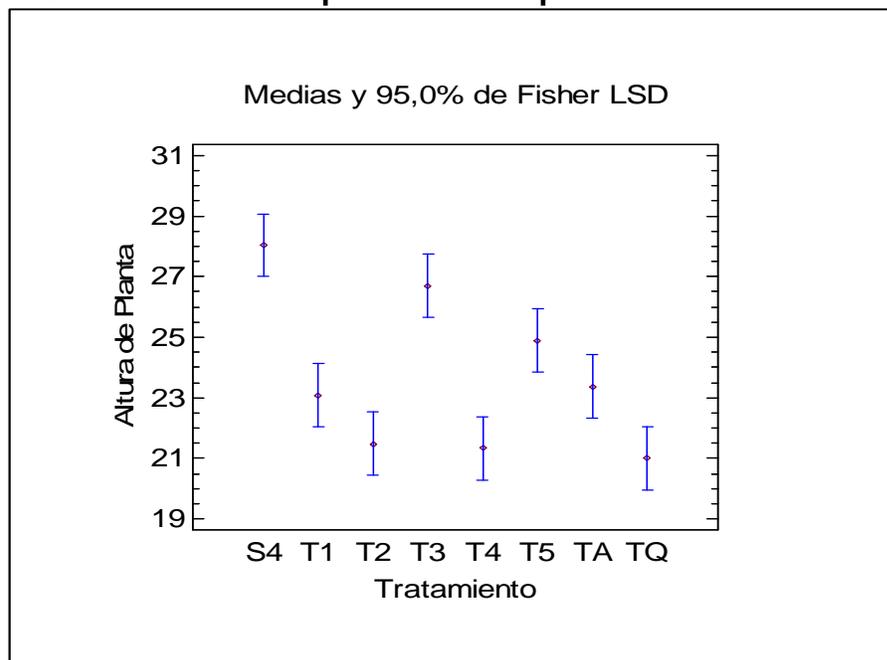
<i>Tratamiento</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
S4	28,04	A
T3	26,68	AB
T5	24,89	AB
TA	23,37	ABC
T1	23,08	BC
T2	21,47	CD
T4	21,34	DE
TQ	21,0	E

* Letras diferentes expresa diferencias estadísticas

Se observó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, pero no en sus dosis, siendo el mejor tratamiento el caldo S4 con 28.04 cm, seguido por T3 y T5.

Las diferencias entre Bloques se deben a la variabilidad de los componentes en los suelos de las unidades experimentales. Ver Tabla 10.

Figura 17 . Grafica de medias para altura de planta.



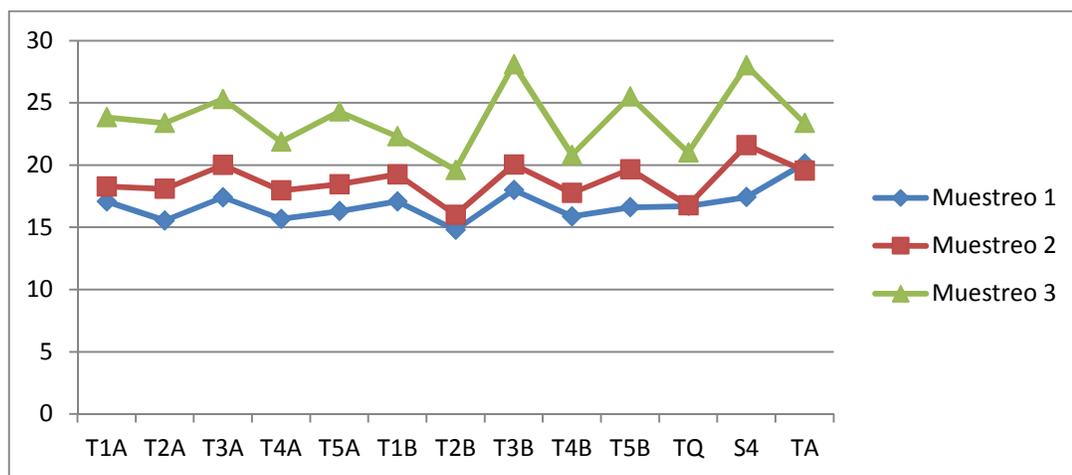
Fuente: Esta investigación

En ensayos realizados por Siura *et al.* (1999) sobre un cultivo de espinaca, obtuvieron una altura de planta de 17 cm con aplicaciones al 100% de biol

elaborado con estiércol de ganado lechero, pero no supero a los testigos químicos que alcanzaron 22.5 cm de altura.

En comparación al tratamiento TQ fue el de menor desempeño lo cual concuerda con los ensayos realizados por Piaerpuezan y Perez (2008) sobre lechuga y repollo, el fertilizante foliar comercial también mostro bajos valores para el diámetro de cabeza casi similares al testigo absoluto.

Figura 18. Evolución de los muestreos en altura de planta.



Fuente: Esta investigación

6.2.2. Numero de hojas.

Tabla 13. Análisis de varianza para número de hojas.

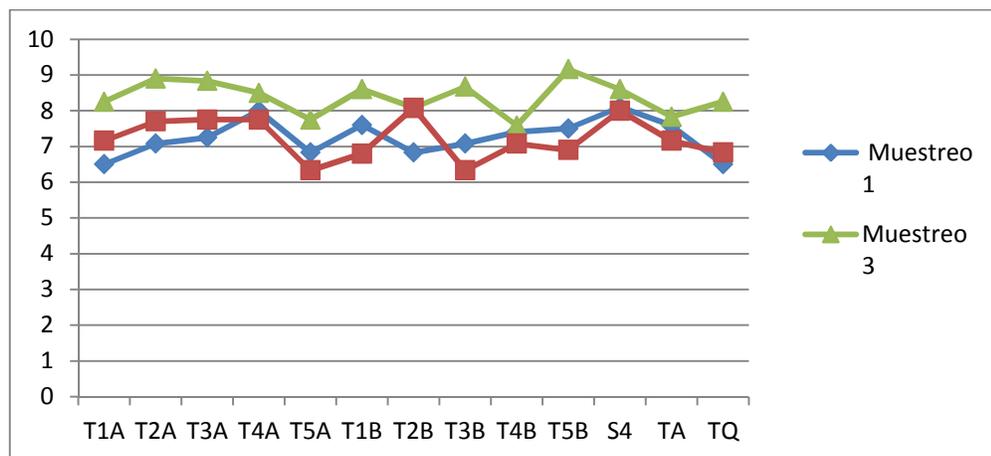
Fuente	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES	
A:Bloque	0,0141
B:Dosis	1,0000
C:Repeticion	0,9672
D:Tratamiento	0,2057
INTERACCIONES	
BD	0,0698

Fuente: Esta investigación

No hubo diferencias estadísticas importantes entre los tratamientos y sus dosis. En la Figura 17, se puede observar que hay una gran disparidad en los resultados, en promedio el número de hojas en todos los tratamientos no sobrepasa a 10.

En ensayos realizados por Aguayo (1997) realizados en un cultivo de acelga, obtuvo valores de 11.85 hojas solo con el Testigo y con aplicación de un biol elaborado con estiércol de llama (*Lama glama*) obtuvo 15.05 hojas.

Figura 19. Evolución de los muestreos para número de hojas.



Fuente: Esta investigación

Las diferencias entre Bloques se deben a la variabilidad de los componentes en los suelos de las unidades experimentales. Ver Tabla 10.

6.2.3 Ancho de hojas.

Tabla 14. Análisis de varianza para ancho de hojas.

	Cosecha 1	Cosecha 2
Fuente	Valor-P	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES		
A: Bloque	0,8683	0,0001
B: Dosis	0,0253	0,5700
C: Repetición	0,4009	0,1730
D: Tratamiento	0,0000	0,0000
INTERACCIONES		
BD	0,0000	0,0147

Fuente: Esta investigación

En las dos cosechas, se observó diferencias entre tratamientos y sus dosis, además de las interacciones Dosis - Tratamiento.

