

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ciencias Ambientales

Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Ambiental.

OBTENCIÓN DE UN BIOFERTILIZANTE PROBANDO DIFERENTES FORMULACIONES COMO MEJORADOR DE SUELO Y FOLLAJE EN UNA FLORÍCOLA.

Autor:

Alejandra Caiza Paucar

Director de Tesis

Ingeniera Laura Huachi

Quito – Ecuador

DEDICATORIA

Dedico a la gente que ha estado cerca de mí en los momentos buenos y en las épocas más difíciles.

A aquellas personas que no se dan por vencidas ante las adversidades, las penas o dolores, que se puedan presentar a lo largo de sus vidas, al contrario se levantan cada día con más ánimo por superarlas, vivirlas ser mejores y ser felices.

A mis padres Virginia, Angel, Lolita, que son un ejemplo de tenacidad, honestidad, sabiduría, valor, paciencia, amor y esperanza.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a la Señora Virginia Paucar mi mami, por brindarme apoyo incondicional y por el vínculo inquebrantable que tenemos.

A mi Lolita, tenías que esperar un poco más, para compartir esta felicidad juntas.

Al señor Angel Caiza mi papi por apoyarme cuando empecé de nuevo y seguir apoyándome todos los días.

A mi hermano David por brindarme alegría en momentos de mucha tristeza y permitirme ser su apoyo cuando el me ha necesitado.

A la Ingeniera Laura Huachi por sus sugerencias, consejos y paciencia proveídas para la culminación de este proyecto que es parte de mi vida.

A la Doctora Betty Caicedo por sus sabios consejos.

A los amigos que estuvieron presentes en esta época de mi vida y a los que encontré de nuevo.

A mi familia que sin sus reflexiones, respaldo y confianza no lo hubiera logrado.

A la Virgen María por permitirme el gozar de vida, familia y amor.

RESUMEN.

Las actividades relacionadas con la producción de rosas provocan impactos potencialmente negativos sobre el ambiente y sobre las personas que están ligadas con este.

El desarrollo tecnológico y la demanda productiva han generado el uso de muchas sustancias químicas en la agricultura, como son los fertilizantes sintéticos, para incentivar el crecimiento de las plantas. Para evitar que este tipo de maltrato al suelo y mejorar la calidad de las rosas se ha tratado de combinar elementos orgánicos en la creación de fertilizantes orgánicos, que aporten los elementos que las plantas necesitan para su crecimiento, pero sin el riesgo de alteración al suelo tanto en la población microbiana como en los elementos químicos que éste presenta.

El objetivo general del presente trabajo es la obtención de un biofertilizante que ayude al mejoramiento del follaje y el suelo dentro de la producción de rosas

Se pretende obtener fertilizantes orgánicos a partir de elementos como harina de soya, leche, estiércol (caballar), levadura, yogurt y evaluar su efecto sobre el crecimiento (tallo, hojas, botón) de las rosas.

El estudio se realizó en la Florícola Finaflor en la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, sector Miranda, con el objeto de obtener varios biofertilizantes y determinar por medio de la aplicación a una especie de rosa cual de estos sería mejor en cuanto a su crecimiento.

Los biofertilizantes son soluciones líquidas de alto poder, se originan naturalmente a partir de la fermentación de microorganismos benéficos y materiales orgánicos (suero de leche y estiércol), estos elementos son enriquecidos con minerales provenientes de fuentes naturales, lo que asegura un alto valor nutritivo para las plantas, dando lugar a los biofertilizantes como tales.¹

Se realizaron cuatro tratamientos basándose en la metodología establecida por la literatura citada.

Etapa 1: Obtención de cuatro tipos de biofertilizantes, con la respectiva medición de temperatura, pH, además de realizar análisis microbiológico de los biofertilizantes para determinar la existencia de población microbiana.

Etapa 2: Aplicación de los cuatro biofertilizantes obtenidos dentro de la etapa 1, en la variedad Classy, a través de dos vías: aplicación directa en el suelo (vía Drench) y aplicación vía foliar (follaje).

Etapa 3: Análisis de varianza ADEVA de las variables para lo cual se aplicó Tukey al 5% para las variables que presentaron significancia, y así determinar cual fue el mejor tratamiento.

El tratamiento (t_0) es la formulación utilizada por la florícola, la cual fue base para la composición de los otros tratamientos, siendo el tratamiento (t_0) aquel con menor cantidad de

¹ SUQUILANDA, M. 1996, 243 p.

ingredientes, mientras que los tratamientos (t_1), (t_2), y (t_3) tuvieron igual composición pero diferente concentración. Los ingredientes en los tratamientos (t_1), (t_2), y (t_3) fueron harina de soya, levadura, estiércol, azúcar, leche, yogur y estiércol, agua, el tratamiento t_0 solo tuvo agua, estiércol y leche.

En los biofertilizantes se tomó como medidas de control temperatura y pH, se realizó un análisis de microorganismos mesófilos aerobios.

Se realizó un análisis microbiológico al suelo donde se aplicaron los biofertilizantes antes y luego de aplicarlos para conocer si hubo o no incremento de microorganismos.

En las camas que la florícola designó para aplicación de los biofertilizantes se realizó un corte o pich a nueve rosas por cama las que sirvieron para medición de variables de crecimiento de tallo, botón y hojas, y comprobar así la hipótesis planteada.

Con los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza ADEVA y se aplicó Tukey al 5% para determinar el mejor tratamiento.

Se concluyo así que el tratamiento que mejores resultados presento es el biofertilizante (t_3), debido a las características que se obtuvieron en los resultados como mayor crecimiento de tallo con 90.44 cm., se dio mayor incremento de hojas con 7.77 cm., por ende se observo que no son solamente más grandes si no que sus características visuales mejoraron.

Se recomienda además realizar éste tipo de ensayo en un área más controlada, y con menor cantidad de flores y por más tiempo.

SUMMARY.

The activities related with the production of roses cause impacts potentially negatives on the atmosphere and envelope people that are bound with this.

The technological development and the productive demand have generated the use of many chemical substances in the agriculture, like they are the synthetic fertilizers, to motivate the growth of the plants. To avoid that this abuse type to the floor and to improve the quality of the roses has been to combine organic elements in the creation of organic fertilizers that you/they contribute the elements that the plants need for their growth, but without the alteration risk to the so much floor in the microbial population as in the chemical elements that this presents.

The general objective of the present work is the obtaining of a biofertilizers that he/she helps to the improvement of the foliage and the floor inside the production of roses

It is sought to obtain organic fertilizers starting from elements like soy flour, milk, manure (horsy), yeast, yogurt and to evaluate their effect on the growth (I carve, leaves, button) of the roses.

The study was carried out in the Floricola Finaflor in the county of Pichincha, canton Rumiñahui, sector Miranda, in order to obtain several biofertilizantes and to determine by means of the application to kind of a rose which of these serious one better as for its growth.

The biofertilizantes is liquid solutions of high to be able to, they originate naturally starting from the fermentation of beneficent microorganisms and organic materials (serum of milk and manure), these elements are enriched with minerals coming from natural sources, what assures a high nutritious value for the plants, giving place to the biofertilizantes like such.

They were carried out four treatments being based on the methodology settled down by the mentioned literature.

Stage 1: Obtaining of four biofertilizantes types, with the respective mensuration of temperature, pH, besides carrying out analysis microbiologic of the biofertilizers to determine microbial population's existence.

Stage 2: Application of the four biofertilizantes obtained inside the stage 1, in the variety Classy, through two roads: direct application in the floor (via Drench) and application via foliating (foliage).

Stage 3: Variance analysis ADEVA of the variables for that which Tukey was applied to 5% for the variables that presented significancia, and this way to determine which was the best treatment.

The treatment (t0) it is the formulation used by the floricola, which was base for the composition of the other treatments, being the treatment (t0) that with smaller quantity of ingredients, while the treatments (t1), (t2), and (t3) they had same composition but different concentration. The ingredients in the treatments (t1), (t2), and (t3) they were soy flour, yeast,

manure, sugar, milk, yogurt and manure, dilute, the treatment alone t0 had water, manure and milk.

In the biofertilizantes he/she took as measures of control temperature and pH, one carries out an analysis of microorganisms aerobic mesófilos.

He/she was carried out an analysis microbiologic to the floor where the biofertilizantes was applied before and after applying them to know if there was or I don't increase of microorganisms.

In the beds that the florícola designated for application of the biofertilizantes he/she was carried out a cut or pick to nine roses for bed those that were good for mensuration of variables of shaft growth, button and leaves, and to check this way the outlined hypothesis.

With the obtained data he/she was carried out the variance analysis ADEVA and Tukey was applied to 5% to determine the best treatment.

You concludes the treatment that better results present so it is the biofertilizante (t3), due to the characteristics that were obtained in the results as more shaft growth with 90.44 cm., it occurred bigger increment of leaves with 7.77 cm., for that reason one observes that they are not solely bigger if not that their visual characteristics improved.

It is also recommended to carry out this rehearsal type in a more controlled area, and with smaller quantity of flowers and for more time.

INDICE GENERAL

CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.2 Hipótesis	2
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo General:.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos:.....	2
CAPITULO II.	3
MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.1 Características generales de las Rosas	3
2.1.1 Descripción de la especie.	3
2.1.2 Caracteres botánicos.....	3
2.1.3 Condiciones generales para los cultivos.....	4
2.2 Lugar de investigación	5
2.2.1 Producción de la Florícola Finaflor.....	6
2.3 Antecedentes del uso de Biofertilizante: Los Abonos Orgánicos	7
2.3.1 Clasificación de Abonos Orgánicos.	7
CAPITULO III.	9
MARCO TEORICO.	9
3.1 Biofertilizantes	9
3.1.1 Biol.....	11
3.1.2 Requerimientos y elementos para obtención y control de biofertilizantes.....	12
3.1.3 Formas de Aplicación de los biofertilizantes.	16
3.2. Fermentaciones	18
3.2.1 Glucólisis:.....	20
3.2.2 Fermentación láctica.	20
3.2.3 Fermentación alcohólica	21
3.2.4 Fermentación Propiónica.....	21
3.3 Los microorganismos en los ciclos Biogeoquímicos.	21
3.3.1. Ciclo del Nitrógeno	22
3.3.2 Ciclo del fósforo.....	24
3.3.3 Ciclo del carbono	25
3.4 Microorganismos Utilizados Como Biofertilizantes	26
3.4.1 Inoculante bacteriano	26
CAPITULO IV,	30
DISEÑO EXPERIMENTAL	30
4.1 Metodología	30
4.2. Obtención de los biofertilizantes	31
4.2.1. Medición de variables “in situ” para la obtención de biofertilizantes.....	34
4.3 Aplicación de los tratamientos y evaluación de variables	36
4.4 Análisis estadístico ADEVA y prueba Tukey 5% de variables de crecimiento de tallo, botón y hoja.	42
CAPITULO V.	44

RESULTADOS Y DISCUSIONES	44
5.1 Resultados y Discusión	44
CAPITULO VI.	57
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
6.1 Conclusiones	57
6.2 Recomendaciones	59
CAPITULO VII.	62
LITERATURA CITADA	62

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1.	: Biofertilizante (t_0).....	31
Figura 2.	: Biofertilizante (t_1).....	32
Figura 3.	: Biofertilizante (t_2).....	33
Figura 4.	: Biofertilizante (t_3).....	33
Figura 5.	: Equipo de medición de pH y temperatura	34
Figura 6.	: Ubicación de camas para aplicación de tratamientos.....	36
Figura 7.	: Corte de rosas	37
Figura 8.	: Aplicación vía drench de tratamientos	38
Figura 9.	: Aplicación vía foliar.....	38
Figura 10.	: Toma de tamaño de tallo.	39
Figura 11.	: Tamaño de Botón.	40
Figura 12.	: Toma de tamaño de hoja.	40

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1 :	Tratamientos de Biofertilizante utilizados.....	32
Tabla 2 :	Temperatura registrada durante el proceso de obtención de los biofertilizantes.	44
Tabla 3 :	pH registrado durante el proceso de obtención de los biofertilizantes.....	46
Tabla 4 :	Análisis microbiológico de los biofertilizantes	48
Tabla 5 :	Comparación de crecimiento de microorganismos antes y después de aplicación de biofertilizantes al suelo.	49
Tabla 6 :	Resumen de ADEVA para la variable longitud de tallo	51
Tabla 7 :	Tukey al 5% para longitud de tallo.	52
Tabla 8 :	Resumen de ADEVA para la variable longitud de botón.....	53
Tabla 9 :	Tukey al 5% para la variable longitud de botón.....	54
Tabla 10:	Resumen de ADEVA para la variable longitud de hoja	55
Tabla 11:	Tukey al 5% para longitud de hoja	56

INDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1:	Variación de temperatura durante el proceso de obtención del biofertilizante	44
Gráfico 2:	Variación de pH durante el proceso de obtención del biofertilizante	46
Gráfico 3:	Resultados de colonias microbiológicas en los biofertilizantes.	48
Gráfico 4:	Resultado de análisis de suelo comparación microorganismos antes y después de aplicar tratamientos.....	49

INDICE DE ANEXOS.

ANEXO 1: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO REALIZADO POR LA FLORICOLA	66
ANEXO 2: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LOS BIOFERTILIZANTES.....	67
ANEXO 3: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUELO..	68
ANEXO 4 : DATOS TOMADOS DE CADA VARIABLE EN ESTUDIO.	69
ANEXO 5: ANÁLISIS DE SIGNIFICANCIA (ADEVA) Y TUKEY 5%.	74

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la actividad florícola el uso continuo de fertilizantes sintéticos ha ocasionado daños al los suelos de cultivo y por ende al ambiente que lo rodea, logrando disminuir la capacidad de cultivo de rosas.

En los Andes ecuatorianos se encuentra una de las mayores áreas de producción de rosas, por esta razón es la zona en la que se enfocará el presente proyecto. Las actividades relacionadas con la producción de rosas provocan impactos potencialmente negativos sobre el ambiente y sobre las personas que están ligadas con este.

Entre los impactos ambientales significativos producidos por las florícolas está la pérdida de estructura del suelo, el cual es un proceso gradual consecuencia de la disminución del contenido de materia orgánica. Esto se debe a la compactación producida por el laboreo del suelo que se evidencia a través del daño físico ocasionado a través de la presencia de costras superficiales que impiden la infiltración del agua y el intercambio gaseoso favoreciendo a la escorrentía superficial, disminuyendo la capacidad de almacenamiento de humedad en la zona radicular, la disminución de oxígeno, acumulación de dióxido de carbono y una pobre utilización de nutrientes que conduce a la consecuente disminución en la producción de flores.

El desarrollo tecnológico y la demanda productiva han generado el uso de muchas sustancias químicas en la agricultura, como son los fertilizantes sintéticos, para incentivar el crecimiento de las plantas. Se conoce como fertilizante a una sustancia que se agrega al suelo para suministrar aquellos elementos que se requieren para la nutrición de las plantas. Los fertilizantes completos contienen nutrientes para las plantas que son nitrógeno, fósforo y potasio, pesticidas, para protegerlas de las plagas. Estas sustancias pueden contaminar los cursos de agua. Por otra parte, los fertilizantes químicos, salinizan los suelos, lo que está sucediendo en grandes extensiones del planeta. Para evitar que este tipo de maltrato al suelo y mejorar la calidad de las rosas se ha tratado de combinar elementos orgánicos en la creación de fertilizantes orgánicos, que aporten los elementos que las plantas necesitan para su

crecimiento, pero sin el riesgo de alteración al suelo tanto en la población microbiana como en los elementos químicos que éste presenta.

Fina Flor es una empresa florícola dedicada a la producción de rosas para exportación, la obtención de un producto de calidad sugiere un mejoramiento continuo de los procesos. Así una integración de un biofertilizante dentro del manejo ayudará a una mejor producción y a la vez al ser un producto biológico contribuirá a la disminución en el uso de fertilizantes químicos y mantenimiento del recurso suelo.

Se pretende obtener fertilizantes orgánicos a partir de elementos como harina de soya, leche, estiércol (caballar), levadura, yogurt y evaluar su efecto sobre el crecimiento (tallos, hojas, botón) de las rosas

1.2 Hipótesis.

Los biofertilizantes contribuyen al crecimiento de diferentes tipos de plantas, en el caso de las rosas su aplicación favorece al desarrollo del tallo, hojas y botón, en base a la adición de los diferentes microorganismos y metabolitos que pueden estar en los biofertilizantes.

El uso de biofertilizantes, ayuda a un mejor desarrollo de la rosa, con el uso de estos productos naturales se puede mejorar la producción incrementando los atractivos de sus características físicas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General:

Obtener un biofertilizante que ayude al mejoramiento del follaje y del suelo dentro de la producción de rosas.

1.1.2 Objetivos Específicos:

- a. Observar la eficiencia de las formulaciones en el campo.
- b. Evaluar eficiencia del biofertilizante por medio de la medición de las variables de crecimiento (tallos, hojas, botón) en las plantas.
- c. Cuantificación de microorganismos en los biofertilizantes, mediante un análisis en el laboratorio.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Características generales de las Rosas

2.1.1 Descripción de la especie.

La rosa pertenece a la familia *Rosaceae* (nombre científico es *Rosa* sp.). Los rosales más Antiguos no son tal como los conocemos hoy en día, datan de alrededor de 1.867, año en el que apareció el primer híbrido de Té, con variaciones dadas con el transcurso de los años a través de un proceso de selección y de continuas hibridaciones; día con día se están consiguiendo continuamente mejores variedades de rosas, renovando sus características físicas tales como colorido, duración de las flores, mayor resistencia a plagas, enfermedades, y aromas intensos, etc.