Tabla 15. Prueba de rangos múltiples para ancho de hoja por tratamiento y dosis

COSECHA 1				COSECHA 2			
Tratamiento	Dosis	Ancho		Tratamiento	Dosis	Medias	
T5	A	14,35	A	T3	B	13,18	A
T2	A	13,76	A B	TA	A	12,89	A
T3	B	13,21	A B C	TA	B	12,89	A
T1	B	13,08	A B C D	T5	B	12,87	A
T5	B	12,78	B C D E	T1	A	12,71	A B
TA	B	12,73	B C D E	T5	A	12,49	A B C
TA	A	12,73	B C D E	T1	B	11,38	B C D
T1	A	12,6	B C D E	T4	A	11,31	B C D
T3	A	12,39	C D E	T3	A	11,2	C D
S4	A	12,15	C D E	S4	B	10,87	D
S4	B	12,15	C D E	S4	A	10,87	D
TQ	A	11,81	D E F	T2	A	10,78	D
TQ	B	11,81	D E F	TQ	A	10,15	D
T4	B	11,55	E F	TQ	B	10,15	D
T4	A	10,78	F G	T4	B	10,04	D
T2	B	9,74	G	T2	B	9,93	D

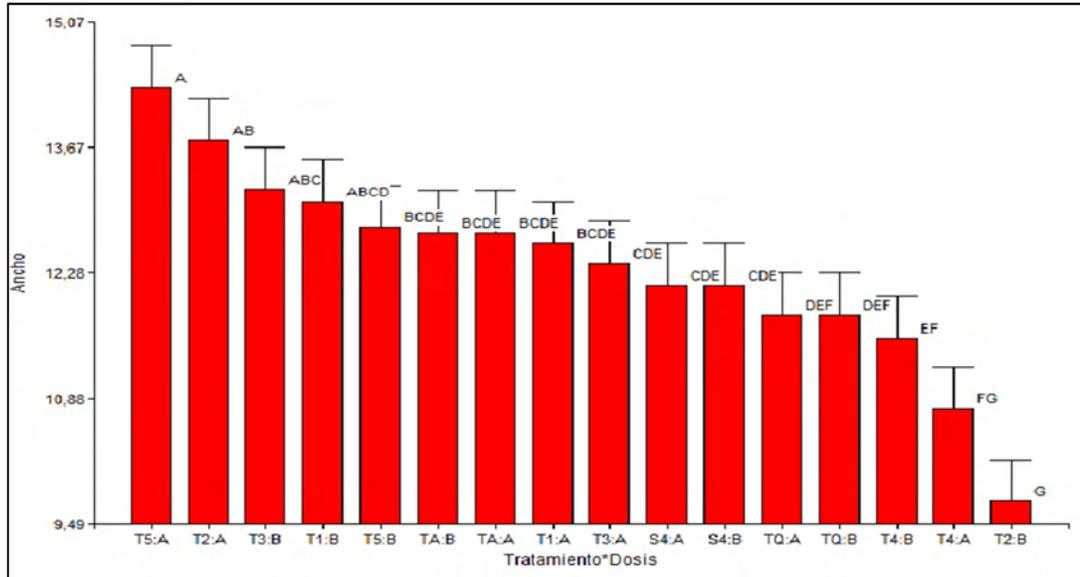
* Letras diferentes expresa diferencias estadísticas

Según la Tabla 14, en la cosecha 1 el tratamiento de mejor desempeño fue T5A con 14.35 cm, seguido por T2A y T3B con 13.76 cm y 13.21 cm respectivamente, y en la cosecha 2, también hubo diferencias entre los tratamientos y sus dosis, destacándose el T3B con 13.18 cm, seguido por TA y T5B con 12.89 cm y 12.87 cm.

Los resultados para esta variable son semejantes a los obtenidos por Altamirano (2009), quien en ensayos con acelga obtuvo anchos de hoja de 10.52 a 11.2 cm, además manifestó en su investigación que las diferencias no son estadísticamente significativas.

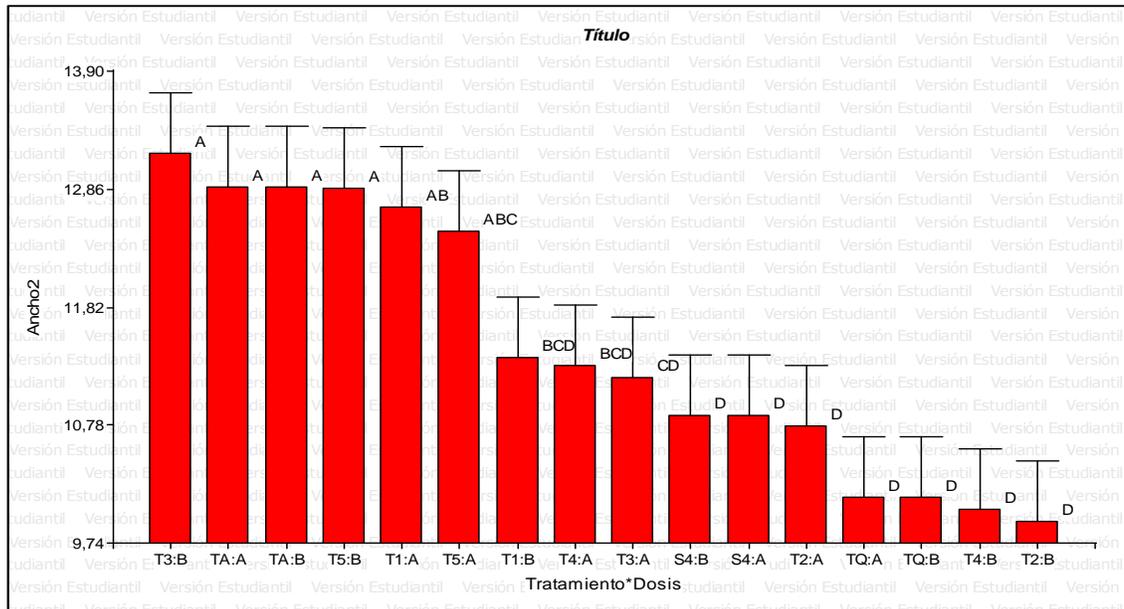
Según la Tabla Anova, en las dos cosechas en la interacción Dosis - Tratamiento se presentaron diferencias estadísticas significativas, se representa su interacción en la siguientes figuras.

Figura 20. Interacción tratamiento - dosis en cosecha 1.



Fuente: Esta investigación

Figura 21. Interacción tratamiento - dosis en cosecha 2.



Fuente: Esta investigación

Longitud de hoja.

Tabla 16. Análisis de varianza para longitud de hoja.

Fuente	COSECHA 1		COSECHA 2	
	Razón-F	Valor- P	Razón-F	Valor- P
EFFECTOS PRINCIPALES				
A:Bloque	12,34	0,0000	5,40	0,0049
B:Dosis	0,69	0,4060	4,12	0,0432
C:Repeticion	0,80	0,6141	1,86	0,0565
D:Tratamiento	10,43	0,0000	10,88	0,0000
INTERACCIONES				
BD	0,97	0,4496	4,52	0,0001

Fuente: Esta investigación

Se observó diferencias estadísticas significativas en las dos cosechas, en la cosecha 1, el tratamiento más destacado fue T3B, seguido por T5B y T1B. En la cosecha 2, el mejor tratamiento fue T2A seguido curiosamente por TA y T1B

Tabla 17. Prueba de rangos múltiples para longitud de hoja por tratamiento y dosis.