Actualmente, las variedades comerciales de rosa son híbridos de especies desaparecidas estas nuevas especies que han conformado los híbridos, presentan tallos largos y flores atractivas, dispuestas individualmente o con algunos capullos laterales, de tamaño mediano o grande y numerosos pétalos que forman un cono central visible.²

2.1.2 Caracteres botánicos

La rosa presenta raíz de tipo pivotante,³ follaje caduco, hojas compuestas, alternas, con un número impar de folíolos estipulados y de bordes aserrados⁴; los tallos son erguidos sarmentosos, casi siempre provistos de espinas de formas y tamaños variables.⁵ En general las rosas tiene una inflorescencia que puede ser corimbiforme paniculada o solitaria.

Cuando los frutos están completamente maduros, pero antes del desdoblamiento de la pulpa, se extrae la semilla y se procede a la post- maduración para que pueda germinar, sometiéndola

² TOSCO U., 1990, 93 p.

³ CANEVA S., 1994, 56 p

⁴ CANEVA S., 1994, 56 p.

⁵ JUCAFRESCA B., 1991, 75 p.

a períodos de frío artificial; en este caso la germinación no es muy rápida y varía notablemente en relación a procesos de florecimiento naturales.⁶

2.1.3 Condiciones generales para los cultivos

a. Temperatura de fotosíntesis

La temperatura incrementa la velocidad de crecimiento y reduce el tiempo entre dos floraciones. Diversos investigadores coinciden que durante la noche tiene lugar un crecimiento mayor de los rosales que durante el día, y por ello la temperatura en este período de desarrollo es muy importante.⁷

La temperatura para fotosíntesis es de alrededor de 26°C y para la respiración celular de 32°C⁸

b. Humedad. Para el cultivo de las rosas

La humedad relativa recomendable para un rosal oscila entre 60 y 80%. Si la humedad relativa no supera el 60% y las temperaturas son altas, los tallos se vuelven más delgados y los botones más pequeños, mientras que cuando la humedad relativa excede el 80% se puede favorecer a una atmósfera con problemas fungosos.⁹

c. Luminosidad.

La luz es un factor imprescindible para llevar adelante una serie de procesos fisiológicos y bioquímicos en las plantas, pero sin duda el más importante de todos estos procesos es la fotosíntesis.

d. Dióxido de carbono (CO₂)

La cantidad de CO₂ en la atmósfera en la que se desarrollan las rosas puede ser un factor limitante para su crecimiento, los niveles óptimos de este gas en el ambiente de desarrollo son de 300 ppm; en un invernadero cerrado pueden alcanzar los 500 ppm, debido a que las plantas por la noche solo respiran el aire del invernadero, mientras que con la luz del día los niveles de CO₂ pueden descender a niveles bajo los estándares necesarios pre-establecidos.¹⁰

⁶ LÓPEZ M. J., 1992, 69 p.

⁷ JUCAFRESCA, B., 1991, 98 p.

⁸ PADILLA W., 1999, 78 p.

⁹ JUCAFRESCA B., 1991, 103 p.

¹⁰ LÓPEZ MÉLIDA, J 1991, 73 p.

Pese a que no es parte de la presente investigación, solo se deja sentado en esta parte del documento, que el control del CO₂ es uno de los factores determinantes para el crecimiento de las rosas.

2.2 Lugar de investigación

Este documento es el resultado de una investigación de campo realizada en la Florícola Finaflor, ubicado en el sector de Miranda, cantón Rumiñahui, provincia Pichincha.

Cuenta con una infraestructura física bien equipada: un área de oficinas, una bodega, comedor, dos baños, dos zonas de vestidores, área de riego y fertilización, sala de poscosecha con cuartos de prefrío y frío; un área de mantenimiento y batería de baño independiente para el equipo de fumigación con área de lavado y almacenaje de equipos y trajes¹¹.

La Florícola tiene 16 invernaderos, con un promedio de 80 camas por invernadero, todas las camas tienen 30 m. de largo, con 0.50 m de ancho, en promedio. Cada cama tiene alrededor de 350 plantas, el total de la finca es de 9.5 hectáreas.

Los suelos de la florícola son de textura arenosa, su pH fluctúa entre 7.0 - 7.1 de acuerdo al análisis de suelo realizados por los laboratorios Blgg Naaldwijk ¹² (Anexo 1)

Según los datos climáticos del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2001). La temperatura media anual es de 14.5°C, temperatura máxima anual de 22°C, temperatura mínima anual de 6°C, velocidad.

La temperatura del lugar donde se encuentra la Florícola es fluctuante, no estándar, de tal manera que la media anual se encuentra en 14.5° C, llegando alcanzar como máximo al año 22 ° C y mínimo 6 ° C. ¹³

Otro de los elementos a considerar al hablar del cultivo y crecimiento de rosas son viento, precipitaciones y humedad relativa. La velocidad máxima del viento es de 60Km/h, con una

¹¹ Fuente: Comunicación personal Ingeniero Pepe Celi (Gerente Técnico) FLORICOLA FINAFLO, Trabajo de campo realizado entre febrero y agosto de 2006

¹² Análisis realizado por laboratorios Blgg Naaldwijk

¹³ INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2001

precipitación promedio anual de 1600mm, la humedad relativa media de 80%, y la nubosidad Relativa de 5.7. % ¹⁴

2.2.1 Producción de la Florícola Finaflor

La producción diaria de Finaflor es de 17000 unidades de flores, entre las que se encuentran 10 variedades principales con 58 subvariedades diferentes de rosas, la producción promedio es de 10 flores por día/cama. La variedad que más se produce es Leonidas. ¹⁵

Para un mejor entendimiento del trabajo realizado es pertinente conocer cuales son las variedades principales con las subvariedades con las que se trabaja en la Florícola donde se realizó la investigación de la que surge este documento:

a. Variedades rojas

Caballero, Black Bacara, Carola, Charlotte/TT, Classy, Forever Young, Freedom, Rouge, Baiser, Royal Bacara.

b. Variedades amarillas

Asmer Gold, Conga, Golda, Judy, Skyline

c. Variedades bicolor/ yellow.

Ambiance, Circus, Geisha, Helio, Confeti, Lipstick, Star Ambiance, Texas

d. Variedades bicolor / novelty

Duett, Dolce Vita, Esperance, Nancy Amazon, Gospel, Kameleon, Latin Ambiance, Leonidas, Peppermint, Raphaela, Rossini, Pijama Party

e. Variedades pink.

Anna, Eliza, Engagement, Marlisse, Peckoube, Ravel, Titanic, Vogue.

f. Variedades white

Amelia, Hollywood, Polo, Virginia.

g. Variedades cream

Timless, Vendela.

h. Variedades peach

Prima Dona, Versilla.

¹⁴ INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2001

¹⁵ Fuente: Comunicación personal Ingeniero Pepe Celi (Gerente Técnico) FLORICOLA FINAFLOR, Trabajo de campo realizado entre febrero y agosto de 2006

i. Variedades green

Limbo, New Green.

j. Variedades orange.

Marjan, Milva, Movistar.

2.3 Antecedentes del uso de Biofertilizante: Los Abonos Orgánicos.

El uso de abonos orgánicos en terrenos cultivados se remonta casi al nacimiento mismo de la agricultura; el incremento en la producción y consumo de fertilizantes químicos en la producción agrícola intensiva disminuyó la atención hacia los abonos orgánicos entre 1940–1970, pero en la actualidad vuelven a cobrar importancia por las siguientes razones:

- Aun en épocas de máxima producción de abonos orgánicos, el consumo mundial de nitrógeno y fósforo de estos ha superado al consumo de abonos químicos. Los niveles elevados de nitrógeno y fósforo incrementan la potencialidad agrícola de los suelos.¹⁶
- Los problemas de contaminación ambiental derivados de las plantas productoras de fertilizantes, así como el uso excesivo de abonos químicos u orgánicos, hacen más perentoria la necesidad de determinar las dosis óptimas económicas de nutrientes procedentes tanto de fuentes orgánicas como químicas, siendo los compuestos químicos uno de los elementos que deteriora más rápidamente las características físico químicas del suelo.¹⁷
- Los fertilizantes orgánicos mantiene y aumentan a largo plazo la fertilidad de los suelos en las diferentes formas de producción agrícola.¹⁸
- Los fertilizantes orgánicos mantiene la diversidad genética del sistema y su entorno.¹⁹
- Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través del efecto de los fertilizantes orgánicos sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados).
- Los fertilizantes orgánicos favorecen y estimulan los microorganismos del suelo.²⁰

2.3.1 Clasificación de Abonos Orgánicos.

Los abonos orgánicos son de diferente tipo, valiendo la pena resaltar los más conocidos:

¹⁶ MONROY O. 1990, 70 p.