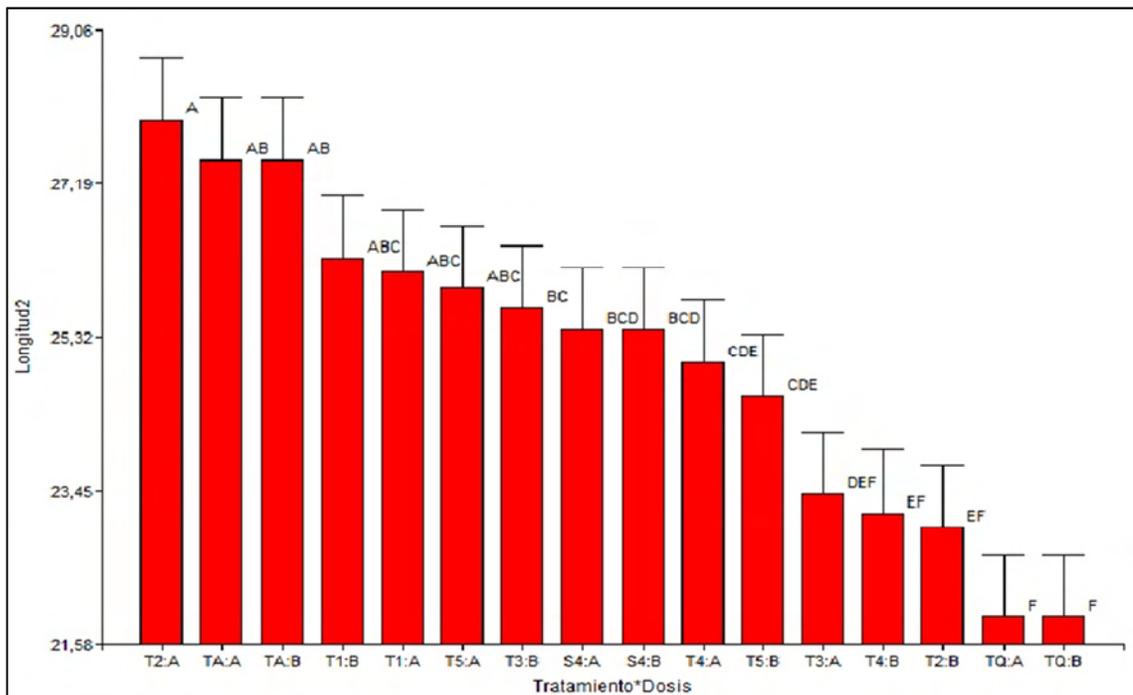
COSECHA 1				COSECHA 2			
Tratamiento	Dosis	Longitud		Tratamiento	Dosis	Longitud	
T3	B	28,82	A	T2	A	27,96	A
T5	B	28,74	A	TA	A	27,48	A B
T3	A	28,54	A	TA	B	27,48	A B
T1	B	27,21	A B	T1	B	26,29	A B C
T1	A	27,14	A B	T1	A	26,12	A B C
S4	B	27,1	A B	T5	A	25,91	A B C
S4	A	27,1	A B	T3	B	25,68	B C
TA	B	26,89	A B	S4	A	25,42	B C D
TA	A	26,89	A B	S4	B	25,42	B C D
T5	A	26,29	B C	T4	A	25,02	C D E
T4	A	25,29	B C	T5	B	24,6	C D E
TQ	A	25,25	B C	T3	A	23,41	D E F
TQ	B	25,25	B C	T4	B	23,18	E F
T4	B	24,68	C	T2	B	23,01	E F
T2	A	24,25	C	TQ	A	21,92	F
T2	B	24,23	C	TQ	B	21,92	F

* Letras diferentes expresa diferencias estadísticas

En ensayos realizados a plantas de acelga por Sepúlveda *et al.* (2004), se observó que al aplicar Almacigo con tierra de hojas se obtuvo 36,9 cm longitud de hoja, y con Pino compostado 34,2 cm, los cuales son valores superiores a los obtenidos en esta investigación.

Debido a que en la segunda cosecha se presentaron diferencias significativas entre las dosis, se analizó la interacción Tratamiento- Dosis.

Figura 22. Interacción tratamiento – dosis para longitud de hoja cosecha 2



Fuente: Esta investigación

6.3 RENDIMIENTO POR HECTAREA.

Tabla 18. Análisis de varianza para total de rendimiento.

<i>Fuente</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES	
A: Bloque	0,0007
B: Dosis	0,2023
C: Repetición	1,0000
D: Tratamiento	0,0000
INTERACCIONES	
BD	0,0000

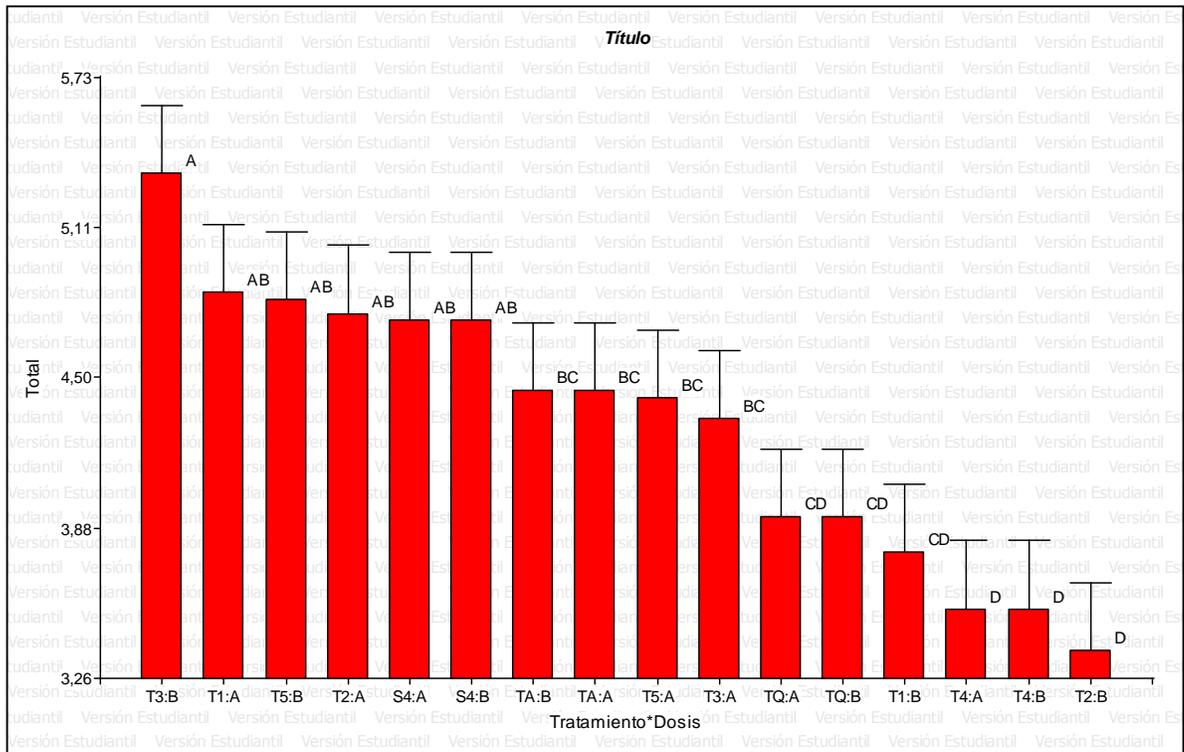
Fuente: Esta investigación

Tabla 19. Prueba de rangos múltiples para rendimiento total por tratamiento.

Tratamiento	Dosis	Medias	
T3	B	5,34	A
T1	A	4,85	A B
T5	B	4,82	A B
T2	A	4,76	A B
S4	A	4,73	A B
S4	B	4,73	A B
TA	B	4,44	B C
TA	A	4,44	B C
T5	A	4,42	B C
T3	A	4,33	B C
TQ	A	3,92	C D
TQ	B	3,92	C D
T1	B	3,78	C D
T4	A	3,55	D
T4	B	3,55	D
T2	B	3,38	D

*letras diferentes representan diferencias estadísticas significativas

Figura 23. Interacción dosis - tratamiento para rendimiento.



Fuente: Esta investigación

Con el Tratamiento T3 dosis baja se obtuvo el mejor rendimiento por hectárea con 5.34 ton/ha, seguido por T1A y T5B, y TQ no se destacó en ninguna cosecha, lo cual se asemeja a los resultados obtenidos por Piarpuezan y Perez (2008), donde el peso de cabeza de los diferentes bioles y el testigo químico sobre lechuga y repollo arrojó resultados similares entre ellos.

Al revisar la formulación de los tratamientos T3 y T1 se observa que el %p/p de bovinaza es levemente mayor al %v/v de jugo de fique fermentado, lo que concuerda con Jurado *et al* (1983) al afirmar que la bovinaza es la mayor fuente de nutrientes dentro del biodigestor.

El rendimiento promedio nacional es de 12.8 ton/ha, alcanzando valores de 25 ton/ha en Cundinamarca, pero de 0.8 ton/ha en Cauca y 5 ton/ha en Caldas (Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, 2010). El rendimiento de T3 dosis Baja en esta investigación es cercano a la obtenida por el departamento de Caldas en el año 2010.

En la investigación de Maras(2001), también obtuvo rendimientos de 4.5 ton/ha en acelga al aplicar solo humus de lombriz, este valor es inferior al obtenido con el tratamiento T3B con 5.34 ton/ha.