¹⁷ MONROY O. 1990, 70 p.

¹⁸ MONROY O. 1990, 70 p.

¹⁹ RAMIREZ G. 2003, 95 p.

²⁰ RAMIREZ G. 2003, 95 p.

a) Abonos Sólidos:

1) Abonos verdes

Se los define como cultivos de cobertura, cuya finalidad es devolver a través de ellos los nutrientes al suelo, la implementación se hace mediante la siembra de plantas, esta es una práctica muy antigua dentro de la actividad agrícola.²¹

2) Compost

Material orgánico resultado de la descomposición aerobia de restos vegetales y animales; cuando se produce y mantiene en condiciones apropiadas aporta al suelo nutrientes y factores que activan las funciones biológicas del mismo, tales como, microorganismos y plantas. En algunos casos, durante el proceso de fabricación se agregan correctores minerales con el fin de hacer más completa su acción en la nutrición del suelo, en algunos casos es frecuente la adición de microorganismos como activadores de la función viva del suelo.²²

b) Abonos líquidos:

1) Fermentados

Se los realiza a recipiente abierto ó cerrado, los cuales buscan estimular el complejo enzimático, a través de la adición de caldos de elementos menores, teniendo presente hacer un balance adecuado de estos para generar así un equilibrio correcto de dichos elementos en el suelo para la planta.²³

2) Purín

Se denomina estiércol líquido (es una suspensión) compuesto principalmente por orina fermentada (descomposición microbiana) procedente de los animales domésticos, mezcladas con partículas de excrementos.²⁴

²¹ SUQUILANDA, M. 1995, 180 p.

²² FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS, 2001, 370 p.

²³ FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS.2001, 372 p.

²⁴ FINK A. 1990, 33 p.

CAPITULO III

MARCO TEORICO.

3.1 Biofertilizantes.

Los biofertilizantes se definen como aquellos productos biológicos constituidos por microorganismos y/o metabolitos que participan en el suelo, para hacerlos fácilmente asimilables por las plantas.

Los biofertilizantes resultan de un proceso natural de fermentación de rocas minerales naturales o de sustratos orgánicos. En el proceso de producción de los biofertilizantes se originan sustancias o subproductos que son requeridos por las plantas como por ejemplo: enzimas, hormonas, antibióticos naturales, carbohidratos, proteínas, aminoácidos, azúcares libres, ácidos orgánicos, etc.

Todas estas sustancias permiten mejorar la nutrición de los cultivos y del suelo (si son aplicados a este último). Permite mejorar la calidad de los productos finales.²⁵

Los biofertilizantes son soluciones líquidas de alto poder, se originan naturalmente a partir de la fermentación de microorganismos benéficos y materiales orgánicos (suero de leche y estiércol), estos elementos son enriquecidos con minerales provenientes de fuentes naturales, lo que asegura un alto valor nutritivo para las plantas, dando lugar a los biofertilizantes como tales.²⁶

Los biofertilizantes contienen microorganismos benéficos para la producción agrícola (bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras) que controlan biológicamente a otros organismos patógenos que afectan los cultivos; estos productos son una mezcla de sustancias orgánicas que mezcladas con agua libre de químicos contaminantes se convierten en un biofertilizante de fácil asimilación para el suelo y las plantas.²⁷

²⁵ MARTINEZ SALGADO. M. 1995, 50 p.

²⁶ SUQUILANDA, M. 1996, 243 p.

²⁷ SUQUILANDA, M. 1996, 243 p.

Las sustancias dan origen a los biofertilizantes, a partir de la fermentación, son muy ricas en energías libres, que al ser absorbidas directamente por las hojas y el suelo tonifican a las plantas.

Biofertilizante es un término apropiado y muy utilizado para designar a los inoculantes microbianos (bacterianos o biológicos), usualmente se refieren a preparaciones de microorganismos que pueden sustituir parcial o completamente una fertilización química (como los inoculantes rizobianos), pueden considerarse como tecnologías apropiadas para las herramientas biotecnológicas que contribuyen al desarrollo sostenible y que proveen beneficios tangibles a los destinatarios, son ambientalmente seguros, socio económicamente y culturalmente aceptables.²⁸

Estas mezclas generan procesos de multiplicación de microorganismos benéficos que ayuda a sintetizar o transformar los nutrientes, haciéndolos asimilables a la planta y al suelo sin dejar residuos tóxicos en el sistema.

En los biofertilizantes que se preparan, se desarrollan y multiplican hongos benéficos, bacterias, algas, etc., que en muchos casos neutralizan o invaden los hongos perjudiciales de los cultivos y otros microorganismos dañinos a las plantas.²⁹

Comúnmente se tiende a denominar a ciertos microorganismos con el adjetivo de “biofertilizantes”. Por ejemplo, se dice que las bacterias solubilizadoras de fosfatos son biofertilizantes e igual sucede con las micorrizas.³⁰

La utilidad de microorganismos para mejorar la fertilidad del suelo como las bacterias que fijan el nitrógeno atmosférico (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*), algas (*Azolla*) y hongos que viven en las raíces de las plantas (micorriza) permitiéndoles absorber mejor el fósforo.³¹

²⁸ Tecnologías apropiadas: Término creado por la FAO, en SUQUILANDA, M. 1996, 243 p.

²⁹ Curso internacional de Microbiología del Suelo, los Biofertilizantes y la Biofertilización, 2002, 17 p.

³⁰ Curso internacional de Microbiología del Suelo, los Biofertilizantes y la Biofertilización, 2002, 17 p.

³¹ Curso internacional de Microbiología del Suelo, los Biofertilizantes y la Biofertilización, 2002, 17 p.

Experiencias de campo demuestran que la fijación biológica de nitrógeno por intermedio de la asociación leguminosa (alfalfa, trébol, frijol, etc.) y *Rhizobium*, ascienden a cifras considerables de nitrógeno fijado en el suelo (50-400 Kg./ha/año).

Cuando el biofertilizante sale del recipiente, se pueden observar productos diferenciados por gravedad: nata, líquido sobrenadante. El biofertilizante es el principal producto y esta constituido casi totalmente de los sólidos disueltos (nutrientes solubles) y agua, aun conserva de 0.5 a 1.5 % de sólidos en suspensión.³²

Las bacterias que participan en este proceso son de dos tipos, aerobias y anaerobias. Las primeras son las encargadas de descomponer la materia orgánica en elementos sencillos y de fácil aprovechamiento, las bacterias anaeróbicas las que en un proceso que se desarrolla en ausencia de oxígeno producen el gas metano y bioabono conocido también como efluente.³³

El biofertilizante, puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla y/o a la raíz.³⁴

El uso de biofertilizantes constituye una alternativa promisoriosa dentro de la agricultura sostenible, debido no solo a su bajo costo de producción sino también a su factibilidad desde el punto de vista económico.³⁵

3.1.1 Biol.

El biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. La técnica empleada para lograr éste propósito son los biodigestores. Los biodigestores se desarrollaron principalmente con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales.³⁶

³² SUQUILANDA, M. 1996, 247 p.

³³ MARTINEZ SALGADO. M. 1995, 85 p.

³⁴ MEDINA V.A. 1992, 47 p.

³⁵ HERNANDEZ, A.1998, 76 p.

³⁶ MEDINA V.A. 1990, 79 p

El biol es una fuente orgánica de fitoreguladores que permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas aportando en actividades de enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), acción sobre el follaje amplía la fase foliar, mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo, traduciendo todo esto en aumento significativo de las cosechas.³⁷

Existen diversas formas para enriquecer el biol en el contenido de fitoreguladores así como de sus precursores.³⁸

La composición bioquímica del biol obtenido del estiércol de ganado (caballar) que recibe en promedio una ración diaria de 60% de alfalfa, 30% de maíz ensilado y 10% de alimentos concentrados, contiene elementos precursores y hormonas vegetales.³⁹

El propósito fundamental para la implementación de los biodigestores es la producción de abono líquido, esta se puede realizar de diversas formas, pero garantizando las condiciones anaeróbicas.⁴⁰

3.1.2 Requerimientos y elementos para obtención y control de biofertilizantes.

a) Temperatura

Todos los microorganismos mesófilos poseen una temperatura óptima de crecimiento, alrededor de 25°C, mostrando tasas elevadas de crecimiento y reproducción; la temperatura mínima necesaria para que crezcan es de 8°C, debajo de la cual metabólicamente son inactivos, de la misma manera en temperaturas muy elevadas tampoco pueden desarrollarse – a partir de los 100° C.

Los microorganismos empleados en biofertilizantes generalmente tienen hábitos mesófilos, siendo atmósferas apropiadas de crecimiento entre 15°C hasta 40°C.⁴¹

³⁷ SUQUILANDA, M. 1996, 247 p.

³⁸ SUQUILANDA, M. 1996, 247 p.

³⁹ SUQUILANDA, M. 1996, 247 p.

⁴⁰ SUQUILANDA, M. 1996, 247 p.

⁴¹ ATLAS M., BARTHA R., 2002, 289 p.

Las temperaturas para su producción deben ser controladas, su descenso provoca una lenta transformación de los elementos, prolongando los tiempos de elaboración de los biofertilizante; al elevarse la temperatura se provocará la pérdida de la mayor parte de microorganismos, situación poco conveniente para la producción de los biofertilizantes.⁴²

b) pH.

Los microorganismos con los que se produce los biofertilizantes no pueden tolerar valores extremos de pH. En condiciones muy alcalinas o ácidas se hidrolizan algunos componentes microbianos o se desnaturalizan algunas enzimas, el pH de un medio afecta directamente a microorganismos⁴³

El pH inicial de los fertilizantes debe estar entre 4.0 y 7.0, posteriormente van a establecerse en valores de 4.5 a 5.0, con una tendencia claramente ácida, así se van a mantener hasta el final del proceso; esta situación se da por los diferentes elementos utilizados, ya que cada componente tiene diferente tipo de pH y por ende los pH van a ser heterogéneos en los fertilizantes orgánicos.⁴⁴

c) Estiércol.

En su estado fresco, contiene un promedio 10% de materia seca o sólidos totales, si en tales circunstancias se coloca en el recipiente del biofertilizante una proporción de 3 kilos de estiércol por litro de agua, se incorpora 300 gramos sólidos totales o sustancia seca.⁴⁵

Las diferentes especies animales producen diferentes tipos de estiércol Los estiércoles no deben provenir de animales enfermos o recién tratados con drogas para la producción de biofertilizantes.⁴⁶

En general, los estiércoles son fuente principal de nitrógeno en la fabricación de abonos orgánicos, pero también mejora fertilidad del suelo aportando algunos nutrientes como P, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, B.⁴⁷

⁴² RAMIREZ G. 2000, 51 p

⁴³ BENZING A. 2001, 34 p

⁴⁴ FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. 2001, 374 p

⁴⁵ SUQUILANDA, M. 1996, 172 p

⁴⁶ RAMIREZ G. 2000, 37 p

⁴⁷ RAMIREZ G. 2000, 37 p

La incorporación de estiércol a los biofertilizantes permite el aporte de nutrientes, incrementa y mejora la actividad biológica.⁴⁸

e) Agua.

Debe ser natural y en lo posible de nacimientos o de lluvia. No es recomendable el agua proveniente de acueductos que son tratados con cloro.⁴⁹

f) Levadura.

La palabra levadura evoca a todos los agentes causales de la fermentación alcohólica. La levadura es una fuente importante de introducción de microorganismos a las mezclas, es decir, aporta microorganismos para dinamizar o arrancar con fuerza un proceso de transformación de los nutrientes. Son como la semilla de fermentación y para muchos abonos quedan inoculados para otras preparaciones.⁵⁰

Proporciona un sistema enzimático, representa una mayor producción del biofertilizante. Son importantes por su capacidad para realizar la fermentación de hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias. Las levaduras son abundantes en la naturaleza, y se encuentran en el suelo y sobre las plantas. La mayoría de las levaduras que se cultivan pertenecen al género *Saccharomyces*, que son cepas de la especie *Saccharomyces cerevisiae*.⁵¹

g) Yogurt.

Para su elaboración se puede partir de cualquier tipo de leche, en leche esterilizada se siembran diversas cepas de bacterias que forman ácido láctico que acidifican el medio, entre las variedades de bacterias que se utilizan se encuentran el *Lactobacillus bulgaro*, del *Streptococcus termofilo* y del *Lactobacillus Yoghurti*.

Las bacterias ácido lácticas producen sustancias de naturaleza proteica con actividad inhibitoria denominadas bactericidas, produciendo sustancias inhibitorias evidenciadas en

⁴⁸ SUQUILANDA, M. 1996, 173 p

⁴⁹ RAMIREZ G,2000, 28 p

⁵⁰ GIRARD H. ROUGIEUX R., 1999, 153 p

⁵¹ GIRARD H. ROUGIEUX R., 1999, 153 p

medio de cultivo líquido bajo condiciones que eliminan el efecto antagónico del ácido láctico y peróxido de hidrógeno.⁵²

h) Azúcar.

El objetivo principal del azúcar es el de alimentar y dar energía a los microorganismos que están presentes en las sustancias, con el fin de favorecer su multiplicación y su actividad microbiológica, además de aportar algunos nutrientes como P, Ca, Mg y micronutrientes como B.⁵³

Entre los azúcares importantes desde el punto de vista comercial están la glucosa, la lactosa y la maltosa., sin embargo el más importante es la sacarosa, llamado también azúcar de caña, que procede de la caña de azúcar. Como material alimenticio básico, la sacarosa suministra aproximadamente un 13% de la energía. La fórmula empírica de los azúcares disacáridos, maltosa, lactosa y sacarosa, es $C_{12}H_{22}O_{11}$. Al tratarlos con ácidos y enzimas, los disacáridos combinan con una molécula de agua y se dividen en dos monosacáridos, dos moléculas de hexosa.⁵⁴

i) Harina de Soya.

Es una excelente fuente de proteína, hierro, vitaminas del complejo B y calcio, es también una fuente importante de fibra. Contiene isoflavones, que actúan como antioxidantes, favorece la fermentación de los abonos, además aporta nitrógeno, fósforo y potasio.⁵⁵

j) Leche.

Para este caso, la leche, fortifica y ayuda a multiplicar los microorganismos de la sustancia y también aporta algunos nutrientes (N, P) importantes para la planta y los suelos.

En lo posible se debe utilizar leche de conocida procedencia y nunca leche en bolsa, porque ha perdido algunas propiedades naturales.⁵⁶

⁵² FOSTER, E.R 1994, 90 p.

⁵³ RAMIREZ G. 2003, 70 p.

⁵⁴ MONROY O. 1990, 107 p

⁵⁵ RAMIREZ G. 2003, 210 p.

⁵⁶ RAMIREZ G. 2003, 88 p

3.1.3 Formas de Aplicación de los biofertilizantes.

La fertilización es la aportación de sustancias minerales u orgánicas al suelo de cultivo con el objeto de mejorar su capacidad nutritiva. Mediante esta técnica agronómica se distribuyen en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de facilitar la perenne renovación del proceso productivo, evitando de esta manera el empobrecimiento y esterilidad del suelo.⁵⁷

Los sucesivos progresos de la microbiología, la bioquímica y de la fisicoquímica aplicados a la agricultura se encargaron de corregir el error de no demostrar que la combinación de abonos orgánicos con los químicos era conveniente, incluso los últimos avances científicos han evidenciado que la fertilización química es más nociva que beneficiosa, debido al desequilibrio biológico que ocasiona en el suelo, con el consiguiente deterioro de su estructura, lo cual contribuye a su degradación.

3.1.3.1 Fertilización Foliar

Se ha convertido en una práctica común e importante para los productores de rosas, porque corrige las deficiencias nutricionales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo de rosa que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo.

Varios trabajos de fertilización foliar han demostrado su bondad en la respuesta positiva de los cultivos, sin embargo, los incrementos de rendimiento por el uso de esta práctica han sido muy variables, lo que sugiere se hagan más trabajos en busca de optimizar la capacidad productiva de las cosechas de diferentes cultivos, utilizando la fertilización foliar como un apoyo a la fertilización al suelo.

La fertilización foliar funciona para ciertos nutrimentos y cultivos, en algunas etapas del desarrollo de la planta y tomando en cuenta el medio; es ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica, actualmente se sabe que este tipo de

⁵⁷ SUQUILANDA, M. 1996, 163 p.

fertilización puede contribuir tanto en la calidad como en el incremento de los rendimientos de las cosechas, logrando resolver algunos problemas derivados de los abonos de suelo.⁵⁸

Se reconoce, que la absorción de los nutrimentos a través de las hojas no es la forma normal, debido a que su función específica es la fabricar carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a la fotosíntesis y la translocación de éstos a los lugares de mayor demanda de la planta.⁵⁹

La fertilización foliar es una tecnología complementaria a la de base. Permite ajustar los requerimientos nutricionales en función del estado del cultivo. Aporta nutrientes en momentos en que los requerimientos no pueden ser cubiertos por capacidad de absorción y/o limitantes ambientales. Soluciona dichas necesidades en forma instantánea. Las plantas tienen la capacidad intrínseca de absorber nitrógeno a través de las hojas mediante difusión pasiva.

Los fertilizantes foliares son complementarios, debido a que la principal fuente de alimento de una planta le debe venir vía raíces.