Respecto a TQ, para rendimiento por hectárea fue uno de los tratamientos menos destacado, en los ensayos de Siura *et al.* (1999), las aplicaciones de biol al 100% sobre espinaca supera a los testigos químicos.

Los anteriores resultados comprueban que en la fertilización los bioles pueden igualar y hasta superar a los fertilizantes líquidos de síntesis química.

La razón por la cual los biofertilizantes tipo Caldo Super 4 que se evaluaron en esta investigación superaron al testigo químico el cual a pesar de poseer mayor contenido de P, K y N **ver Anexo 1**, es por que estos caldos aportan al suelo una gran cantidad y diversidad de microorganismos benéficos, los cuales juegan papel importante en el balance de la nutrición de la planta y su defensa contra el ataque de fitopatógenos a través de su probable contribución a la mineralización de la materia orgánica, la fijación de nitrógeno atmosférico, la solubilización de fósforo y la producción de antibióticos (Méndez, 2006).

La falta de mejores resultados en rendimientos se puede deber a que durante el tiempo de desarrollo del cultivo de acelga, se presentaron cambios bruscos en el clima de soleado a lluvioso y viceversa, Roselló (2003) explica que las formulaciones de extractos vegetales “no deben utilizarse con tiempo lluvioso o a pleno sol, pues su efecto se ve disminuido. La excepción son las preparaciones a base de cola de caballo, que deben pulverizarse con tiempo soleado”. Otra razón por la que no se obtuvo rendimientos importantes es porque los biofertilizantes foliares que se aplicaron no lograron cubrir la demanda de nutrientes que el suelo no lograba aportar. **Ver tabla 19**. Además los biofertilizantes foliares que se elaboraron en esta investigación no cumplen con los requisitos mínimos exigidos por la Norma NTC 5167 para ser calificados como Abonos Líquidos Orgánicos.

6.4 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Se tomó una muestra del tratamiento T3 debido a que fue el tratamiento más destacado en Rendimiento total por Hectárea, además se tomó otra muestra de T2 para una posterior comparación, y se envió al Laboratorio de Bromatología de la Universidad de Nariño.

Tabla 20. Reporte análisis bromatológico de los bioles T3 y T2

Parámetro	Unidad	Biol T3	Biol T2
Solidos Suspendidos	g/ 100ml	12.4	6.53
Carbono Orgánico	g/L	4.05	3.2
Nitrógeno	g/L	2.2	1.93
Relación C/N	Calculo matemático	1.84	1.66
Calcio	g/L	11.7	8.14
Fosforo	g/L	2.68	1.22
Magnesio	g/L	4.2	3.9
Potasio	g/L	4.58	4.42
Azufre	g/L	5.95	4.29
Hierro	mg/L	473	325
Manganeso	mg/L	41.8	43.8
Zinc	mg/L	4100	3150
Cobre	mg/L	4520	3070
Densidad	g/L	1.12	1.08
pH		5.57	5.4
Conductividad a 25°C	dS/m	24.6	23.8
CaO	g/L	16.4	11.4
P2O5	g/L	6.14	2.8
MgO	g/L	6.96	6.46
K2O	g/L	5.52	5.32

Fuente: Esta Investigación

En el reporte de Resultados del Laboratorio de Bromatología, nos muestra que el Caldo T3 supera al Caldo T2 en contenido de Nitrógeno, Fosforo, Potasio y el resto de elementos, por lo que se dedujo que los buenos resultados del tratamiento T3 se debe a su mayor aporte de nutrientes a las plantas de acelga.

Pero se observa que los bioles poseen baja M.O., C y N, por ende una baja relación C/N, según Piaerpuezan y Perez (2008) citando a Duran (2003), afirman que los bioles deben poseer una relación C/N de por lo menos 17. Además los bioles tienen un bajo aporte de Potasio y Fosforo, en comparación al Manganeso, lo cual pudo haber afectado el metabolismo de la planta (Fenster et al, 1979).

La norma técnica ICONTEC 5167 para fertilizantes orgánico - minerales líquidos, donde se establecen los siguientes parámetros a caracterizar:

Tabla 21. Comparación entre los bioles T3 y T2 con norma NTC 5167.

Parámetro	Biol T3	Biol T2
Máximo de Sólidos suspendidos 4.0%,	12.4 %	6.53 %
Mínimo de carbono orgánico oxidable total 20g/L	4.05 g/L	3.2 g/L
Contenido de Ntotal + P ₂ O ₅ + K ₂ O mayor a 40g/L	13.86 g/L	10.05 g/L
Contenido máximo de Potasio 50g/l de K ₂ O	5.52 g/L	5.32 g/L

Fuente: Norma NTC 5167

Ninguno de los dos biofertilizantes analizados cumplió con los Parámetros establecidos en la norma NTC 5167.

Las razones por las cuales no se cumplió con las exigencias de la norma NTC 5167 respecto a:

- Máximo de Sólidos suspendidos: Al final del tiempo de fermentación no se hizo una filtración para retirar solidos que se hayan precipitado durante la fermentación
- Mínimo de carbono orgánico oxidable total: cumplido los 2 meses, en los biodigestores continuaba la fermentación lo que causó una volatilización de elementos esenciales como el C y N, lo anterior se puede evidenciar por la muy baja relación C/N en los biofertilizantes T3 y T2.
- Contenido de Ntotal + P₂O₅ + K₂O: Tarigo y Repetto (2004) recomiendan no almacenar los biofertilizantes por tiempo prolongado para evitar el cambio de su composición, a continuación se presenta un cuadro que demuestra la evolución en la composición química de un biofertilizante en el tiempo.

Tabla 22. Evolución en la composición química del biofertilizante a través del tiempo.

Elementos en ppm	Días de fermentación			
	30	60	90	120
CaCO ₃	3260	2600	2460	2372
PO ₄	1668	569	410	320
K	970	487	532	500
SO ₃	447	170	97.2	112
SiO ₂	83.1	168	143	177
Fe	44.7	11.3	9.7	11
Cl	1160	810	1090	840
Na	166	250	276	257
Zn	6.7	3.7	1.3	1.7
Cu	1.1	0.7	0.5	0.2
Mn	16.6	4.7	3.8	4.6
Mg	312	305	281	312

Fuente: Tarigo y Repetto (2004)

En la Tabla 22, se observa que con el paso del tiempo hay una disminución de K, P, S, Fe, Zn, Ca y Mg, los cuales son elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, y en cambio se eleva el contenido de Na y Si.

6.5 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Para el análisis económico para cada uno de los tratamientos propuestos en esta investigación se tuvo en cuenta el análisis estadístico en rendimiento por hectárea mediante la prueba de significancia de Fisher LCD (**Ver Tabla 24**).

El costo de los insumos y materias primas se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 23. Costo de los insumos y materias primas.

Insumo	Valor \$/Kg
Sulfato de zinc	4800
Sulfato de magnesio	2800
Sulfato de cobre	9200
Melaza	685
Roca fosfórica	1500
Cal agrícola	2000
Molibdato de amonio	190.5
Bórax	4000
Leche	800
recipientes plásticos 4lt	1200
Recolección de bovinaza y jugo de fique	100
TOTAL	4765.5

Fuente: Químicos del Sur

Debido a que en la elaboración de todos los biodigestores se utilizó la misma cantidad de insumos, el precio de elaboración para todos es de \$1190/ lt de biofertilizante foliar.

Para el uso de los biofertilizantes foliares a partir de jugo de fique fermentado, se utilizo la dosis recomendada por de Aliaga (2003), lo cual representa aplicar solo 2.5 - 3.0 L/ha, lo cual permite reducir los costos.

Para el análisis parcial de costos se siguió la metodología utilizada por Puerres (2001) tomada de Perrin (1976).

Tabla 24. Costos variables.

CONCEPTO	Costo Unitario
Jornales	\$ 7.000
• 18 Jornales para TA	
• 24 Jornales para TQ	
• 22 Jornales para T1 – T5	
Transporte por cada 50 Kg acelga	\$ 4.000
Cargue y descargue por cada 50 Kg acelga	\$ 500
Precio de fertilizante cosechando	\$ 23.000/ lt
Precio de biofertilizante con jugo de fique	\$ 1.190/ lt
Precio de biofertilizante con agua	\$ 1.080/ lt

Fuente: Esta investigación

La carga y el transporte de la acelga cosechada hasta el centro de Acopio en la ciudad de Pasto y su descarga es \$4.500 por cada 50Kg de acelga o bulto.

Tabla 25. Balanza de ingreso neto.

	Costos Variables (\$/ Ha)	Producción (ton/ ha)	Ingreso Bruto (\$/ ha)	Ingreso Neto (\$/ ha)
T1 a	1.614.640	14,54	15.360.000	13.745.350
T2 a	1.588.950	14,28	15.085.700	13.496.800
T3 a	1.460.350	12,98	13.714.300	12.253.900
T4 a	1.229.000	10,64	11.245.700	10.016.800
T5 a	1.486.050	13,24	13.988.600	12.502.500
T1 b	1.297.500	11,34	11.977.150	10.679.650
T2 b	1.177.500	10,13	10.697.150	9.519.650
T3 b	1.734.650	15,75	16.640.000	14.905.350
T4 b	1.228.950	10,64	11.245.700	10.016.800
T5 b	1.607.000	14,45	15.268.550	13.662.500
Químico	1.598.050	11,77	12.434.300	10.886.300
Caldo – S4	1.580.300	14,19	14.994.300	13.414.000
T Absoluto	1.320.150	13,33	14.080.000	12.759.850

Fuente: Esta investigación

La producción ton/ ha corresponde a la suma de las dos cosechas en las tres parcelas destinadas para cada tratamiento.

El promedio general de producción de cosecha es 12,87 Ton/ ha.

El mes de abril del 2011 el precio de acelga al público en es en promedio \$ 1056/Kg, (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010)

El análisis económico mostro que el tratamiento T3 dosis baja posee el mayor ingreso neto \$ 14.905.350, pero también el mayor costo variable \$1.734.650, los tratamientos T1 dosis alta y T5 dosis baja también mostraron altos ingresos netos \$ 13.745.350 y \$ 13.662.500 respectivamente con costos variables similares.

El tratamiento T2 dosis baja obtuvo el menor ingreso neto con solo \$ 9.519.650 superado por el testigo absoluto con un ingreso neto de \$ 12.759.850, aunque tiene el costo variable mas bajo \$1.177.500, y el testigo químico tuvo ingresos bajos cercanos a los de T4 con \$ 10.886.300 y costos variables de 1.598.050.

El elevado costo de los fertilizantes comerciales de síntesis química aumenta los costos de fertilización y sostenimiento del cultivo, con el uso del fertilizante foliar con 32 %v/v de jugo de fique fermentado y 35 %p/p de bovinaza se puede fertilizar, sostener el cultivo y obtener mejores rendimientos con costos aceptables.

CONCLUSIONES

Los biofertilizantes elaborados a partir del jugo de fique (*Furcraea gigantea*) si pueden aportar nutrientes a las plantas, y su aporte es superior al de un fertilizante foliar químico, debido a que aporta humus, vitaminas, ácidos y minerales complejos indispensables para el metabolismo y equilibrio nutricional de las plantas.

El tratamiento de mayor producción fue T3 dosis baja (35 %p/p de bovinaza y 32% v/v de jugo de fique fermentado) con 5.34 ton/ha, su desempeño en el transcurso de la evaluación fue bueno tanto en rendimiento, altura de planta, ancho y longitud de hojas, pero su desempeño fue poco significativo en número de hojas.

Los tratamientos de menor desempeño fueron el T2 dosis baja (68 %p/p de bovinaza y 65% v/v de jugo de fique fermentado), con solo 3.38 ton/ha, y T4 (35 %p/p de bovinaza y 65% v/v de jugo de fique fermentado) dosis baja con 3.55 ton/ha.

El tratamiento químico no se destacó en ninguna de las variables de respuesta y arrojó altos costos para rendimientos menores al del promedio general.

En el análisis económico el tratamiento T3 dosis baja obtuvo el mayor ingreso neto con \$ 14.905.350, seguido por los tratamientos T1 dosis alta y T5 dosis baja con ingresos netos \$ 13.745.350 y \$ 13.662.500 respectivamente.

El tratamiento T2 dosis baja obtuvo el menor ingreso neto con solo \$9.519.650, este valor es menor al obtenido por el TA con \$ 12.759.850.

RECOMENDACIONES

Cabe resaltar que dicho trabajo de investigación es pionero en cuanto a documentación del efecto fertilizador del jugo de fique en los cultivo de hoja, bajo condiciones de campo, dado que en la literatura no existen reportes al respecto.

Para investigaciones posteriores se recomienda estudiar el efecto del jugo de fique en suelos básicos para aprovechar su bajo pH como corrector de pH, la recuperación y sostenibilidad a través del tiempo.

Evaluar el efecto de estos bioles con jugo de fique, combinado con la adición de abonos orgánicos, abonos de síntesis química y fertilizantes edáficos comerciales.

Evaluar el efecto de estos bioles con jugo de fique en otros cultivos de importancia para el departamento de Nariño, tal como la papa, café, frijol, frutales y hortalizas.

Evaluar el efecto de estos biofertilizantes con jugo de fique usando otra formulación diferente al del caldo Super 4 ó usar dosis mas altas en las aplicaciones foliares.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, Juan Francisco. Optimización del proceso de extracción de material orgánico procedente de fique (*Furcraea* sp.) y observación del efecto biofungicida. Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín. Facultad de Ingeniería Química e Ingeniería Agroindustrial. 2004. Pág. 200

ACOSTA, Octavio y RAMOS Jimmy. Evaluación de cinco caldos foliares en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el altiplano de Pasto. Tesis para optar por el título de ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. 2003. Pág. 12

ACOSTA, Julián y BOLAÑOS, Diana. Estudio de factibilidad para el montaje de una empresa productora de abonos orgánicos a partir de subproductos del fique en el departamento de Nariño. Tesis para optar por el título de ingeniero Agroindustrial. Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. 2009 Pág. 85

AGENDA INTERNA para la Productividad y la Competitividad. Documento Regional Nariño. 2006. Pág. 10- 12

AGUAYO M., Juan. Aplicación de abonos líquidos a partir de estiércoles frescos en las producción de acelga (*Beta vulgaris var. cicla* L.) en carpa solar. 1997

ALFARO, Jorge; OBREGÓN, Miguel. Los Extractos Vegetales En Al Agricultura. Convenio MAG-INA, Centro Nacional de Agricultura Orgánica, Cartago, Oreamuno. Instituto Nacional de Aprendizaje. 2003. Pág. 5

ALIAGA, Nelly. Producción de biol Supermagro. Cedepass Norte. Centro ecuménico de promoción y acción social. 2003. Pág. 5

ALTAMIRANO. Carmita del Pilar. Establecimiento y evaluación de diez especies hortícolas en huertos familiares en dos comunidades de la parroquia de Licto. Tesis para optar por el título de ingeniero Agrónoma. Tesis para optar por el título de ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba. Ecuador. 2009. Pág. 52

ARROYAVE, P.; VELAZQUEZ, D. Ingeniería de Procesos. 3ra edición. Editorial EAFIT. Bogotá. 2001. Pág. 250

BASANTES, Edwin. Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. Legacy). Tesis para optar por el título de ingeniero Agronomo. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Facultad De Recursos Naturales. Riobamba- Ecuador. 2009. Pág. 25, 37

BIZZOZERO, Federico. Tecnologías apropiadas: Biofertilizantes. Centro uruguayo de tecnologías apropiadas(CEUTA). Montevideo. 2006. Pág. 4, 12, 16

CASTELLANOS, Oscar y TORRES, Luz Marina. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de fique en Colombia. Bogotá D.C., Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2009. Pág. 81

CIFUENTES, Luís. Programa de seguridad alimentaria y nutricional en el Valle del Cauca, Comité de cafeteros del Valle del Cauca extensión rural. 2007. Pág. 16- 27

COMPAÑÍA COLOMBIANA DE EMPAQUES. Seminario internacional mercados verdes y ecoetiquetado una nueva oportunidad para la industria colombiana. Bogotá D.C., Agosto de 2000

COMPAÑÍA DE EMPAQUES S.A., Corporación Autónoma Regional de Antioquia-CORANTIOQUIA, Alcaldía de Barbosa, Comité de Fiqueros de Barbosa. Manual de Buenas Prácticas para el Cultivo y Beneficio del Fique. Medellín. 2004. Pág. 159