El Biofertilizante, debe ser aplicado en solución entre 3 y 5 veces durante los tramos críticos de los cultivos, mojando bien las hojas se emplean boquillas de alta precisión en abanico, de tal manera que el biofertilizante se pulveriza sobre las hojas y sus nutrientes penetrando hasta la savia el abono foliar se absorbe rápidamente y es metabolizado de inmediato, lográndose resultados rápidos y efectivos, siempre se debe tomar en cuenta la edad del cultivo para un mejor resultado.⁶⁰

3.1.3.2 Fertilizante al Suelo.

El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores, siendo dos los principales: suelo y medio que rodea al cultivo.

Las actuales tendencias de la agricultura, haciendo uso de tecnología de punta, buscan mantener un equilibrio biológico durante los procesos de uso y explotación de suelo,

⁵⁸ FREGONI, M. 1986, 215 p.

⁵⁹ BEAR, F.E. 1992, 136 p.

⁶⁰ SUQUILANDA, M. 1996, 217 p.

reestableciéndolo e incluso mejorándolo mediante un adecuado tratamiento dentro del sistema suelo planta, que suprime el empleo de productos químicos sintéticos⁶¹

La base de la producción agrícola se respalda en un buen manejo de los suelos, durante los procesos de laboreo se debe evitar alterar la actividad biológica de la tierra en la que se trabaja; mientras que su fertilización para el estudio de caso que ocupa a este documento, se realiza principalmente a base de materia orgánica descompuesta, misma, que puede ser de origen animal o vegetal (estiércoles, humus de lombriz, residuos de cosechas o de la agroindustria, abonos verdes, biofertilizantes), con adición de elementos minerales puros al suelo.

La forma de fertilización expuesta en el párrafo previo, se realiza durante el proceso de riego, abriendo una llave de represa que se instala en el extremo de la tubería que une el tanque de almacenamiento del fertilizante, con el canal de riego. De acuerdo a Medina (1990), la aplicación del biofertilizante durante el proceso de riego mejora la estructura del suelo, lo que trae consigo un mejor desarrollo radicular de las plantas, producto de una mejor actividad de los microorganismos al suelo.⁶²

Las tendencias clásicas indican que para evitar el agotamiento del suelo es necesario restituirle los elementos fertilizantes extraídos por las cosechas, sin embargo, esto no es del todo correcto, debido a que terreno donde se realiza la actividad agrícola de por sí puede ser pobre en algunos elementos, de tal manera que el proceso de abono no solo se debe realizar durante el período de post-cosecha, si no también durante los primeros momentos de preparación del terreno para agricultura intensiva.

3.2. Fermentaciones.

Durante el proceso de elaboración del biofertilizante, que es el centro de este documento, la principal reacción química que se produce es la fermentación.

Dentro del estudio de caso que se llevó a cabo se hizo uso de leche, azúcar, harina de soya, levadura, yogurt y estiércol, estos elementos fueron sometidos a procesos de fermentación aerobia.

⁶¹ SUQUILANDA, M. 1996, 240 p.

⁶² MEDINA V.A. 1990, 67 p.

El proceso de fermentación se produce a partir de cambios químicos en las sustancias orgánicas provocados por la acción de las enzimas, en donde se encuentran incluidas todas las reacciones químicas de importancia fisiológica; haciendo uso de ciertas enzimas específicas, llamadas fermentos, ocasionadas por microorganismos tales como los mohos, las bacterias o las levaduras.⁶³

La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleto, siendo el producto final un compuesto orgánico, estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones. Todos los procesos de fermentación se producen en con ausencia o presencia de oxígeno como aceptor final de los electrones del NADH producido en la glicólisis. La necesidad de un aceptor final, para los electrones procedentes del NADH, distinto del oxígeno hace que se emplee un compuesto orgánico que se reducirá para poder reoxidar el NADH. El compuesto orgánico que se reduce (acetaldehído, piruvato) es un derivado del sustrato que se ha oxidado anteriormente.⁶⁴

En los procesos fermentativos la cantidad de energía producida de la oxidación de los azúcares es mucho menor que en condiciones de aerobiosis. Esto quiere decir que, en este tipo de reacciones anaerobias, para satisfacer sus necesidades de energía la célula incorporara una mayor cantidad de azúcares, lo cual redundara en una mayor producción de metabolitos primarios (productos finales de la fermentación) En los procesos aireados, se produce fundamentalmente biomasa, dióxido de carbono y agua. La fermentación se inicia por la asimilación del azúcar, hay un gran número de microorganismos que tienen la capacidad de excretar enzimas hidrolíticas capaces de reducir y transformar compuestos no asimilables en compuestos asimilables, como por ejemplo especies de hongos pertenecientes al género *Aspergillus* que pueden hidrolizar polisacáridos, oligosacáridos, disacáridos, y monosacáridos. Estos últimos ya pueden ser asimilados por la célula a través de mecanismos selectivos de transporte específicos, que participan en el proceso de traslado del sustrato del exterior al interior citoplasmático.⁶⁵

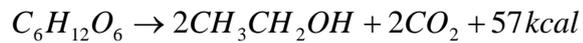
En ausencia de un aceptor externo de electrones, muchos organismos pueden oxidar algunos compuestos orgánicos con liberación de energía, proceso denominado fermentación, bajo esas

⁶³ MATHEWS, C.K. y VAN HOLDE, K.E., 1998, 288 p.

⁶⁴ BROCK, T. 2002, 250 p.

⁶⁵ MONROY O. 1990, 148 p.

condiciones sólo se produce la oxidación parcial del compuesto orgánico y únicamente es liberada una pequeña parte de la energía, permaneciendo el resto en los productos resultantes. Esas oxidaciones parciales implican la misma sustancia como dador y receptor de electrones a la vez, algunos átomos del compuesto inicial son oxidados y otros reducidos, a modo de ejemplo, las levaduras oxidan la glucosa en ausencia de aire –glucólisis- del modo siguiente:



<i>Glucosa</i>	<i>Etanol</i>	<i>Dióxido</i>	<i>Energía</i>
(Nivel de oxidación intermedio)	(producto de carbono reducido)		(Producto oxidado) ⁶⁶

3.2.1 Glucólisis:

La degradación escalonada de la glucosa se denomina glucólisis y puede ser dividida en dos partes principales. La primera parte es una serie de reacciones preparatorias que no implican oxidorreducción y que conducen a la producción del intermediario clave, el gliceraldehído-3-fosfato. En la segunda parte tienen lugar reacciones de oxidación-reducción, se produce energía originada en el enlace fosfato rico en energía en forma de ATP, y son liberados los productos de fermentación, el etanol y el CO₂.⁶⁷

Esta vía bioquímica se denomina vía de Embden-Meyerhof, inicialmente, la glucosa es fosforilada por el ATP, produciendo glucosa-6-fosfato, previamente a la oxidación tienen lugar reacciones de fosforilación de este tipo, el ATP se convierte en ADP se disipa energía porque el enlace orgánico del fosfato en la glucosa-6-fosfato se encuentra a un nivel energético inferior al que estaba el enlace fosfato del ATP.

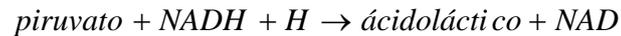
3.2.2 Fermentación láctica.

El ácido láctico es uno de los productos finales de la fermentación de la glucosa obtenido por las bacterias, aunque existen hongos capaces de producir grandes cantidades de ácido láctico. Los microorganismos ácido lácticos pertenecen al género *Streptococcus*, *Pedicoccus*, *Lactobacillus*, bifidobacterium y *Rhizopus*. Estos organismos tienen como catabolito final al

⁶⁶ MONROY O. 1990, 148 p.

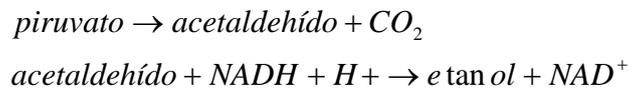
⁶⁷ BU'LOCK J. KRISTIANSEN B., 1991, 260 p.

ácido láctico, junto con cantidades pequeñas de otros compuestos, tales como ácido acético, etanol, ácido fumárico, etc.⁶⁸



3.2.3 Fermentación alcohólica

El etanol se produce por varios mecanismos, debido al tipo de microorganismo, en anaerobiosis el piruvato se canaliza hacia el alcohol a través de la vía EMP acompañado de otras reacciones. Algunas consideraciones de esta fermentación en la fermentación del azúcar por levaduras a pH ácidos, el producto principal es el alcohol etílico, aunque se forme glicerol.



3.2.4 Fermentación Propiónica.

Los microorganismos involucrados en este tipo de fermentación son los géneros de *Propionibacterium* y *Clostridium*. Esta fermentación presenta características peculiares ya que para la obtención del propiónico participa un complejo enzimático parecido al que se encuentra en el ciclo de ácido tricarboxílico, al menos de oxaloacetato a succinato, hasta la obtención de succinil-CoA.

La fermentación propiónica se lleva a cabo por acción de las bacterias del género *Propionibacterium*, que fermentan el ácido láctico a ácido propiónico, ácido acético, CO₂ y agua.⁶⁹

3.3 Los microorganismos en los ciclos Biogeoquímicos.

Los ciclos biogeoquímicos describen el movimiento y la conversión de materiales por medio de la actividad bioquímica que se producen en la atmósfera.