COÑUEPÁN, Susana Del Carmen y PASMIÑO Pamela. Estudio de factibilidad técnico - económica, para la producción de hortalizas orgánicas bajo plástico, con tres sustratos diferentes en la localidad cordillerana de Malalcahuello; comuna de Curacautín; IX Región Universidad Católica De Temuco. Facultad De Ciencias Agropecuarias y Forestales. Escuela De Agronomía Temuco – Chile. 2004. Pág. 75

CORPOCAUCA. “Alianza de los eslabones de la cadena productiva de fique para fortalecer el proyecto comunitario y empresarial del municipio de Guaitarilla en el departamento de Nariño”. 2007

CHARAJA, Eduardo. Unidad De Transferencia Y Extensión Agraria. Producción De Biol Abono Líquido Natural Y Ecológico. PUNO – PERU. 2005. Pág. 4

DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Cálculos de Proexport. 2006. Pág. 3- 4

DEPARTAMENTO DEL CAUCA. Secretaría de desarrollo Agropecuario y Fomento Económico. Cadena productiva del Fique. 2007

DOMINGUEZ, V. Abonos, guía práctica de la fertilización. Octava Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España. 2000 P. 120

ECOFIBRAS LTDA. y PADEMER FASE I y II (MADR). Proyecto de Tecnificación del Cultivo del Fique, Descontaminación de las Fuentes de Agua y Apoyo al Desarrollo Artesanal a través de Ecofibras en los municipios de Curití, Onzaga, San Joaquín, Mogotes y Aratocha, Años 2002-2004.

ECOFIBRAS, Empresa cooperativa de fibras Santander Ltda. Sexto encuentro nacional de fique. Memorias, Provincia del alto Ricaurte. 2005

ECOSUR LTDA. 1999. Extractos vegetales. [en línea] 1 Junio 1999. [fecha consulta: 27 Marzo 2002].

ELOLA, Sebastián., Cultivo de Hortalizas de hoja. ACELGA (*Beta vulgaris var. cicla L.*) 2005. Pág. 1, 4, 5

ESPEJO, R. y PEREGRINI, F. Efectos a medio plazo de la espuma de azucarería, caliza magnesiana y yeso sobre Las bases intercambiables y el aluminio en el perfil de un suelo ácido. Universidad Politécnica. Ciudad Universitaria. Madrid. 2005. Pág. 3 -5

FENSTER, W. y L. LEÓN. Manejo de la fertilización con fósforo para el establecimiento y mantenimiento de pastos mejorados en suelos acidos e infértiles de america tropical. In Tergas, L. y P. Sánchez (Eds). Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Tropicós. CIAT. 1979. Pág. 119

FRIONI L. Procesos Microbianos Tomo II. Río Cuarto. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. 1999. Pág. 24

GALINDO A. Los Abonos Líquidos Fermentados Y Su Efectividad En Plántulas De Papaya (*Carica Papaya L.*). Revista Tierra Tropical (2007) *Universidad Eart. Las Mercedes De Guácimo. Limón. Costa Rica. 2006. pág. 91-96*

GOMERO, L; VELÁSQUEZ, H. Manejo Ecológico de Suelos: Conceptos, experiencias y técnicas. Ed. RAAA. Lima, Perú. 1999. Pág. 24

GOMÉZ, Cristian. y MORA, Juan C. Evaluación Del Efecto De Dos Extractos Vegetales (*Equisetum Bogotense Y Urtica Dioica*) Sobre El Calibre Y Partidura De Frutos De Cerezo (*Prunus Avium*) Cv. Bing, Como Alternativa Al Uso De Productos Comerciales, en Angol IX Región. Tesis Para Optar Al Título De: Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica De Temuco. Facultad De Ciencias Agropecuarias Y Forestales. Escuela De Agronomía. Temuco – Chile. 2004. Pág. 45

GOMEZ, Jairo. Abonos Orgánicos. Impresora Feriva S.A. Santiago de Cali. 2001. Pág. 22

Grupo de Microbiología Agrícola. Biofertilizantes para la Agricultura en Colombia. Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia. 2007. pág. 39
HERMIDA, Daniel – STN CADEFIQUE. Cadena Agroindustrial Del Fique. 2008. Pág. 8- 10

LATORRE, Ines y PANTOJA, Ana Lucia. Evaluación de tratamientos térmicos para la inactivación de las enzimas Polifenol Oxidasa y peroxidasa en el jugo de fique (*Furcraea gigantea* Vent.) producido en el Departamento de Nariño. Tesis para optar para el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. 2011. Pág. 18

MARAS, Prima. Uso de tres abonos (Compost de basura urbana, Humus de lombriz y Tierra vegetal) en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) en túneles bajos. 2001

MARROQUIN, Diana y LOPEZ, María. Evaluación del efecto del jugo de fique (*Furcraea gigantea* vent) fermentado con la levadura nativa *Cándida guilliermondii* M2L contra *Phytophthora infestans* en la papa en condiciones *in vitro*. Tesis para optar para el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. 2011. Pág. 20

MARTÍNEZ, Angélica y CAICEDO, Tania. Bioensayo de toxicidad de los jugos de fique en peces, en el municipio de Tambo (Nariño). Universidad El Bosque, Tesis de Postgrado en la especialización de Salud Ambiental. Bogotá. 2002. Pág. 26.

MARTINEZ, Fernando y PARRA, Zhaira. Evaluación *in vitro* del jugo de fique (*Furcraea gigantea* vent) fermentado con *Bacillus megaterium* M46 contra el fitopatógeno *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Tesis para optar para el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. 2011. Pág. 16

MEJIA, J. El Fique. Taxonomía, cultivo y técnica. Medellín, Colma. 1974. Pág. 15

MENDEZ, Martha. Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá. Programa de Maestría en Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja. 2006. Pág. 4, 5

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Anuario Estadístico. Evaluaciones agropecuarias 2010. www.agronet.gov.co

MOLINA, Eloy. Nutrición y Fertilización del Pejibaye para Palmito. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Inpofós. 2007

MOLINA, F. Programa de Hortalizas. Publicaciones UNA. 2000 Pág. 2, 5

MONROY, O. y VINIEGRA, G. Biotecnología para el Aprovechamiento de desperdicios orgánicos. AGT Editor. S.A. México DF. 1990. Pág. 15-17

MONTOYA, Iván y CASTELLANOS, Oscar. Propuesta de gestión ambiental en sistemas de cadenas productivas. Caso: Cadena de fique en Colombia. 2004. Pág. 12

MONTOYA, M. Gregorio. Agricultura orgánica: alimentos sanos, gente sana. Ministerio de Educación Pública. Costa Rica, 2002. Pág. 5

MORA, Mary Lucia y PANTOJA, Aracely. Influencia de la responsabilidad familiar en la formación afectiva de los niños y niñas de la escuela rural mixta San Alejandro. Tesis para optar al título de Licenciatura en Comercio y Contaduría. Universidad Mariana. Facultad de Educación. 2000. Pág. 16

OLIVA Antonio, y PATIÑO, Pablo. Estudio de factibilidad para el montaje de una planta procesadora de biofertilizantes a partir de desechos orgánicos en el municipio de Ricaurte, Departamento de Nariño, Colombia. Trabajo de grado optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. 2006. Pág.83

OÑATE F, M. Efecto del uso de protecciones de plástico sobre una secuencia de cultivos hortícolas bajo un sistema orgánico. Tesis para optar al título de Ing. Agrónomo. Universidad de la Frontera, Temuco, Chile. 1992. Pág. 119

PALACIOS, María T. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Agricultura Sostenible Y Mercados Verdes: La Propuesta Institucional Desde La Agricultura Ecológica. 2001. Pág. 16

PAREDES, M. Efecto De Fungicidas Biológicos En El Control De La Gota (Phytophthora Infestans) En Cultivos De Papa. Trabajo De Grado. Facultad De Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 1997

PEINADO J. y OSPINA L. Guía ambiental del sector subfiquero. Segunda edición. Bogotá. Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial (MAVDT). 2006. Pág. 15, 14, 22

PERRIN, G. Control de costes por el método G. P. = prix de revient et controle de gestion par le methode de G. P. Ibérico Europea. Madrid. 1976

PUERRES, Doris. Efecto del bioabono edáfico sobre los componentes de rendimiento y calidad en el cultivo de café (*Coffea arabica* L. variedad Colombia), en el municipio de Consaca en el departamento de Nariño. Tesis para optar por el título de ing. Agrónomo. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. 2001. Pág. 9

REGALADO, Juan. Evaluación de tres extractos vegetales aplicados como fertilizante foliar en almacigo de café (*Coffea Arábica* L.), en la finca Linda Vista. Olopa. Chiquimila. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 1998. Pág. 45 - 47

RESTREPO, J. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. OIT, PSST-AcyP; CEDECE. 1996. Pág. 51

RESTREPO, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, CR. Pág. 155

RESTREPO, J. 2002. Agricultura orgánica y biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Cali. Litocenco. Pág. 40

RESTREPO, Jairo. Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. IICA, Costa Rica, 2001. Pág. 114

REYES, L. Oswaldo. Trabajo de campo realizado para evaluar el rendimiento en fibra y subproductos del fique, municipio de Silvia, 2006.