Estos ciclos se dan a escala mundial y afectan a la geología y al ambiente actual de nuestro planeta, comprenden transformaciones físicas como la disolución, precipitación, volatilización, fijación, transformaciones químicas como la biosíntesis, la biodegradación, las

⁶⁸ MONROY O., 1990, 148 p.

⁶⁹ MONROY O., 1990, 149 p.

biotransformaciones oxidorreductoras, y combinaciones diversas de cambios físicos y químicos.

Todos los organismos vivos participan en los ciclos biogeoquímicos de los materiales, pero los microorganismos, debido a su ubicuidad, capacidades metabólicas diversas y altas tasas de actividad enzimática, desempeñan el papel principal en el conjunto de los ciclos biogeoquímicos.

Los ciclos están impulsados directa o indirectamente por la energía radiante del sol, o por la energía de los minerales reducidos. La energía se absorbe, se convierte, se almacena temporalmente y finalmente se disipa, lo que significa que fluye a través de los ecosistemas.

Este flujo de energía es fundamental para el funcionamiento del ecosistema. Mientras la energía fluye a través del ecosistema, los materiales experimentan conversiones cíclicas que suelen retener materiales dentro del ecosistema.⁷⁰

Los elementos primarios utilizados por los microorganismos durante los procesos de fertilización son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Carbono (C), además del Oxígeno (O₂), que se encuentra presente durante el proceso de la aplicación.

3.3.1. Ciclo del Nitrógeno

En términos generales, el nitrógeno es el nutriente que en mayor grado limita la producción de los cultivos en la mayoría de los agroecosistemas por el desgaste del suelo, sin embargo, se encuentra en forma abundante en la atmósfera como en la materia orgánica de los suelos.

El Nitrógeno no puede ser utilizado directamente por la mayoría de los seres vivos, exceptuando algunas bacterias y algas cianofíceas que pueden usarlo. Éstas tienen un papel muy importante en el ciclo de este elemento al hacer la fijación del nitrógeno; convierten el N₂ en otras formas químicas, nitratos y amonio, asimilables por las plantas. El amonio (NH₄⁺) y el nitrato (NO₃⁻) lo pueden tomar las plantas por las raíces y usarlo en su metabolismo. Usan esos átomos de N para la síntesis de las proteínas.⁷¹

⁷⁰ ATLAS M., BARTHA R., 2002, 311 p.

⁷¹ ATLAS M., BARTHA R., 2002, 311 p.

Algunas bacterias convierten amoníaco en nitrito y otras transforman este en nitrato. Una de estas bacterias (*Rhizobium*) se aloja en nódulos de las raíces de las leguminosas (alfalfa, alubia, etc.) y por eso esta clase de plantas son tan interesantes para hacer un abonado natural de los suelos.⁷²

La mineralización de los compuestos de nitrógeno se realiza en tres etapas y paso a paso: aminización, amonificación y nitrificación.

a) Aminización.

La población heterótrofa de los microorganismos del suelo está compuesta por numerosos grupos de bacterias y hongos, son los responsables de uno o más pasos en las numerosas reacciones que tienen lugar durante la descomposición de la materia orgánica y al final de esta etapa se liberan aminas y aminoácidos.

b) Amonificación.

Las aminas y aminoácidos producidos en la etapa anterior son utilizados por otros grupos de microorganismos heterótrofos con la liberación final de amonio.

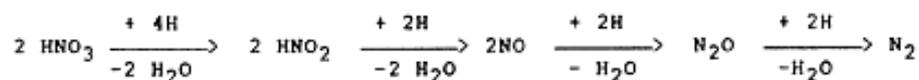


La población de microorganismos amonificantes incluye bacterias, hongos y actinomicetes tanto aeróbicos como anaeróbicos.⁷³

c) Nitrificación.

Una parte del amonio liberado en la etapa anterior se convierte a nitrógeno nítrico a través de un proceso en dos etapas, primero es convertido a nitrito y luego a nitrato.

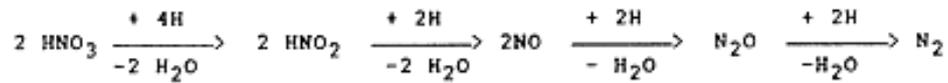
El paso a nitrito lo realiza un grupo de bacterias autótrofas obligadas, conocidas como nitrosomonas. Tal proceso puede ser ilustrado por la siguiente ecuación:



⁷² ATLAS M., BARTHA R., 2002, 311 p.

⁷³ ATLAS M., BARTHA R., 2002, 311 p.

La conversión a nitrato la efectúa otro grupo de bacterias autótrofas obligadas llamadas nitrobacter. El proceso puede ser representado por la siguiente ecuación



Se ha visto también que algunos microorganismos heterótrofos, principalmente hongos, también producirán nitratos.

El hecho que en este proceso, participe la actividad microbiana, la rapidez de estas transformaciones estará muy afectada por las condiciones de humedad y temperatura del suelo, para lo cual existirán valores para su inhibición y su máximo.⁷⁴

La presencia de organismos nitrificadores y su actividad dependerá de un favorable medio para su multiplicación y un adecuado suministro de sustrato.⁷⁵

3.3.2 Ciclo del fósforo

Aunque la proporción de fósforo en la materia viva es relativamente pequeña, el papel que desempeña es importante para el crecimiento de las plantas para que el follaje sea más vistoso.

Muchas sustancias intermedias en la fotosíntesis y en la respiración celular están combinadas con fósforo, y los átomos de fósforo proporcionan la base para la formación de los enlaces de alto contenido de energía del ATP, que a su vez desempeña el papel de intercambiador de la energía, tanto en la fotosíntesis como en la respiración celular.⁷⁶

El fósforo es un elemento más bien escaso del mundo no viviente. La productividad de la mayoría de los ecosistemas terrestres puede incrementarse si se aumenta la cantidad de fósforo disponible en el suelo. Como los rendimientos agrícolas están también limitados por la disponibilidad de nitrógeno y potasio, los programas de fertilización incluyen estos nutrientes.⁷⁷

⁷⁴ ATLAS M., BARTHA R., 2002, 312 p.

⁷⁵ VÁZQUEZ, E., S. TORRES, 1995, 100 p.

⁷⁶ RUIZ, O. OROZCO, F., 1999, 85 p.

⁷⁷ ATLAS M., BARTHA R., 2002, 312 p.

El fósforo, al igual que el nitrógeno, participan en el ciclo interno de la planta, durante el cual, la materia orgánica que contiene fósforo (por ejemplo: restos de vegetales, excrementos animales) es descompuesta y el fósforo queda disponible para ser absorbido por las raíces de la planta, en donde se unirá a compuestos orgánicos. Después de atravesar las cadenas alimenticias, vuelve otra vez a los descomponedores, con lo cual se cierra el ciclo.⁷⁸

El fósforo es el nutriente inorgánico más requerido por plantas y microorganismos y además, en el suelo es el factor limitante del desarrollo vegetal a pesar de ser abundante tanto en formas inorgánicas como orgánicas.⁷⁹

Las plantas deben absorberlo del suelo, donde se encuentra en muy baja concentración, estos índices bajos del nutriente se deben a que el fósforo soluble reacciona con iones como el calcio, el hierro o el aluminio que provocan su precipitación o fijación, disminuyendo su disponibilidad para las plantas. Las bacterias solubilizadoras de fosfato son los géneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Burkholderia*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Aerobacter*, *Flavobacterium* y *Erwinia*. Microorganismos como *Azospirillum lipoferum* o *Azotobacter chroococcum* que además de ser fijadores libres de nitrógeno, son capaces de promover el crecimiento vegetal mediante la solubilización de fosfatos inorgánicos.⁸⁰

3.3.3 Ciclo del carbono

El ciclo básico del carbono comienza cuando las plantas, a través de la fotosíntesis, hacen uso del dióxido de carbono (CO₂) presente en la atmósfera o disuelto en el agua. Parte de este elemento pasa a formar parte de los tejidos vegetales en forma de hidratos de carbono, grasas y proteínas; el resto es devuelto a la atmósfera o al agua.⁸¹

Todos los organismos vivos participan en el ciclo del C, del N, P etc., sin embargo los microorganismos dominan tanto la producción como los procesos catabólicos en ambientes limnéticos y pelágicos. La capacidad de absorber compuestos orgánicos disueltos muy diluidos que tienen los microorganismos les permite participar también en la “producción secundaria”, además dominan también en los procesos catabólicos en ambientes terrestres

⁷⁸ ATLAS M., BARTHA R., 2002, 312 p.