RODRÍGUEZ, Efraín. Proyecto de desarrollo tecnológico: capacitación en obtención de nuevos productos derivados de la caña y el manejo adecuado de la agroindustria panelera, municipio de Mocoa. Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural – PRONATTA. 2002. Pág. 31

RODRÍGUEZ, Humberto y RODRÍGUEZ José. Métodos de análisis de suelo y plantas. México D.F. 2002. Pág. 16

ROJAS, Myriam. Caracterización fisicoquímica del jugo de fique (*furcraea* spp.), elaboración y evaluación de un biofungicida útil en el control agroecológico de la gota (*phytophthora infestans*) en la papa. Universidad de Nariño. Facultad de ingeniería agroindustrial. 2008. Pág.

RONEN, Eyal. Fertilización Foliar. Otra exitosa forma de nutrir a las plantas. Gerente Regional para América del Sur de Haifa Chemicals. 2003. Email: eyalr@haifachem.com

ROSELLÓ, Joseph. Extractos naturales utilizados en agricultura ecológica. 2003. Pág. 3, 5, 8

SANTOS, Antonio y AGUILAR, Diana. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. 2002

SANTOS, Patricia. Evaluación de biofertilizantes foliares en el cultivo de arroz orgánico variedad F50 en la zona de Daule, Provincia de Guayas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior de Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción. Guayaquil. Ecuador. 2007. Pág. 22,24, 32, 38, 43

SEPULVEDA C., Mónica Isabel. Utilización de pino compostado en almacigos de hortalizas. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Agrarias. Talca. Chile. 2004. Pág. 36

SIURA, Saray y BARRIOS, Felipe. Efecto del biol sobre la producción de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) Departamento de Horticultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1999

SORIA FREGOSO MANUEL. Producción de biofertilizante mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. Terra volumen 19:353. 2001 Pág. 362.

SOTO, G. 2004. Liberación de nutrientes de los abonos orgánicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2008. Pág. 15

SOUBES, Matilde. Microbiología de la fermentación Anaerobia. Tratamiento Anaerobio III taller y Seminario Latinoamericano. Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales. Montevideo Uruguay. 1994. pág. 15 – 28.

SUQUILANDA. Producción orgánica de hortalizas. S.F. Edición Publiasesores. 2003. Pág. 147, 151-156, 238.

SUQUILANDA, M. Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Quito, Ecuador. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. 1996. Pág. 654

SUQUILANDA, M. El biol, fitoestimulante orgánico. Ed. FUNDAGRO. Ecuador. 1995. pág. 28

SUQUILANDA, M. Guía para la producción orgánica de cultivos. Ediciones UPS Fundagro. 1995. Pág. 12,15

TARIGO, Alejandro y REPETTO, Carlos. Evaluación Agronómica de Biofertilizantes en la Producción de Lechuga (*Lactuca Sativa*) a Campo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad De La Republica. Facultad De Agronomía. Uruguay – Montevideo. 2004. Pág. 15, 22, 25, 60

TORRES P. y SILVA J. Aplicación agrícola de lodos compostados de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería– Escuela EIDENAR, Cali, Colombia. 2007.

TOVAR, Jorge. Informe Final de uso y consumo de fertilizantes y plaguicidas en Colombia. Facultad de Economía. Universidad de los Andes. 2007. Pág. 23-24

TULCÁN, Armando y BETANCOURTH, Carlos. Efecto de caldo microbial en el desarrollo de gota (*Phytophthora Infestans*) en un cultivo de papa en Pasto. Tesis para optar por el título de ing. Agrónomo. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. 2004.

VIÑAS, María. Los Procesos de Tratamiento en los Efluentes Lácteos. Seminario: Manejo Integral del Agua en Predios Lecheros e Industriales Lácteos. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Conaprole y Facultad de Veterinaria. 1999. Pág. 136

www.ica.gov.co- Exportación de fertilizantes químicos. Pdf

www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-194003.html

ANEXOS

Anexo A. Composición de Fertilizante Químico Cosechando

Elemento	g/L
Nitrógeno Amoniacal	5.0
Nitrógeno Nítrico	5.0
Nitrógeno Orgánico	39
Fosforo (P_2O_5)	15
Potasio (K_2O)	13.1
Calcio (CaO)	2.0
Magnesio (MgO)	0.5
Azufre total	1.7
Carbono orgánico Oxidable	54
Aminoácidos libres	182

Anexo B. Reporte de resultados laboratorio bromatología

 Universidad de Nariño	SECCIÓN DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-76
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA	Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-084B-11
Solicitante:	Proy Inv Abono Orgánico Fique	Muestra	Caldo Trofobiótico A3		Código lab 426
Dirección:	Universidad de Nariño Sede Torobajo. Pasto	Procedencia Vereda San Alejandro. Municipio: Guaitarilla			
cc / nit:	800118954-1				
Teléfono:	3017050922	Fecha de Muestreo	DD 20 MM 03 AA 11		
e-mail	proyectomadraindustria @hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 18 MM 08 AA 11		
		Fecha Reporte	DD 06 MM 09 AA 11		

ANÁLISIS SOLICITADO					
PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Caldo Trofobiótico A 3
Sólidos suspendidos	Filtración por membrana	Gravimétrica	g/100mL	-	12,4
Carbono orgánico	Walkley Black	Espectrofotométrica	g/L	-	4,05
Nitrógeno	Kjeldahl	Volumétrica	g/L	-	2,20
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático	-	-	1,84
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	11,7
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/L	-	2,68
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	4,20
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	4,58
Azúfre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Espectrofotométrica	g/L	-	5,95
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/L	-	473
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/L	-	41,8
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/L	-	4100
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/L	-	4520
Densidad	NTC 5167	Gravimétrica	g/mL	-	1,12
pH	NTC 5167	Electrométrica	-	-	5,57
Conductividad (25°C)	NTC 5167	Electrométrica	dS/m	-	24,6
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	16,4
P ₂ O ₅	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/L	-	6,14
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	6,96
K ₂ O	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	5,52

OBSERVACIONES	RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA
---------------	---


 Gloria Saez
 Téc. Laboratorio Bromatología
 Universidad de Nariño

Elaboró: GSE 08/09/2011
 Revisó: GSE 08/09/2011



Universidad de
Nariño

SECCIÓN DE LABORATORIOS

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA

Código: LBE-PRS-FR-76

Página: 1 de 1

Versión: 1

Vigente a partir de:
26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LB-R-084A-11
Solicitante:	Proy Inv Abono Orgánico Figue	Muestra	Caldo Trofobiótico A2	Código lab	425
Dirección:	Universidad de Nariño Sede Torobajo. Pasto	Procedencia Vereda San Alejandro. Municipio: Guaitarilla			
cc / nit:	800118954-1				
Teléfono:	3017050922	Fecha de Muestreo	DD 20 MM 03 AA 11		
e-mail	proyectosmadragoindustria @hotmail.com	Fecha Recepción Muestra	DD 18 MM 08 AA 11		
		Fecha Reporte	DD 06 MM 09 AA 11		

ANÁLISIS SOLICITADO	
Fisicoquímico	

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE DE DETECCIÓN	Caldo Trofobiótico A 2
Sólidos suspendidos	Filtración por membrana	Gravimétrica	g/100mL	-	6,53
Carbono orgánico	Walkley Black	Espectrofotométrica	g/L	-	3,20
Nitrógeno	Kjeldahl	Volumétrica	g/L	-	1,93
Relación C / N	Cálculo matemático	Cálculo matemático	-	-	1,66
Calcio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	8,14
Fósforo	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/L	-	1,22
Magnesio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	3,90
Potasio	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	4,42
Azufre	Oxidación húmeda, Turbidimetría	Espectrofotométrica	g/L	-	4,29
Hierro	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/L	-	325
Manganeso	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/L	-	43,8
Zinc	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/L	-	3150
Cobre	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	mg/L	-	3070
Densidad	NTC 5167	Gravimétrica	g/mL	-	1,08
pH	NTC 5167	Electrométrica		-	5,40
Conductividad (25°C)	NTC 5167	Electrométrica	dS/m	-	23,8
CaO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	11,4
P ₂ O ₅	Oxidación húmeda, Colorimetría	Espectrofotométrica	g/L	-	2,80
MgO	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	6,46
K ₂ O	Oxidación húmeda, EAA	Espectrofotométrica	g/L	-	5,32

OBSERVACIONES
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA ANALIZADA


Laboratorio de Bromatología
Gloria Sandoz Espinosa, Nariño
Abonos
Téc. Laboratorio Bromatología
Universidad de Nariño

Elaboró: GSE 06/09/2011
Revisó: GSE 06/09/2011

Anexo C. Reporte análisis de suelos agrícolas

 Universidad de Nariño	SECCION DE LABORATORIOS	Código: LBE-PRS-FR-115
	REPORTE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS	Página: 1 de 1
		Versión: 1
		Vigente a partir de: 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		Reporte No.	LSIA-R-033A-11
Solicitante:	Proyecto Abono Orgánico - Fique	Tipo de Muestra	Suelo Agrícola	Fecha Toma Muestra	DD MM AA
Dirección:		Fecha Recepción Muestra	DD 09 MM 03 AA 11	Fecha Reporte	DD 25 MM 03 AA 11
Teléfono:	3017050922	Procedencia			
cc - nit:	87.063.518	Departamento:	Nariño	Municipio:	Guaitarilla
Responsable	Julian Acosta	Vereda:	San Alejandro	Finca	Jairo Diaz
Propietario	Oscar Arango	Cultivo actual :	Acelga	Cultivo Proyectado	
Análisis Solicitado:	Completo	Fertilizantes Aplicados:		Topografía:	Plano
				Altitud (msnm)	
				Profundidad:	25 cm

PARAMETROS QUIMICOS					Código muestra - Identificación Lote			
PARAMETROS	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LIMITE DE DETECCION	LSIA-0215-11			
pH	Potenciómetro	NTC 5264	Potenciométrica		5,1			
Relación Suelo: Agua (1:1)								
Materia Orgánica	Walkley-Black (Colorimétrico) NTC 5403	Espectrofotométrica uv-vis	%		5,35			
Fósforo disponible	Bray II y Kurtz NTC 5350	Espectrofotométrica uv-vis	mg/Kg		13,0			
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)	CH ₃ COONH ₄ 1NpH7 NTC 5268	Volumétrica			19,7			
Calcio de Cambio	CH ₃ COONH ₄ 1NpH7	Espectrofotometría de Absorción Atómica	cmolcarga/Kg		5,79			
Magnesio de Cambio	NTC 5349			1,90				
Potasio de Cambio				1,27				
Aluminio de Cambio	Extracción KCl 1N NTC 5263	Volumétrica			0,32			
Hierro	DTPA - NTC 5526	Espectrofotometría de Absorción Atómica	mg/Kg		139			
Manganeso				16,1				
Cobre				3,00				
Zinc				1,19				
Boro	Agua Caliente NTC 5404	Espectrofotométrica uv-vis			0,185			
Nitrógeno Total	Con base en la materia	Cálculo	%		0,21			
Carbono Orgánico	Walkley-Black (Colorimétrico) NTC 5403	Espectrofotométrica uv-vis	%		3,10			
Azufre disponible	(Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O) 0,008M NTC 5402	Espectrofotometría uv-vis	mg/Kg		11,5			

PARAMETROS FISICOS				
F=Franco - Ar=Arcilloso A=Arenoso - L=Limoso	Al Tacto		Grado Textural	Ar.
Densidad Aparente	Probeta graduada	Gravimétrica	g/cc	1,0
OBSERVACIONES:	Los resultados son válidos unicamente para la muestra analizada. ND (No se determinó)			


 María del Rosario Carreño C.
 Téc. Laboratorio de Suelos e Insumos Agrícolas



SECCION DE LABORATORIOS
 REPORTE ANALISIS DE SUELOS AGRICOLAS

Código:LBE-PRS-FR-115
 Página: 1 de 1
 Versión: 1
 Vigente a partir de:
 26/04/2010

DATOS USUARIO		DATOS MUESTRA		REPORTE No.	LSIA-R-102-11
Solicitante:	Proyecto Fique	Tipo de Muestra	Suelo Agrícola	Fecha Toma Muestra	DD MM AA
Dirección:	Torobajo	Fecha Recepción Muestra	DD 18 MM 08 AA 11	Fecha Reporte	DD 12 MM 09 AA 11
Teléfono:	3017050922	Procedencia			
cc - nit:	87063518	Departamento: Nariño	Nariño	Municipio: Guaitarilla	Corregimiento:
e-mail		Vereda: San Alejandro	Finca	Area del Lote: 1 h.a	
Propietario	Julian Acosta	Cultivo actual: Maiz	Cultivo Proyectado		
Análisis Solicitado:	Completo	Fertilizantes Aplicados:	Topografía: Plano	Altitud (msnm)	Profundidad: cm 20

PARAMETROS QUIMICOS					Código muestra - Identificación Lote			
PARAMETROS	METODO	TECNICA	UNIDAD DE MEDIDA	LIMITE DE DETECCION	LSIA-0929-11	LSIA-0930-11	LSIA-0931-11	LSIA-0932-11
					Tratamiento T3B	Testigo Absoluto	Tratamiento T2B	Tratamiento Químico
pH: Potenciómetro Relación Suelo: 1:1 Agua	NTC 5264	Potenciométrica			3,9	4,0	4,0	4,3
Materia Orgánica	Walkley-Black (Colorimétrico) NTC 5403	Espectrofotométrica uv-vis	%		4,73	5,29	3,65	4,98
Fósforo disponible	Bray II y Kurtz NTC 5350	Espectrofotométrica uv-vis	mg/Kg		12,6	20,0	14,9	23,0
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)	CH ₃ COONH ₄ 1NpH7 NTC 5268	Volumétrica	cmol ⁺ /Kg		18,1	19,0	17,7	20,0
Calcio de Cambio	CH ₃ COONH ₄ 1NpH7 NTC 5349	Espectrofotometría de Absorción Atómica			3,75	6,08	5,96	6,78
Magnesio de Cambio					1,21	2,17	2,07	2,29
Potasio de Cambio					0,50	0,84	0,79	0,67
Aluminio de Cambio	Extracción KCl 1N NTC 5263	Volumétrica		0,07	1,24	0,15	0,28	<LD
Hierro	DTPA - NTC 5526	Espectrofotometría de Absorción Atómica	mg/Kg		131	148	100	145
Manganeso					19,2	20,0	24,1	20,6
Cobre					2,07	2,63	2,03	2,40
Zinc					1,24	4,61	1,30	3,97
Boro				Agua Caliente NTC 5404	Espectrofotométrica		0,12	0,15
Nitrógeno Total	Con base en la materia orgánica	Cálculo	%		0,18	0,21	0,14	0,19
Carbono Orgánico	Walkley-Black (Colorimétrico) NTC 5403	Espectrofotométrica uv-vis	%		2,74	3,07	2,11	2,89
Azufre disponible	(Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O) 0,008M NTC 5402	Espectrofotometría uv- vis	mg/Kg		7,07	9,43	6,81	6,21

PARAMETROS FISICOS

F=Franco - Ar=Arcilloso A=Arenoso - L=Limoso	Al Tacto		Grado Textural	Ar-A	Ar-A	Ar-A	Ar-A
Densidad Aparente	Probeta graduada	Gravimétrica	g/cc	0,9	0,9	0,8	0,9

OBSERVACIONES: Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada. ND (No se determinó).

Maria del Rosario Carreño C.
 María del Rosario Carreño C.
 Téc. Laboratorio de Suelos e Insumos Agrícolas