⁷⁹ ALEXANDER M. 1980, 491 P

⁸⁰ RODRÍGUEZ H, FRAGA R. 1999, Adv. 17:319-339

⁸¹ MEJIA. M., 1995, 149 p.

debidos a su capacidad exclusiva de degradar algunos polímeros complejos como la celulosa, la lignina y el humus del suelo.⁸²

3.4 Microorganismos Utilizados Como Biofertilizantes

3.4.1 Inoculante bacteriano

Los inoculantes bacterianos son formulaciones que contienen uno o más géneros o especies en un portador de fácil uso, ya sea orgánico, inorgánico o sintetizado a partir de moléculas definidas. El inoculante es el medio de transporte bacteriano desde la fábrica o almacén hacia las plantas.

Los efectos deseados del inoculante sobre el crecimiento de las plantas puede incluir la fijación de nitrógeno en leguminosas, degradación de minerales del suelo, incremento de la asimilación de nutrientes, efectos nutricionales u hormonales y otros.⁸³

El papel de los microorganismos del suelo en relación a la fertilidad del mismo ha sido perfectamente dilucidado, son los responsables de la dinámica de transformación del suelo en base a la incidencia que tienen sobre los procesos de reciclaje de nutrientes, mineralización, oxidación y reducción de las principales sustancias que lo nutren y por ende esto se reflejará en el desarrollo de la planta.

La diversa cantidad de microorganismos que se encuentran en una fracción de suelo cumplen funciones determinantes en la transformación de los componentes orgánicos e inorgánicos que se le incorporan al suelo, esto permite comprender su importancia en la nutrición de las plantas al efectuar procesos de transformación de los elementos que pueden ser asimilados por sus raíces.

Al mismo tiempo que se desarrollaban tecnologías que permitieran no solo generar productos con base en células vivas microbianas, se concibieron otros que facilitaron la mejora de las condiciones biológicas y físicas de las plantas, aportando y solubilizando en forma natural elementos químicos a manera de fertilizantes como lo son los microorganismos fijadores de nitrógeno.

⁸² MEJIA. M., 1995, 149 p.

⁸³ Curso internacional de Microbiología del Suelo, los Biofertilizantes y la Biofertilización, 2002, 22 p.

Los principales microorganismos en relación al tipo de fijación que se han determinado son cuatro:

a) Microorganismos fijadores de nitrógeno no simbiótico.

Los microorganismos fijadores de nitrógeno son la fuente primaria de suministro de este elemento fijándolo en el suelo desde la atmósfera.

Algunas bacterias, actinomicetos y algas verde azules (cianofíceas) reducen el nitrógeno atmosférico a nitrógeno amoniacal y lo incorporan al suelo. Entre los géneros de bacterias aerobias nitro fijadoras están *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Derxia*, *Azomonas*, y *Oscillatoria*.⁸⁴

La mayor actividad de las bacterias nitro fijadoras se alcanza con una humedad adecuada en el suelo y con una fuente de carbono accesible como el material vegetal en descomposición. Por esto siempre están acompañadas por bacterias celulolíticas, necesitan de alcoholes, azúcares o ácidos orgánicos que se los suministran otros microorganismos degradadores. El desarrollo de las nitro fijadoras se estimula con las exudaciones que emite la planta cuando se encuentra bien nutrida.⁸⁵

Las bacterias nitro fijadoras también actúan en las hojas de las plantas. Se desarrollan poblaciones de las bacterias *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Beijerinckia* y también del actinomiceto *Streptomyces*. A partir de las exudaciones foliares estas forman nódulos en las hojas para fijar el nitrógeno, degradan los materiales orgánicos que se depositan sobre ellas, producen enzimas de crecimiento para la planta y segregan antibióticos que protegen las hojas de los ataques de los fitopatógenos.⁸⁶

b) Microorganismos nitro fijadores simbióticos.

La simbiosis entre el microorganismo y la planta se fundamenta en que el primero recibe carbohidratos de la planta suministrándole nitrógeno después de su muerte. Si la planta está mal nutrida, no está en condiciones de proveer carbohidratos a los microorganismos y por lo tanto no segrega la sustancia que estimula la atracción para que las raíces sean infectadas por

⁸⁴ GRAHAM, P. H. and HARRIS, S. C. 1995, 89 p

⁸⁵ GRAHAM, P. H. and HARRIS, S. C. 1995, 90 p.

⁸⁶ GRAHAM, P. H. and HARRIS, S. C. 1995, 90 p.

los microorganismos.⁸⁷

Los *Rhizobium* son bacterias noduladoras que fijan simbióticamente con los procesos naturales de las leguminosas el nitrógeno en las raíces de este tipo de plantas.⁸⁸

Dentro de este tipo de microorganismos simbióticos se encuentran los actinomicetos *Frankia* y *Actinomyces*, los cuales nodulan en no leguminosas de porte arbustivo o arbóreo –rosas-.⁸⁹

Los *Rhizobium* son microorganismos móviles, en estados jóvenes y forman esporas cuando se encuentran en condiciones difíciles, crecen entre 0 y 47°C, el crecimiento óptimo está entre 20 y 30°C. El pH donde se desarrollan mejor está entre 4.5 y 7.5, son aerobios aunque toleran escasez de oxígeno por un tiempo moderado, también ayudan para fijar simbióticamente con la planta los nutrientes en el suelo, bajo las condiciones necesarias.⁹⁰

c) Microorganismos degradadores de fósforo y calcio.

Los microorganismos degradadores de fósforo y calcio contribuyen a la fijación del nitrógeno al suministrarle estos elementos que son importantes para el desarrollo de los rizobios y para la planta, al estar bien nutrida les suministre exudaciones importantes para los microorganismos.⁹¹

Las bacterias *Bacillus megaterium*, *Bacillus mesentericus* y *Pseudomona putida* solubilizan las formas orgánicas del fósforo (ortofósforo) y las transforman a fosfatos asimilables por las plantas. Los hongos del género *Aspergillus*, *Penicillium* y *Rhizopus* degradan ácidos nucleicos y glicerofósforatos a fosfatos simples. Algunos hongos establecen asociaciones mutualistas con las raíces son las micorrizas este se beneficia captando nutrientes de las raíces y contribuye a la vez a la nutrición de la planta sin causarle daño alguno.⁹²

Las levaduras del género *Saccharomyces* y *Rhodotorula* cumplen la misma función que los hongos. El actinomiceto *Streptomyces* destruye las moléculas orgánicas fosforadas liberando así el fósforo. En condiciones aeróbicas la degradación de la materia orgánica libera grandes

⁸⁷ GRAHAM, P. H. and HARRIS, S. C. 1995, 90 p.

⁸⁸ GRAHAM, P. H. and HARRIS, S. C. 1995, 90 p.

⁸⁹ GRAHAM, P. H. and HARRIS, S. C. 1995, 90 p.

⁹⁰ GRAHAM, P. H. and HARRIS, S. C. 1995, 90 p.

⁹¹ GRAHAM, P. H. and HARRIS, S. C. 1995, 91 p.

⁹² ATLAS M., BARTHA R., 2002, 101 p.

cantidades de CO₂ como producto de la actividad respiratoria de los microorganismos y que al reaccionar con el agua y los fosfatos insolubles los transforma en fosfatos solubles así:⁹³

Fosfato tricálcico: $Ca_3(PO_4)_2 + 4H_2O + 4CO \Rightarrow 2Ca(CO_3H)_2 + Ca(PO_4H_2)_2$ Fosfato monocálcico.

Fosfato dicálcico: $2CaHPO_4 + 2H_2O + CO_2 \Rightarrow Ca(CO_3H)_2 + 2H_2O + Ca(PO_4H_2)_2$ Fosfato monocálcico

d) Microorganismos fijadores de potasio.

El potasio es fijado por el nitrógeno y el fósforo en el suelo, en base a compuestos que se van formando compuestos.

El fósforo de los compuestos es retenido por los otros constituyentes del suelo indicados en el párrafo previo, pero sólo una parte es soluble y otra gran fracción se fija quedando no intercambiable.⁹⁴

Bacterias de los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas*, y *Clostridium* y hongos como *Aspergillus*, *Penicillium* y *Mucor* solubilizan el potasio mediante la liberación de ácidos orgánicos o inorgánicos que reaccionan con los minerales que los contienen. Estos microorganismos descomponen minerales de aluminosilicato y liberan parte del potasio contenido en ellos.⁹⁵

Las *Rhodotorula* son levaduras con un metabolismo estrictamente oxidativo, insoluble en el agua, que posibilitan la fijación del potasio en la planta.⁹⁶

Se trata más de remplazar que de suplementar las aplicaciones de fertilizantes químicos, sin perder la capacidad de suministrar a la planta uno o más nutrientes esenciales para su normal desarrollo (nitrógeno, fósforo, potasio y calcio principalmente).⁹⁷

⁹³ GRAHAM, P. H. and HARRIS, S. C. 1995, 91 p

⁹⁴ BURBANO, H. 1992, 153 p.

⁹⁵ BURBANO, H. 1992, 153 p.

⁹⁶ BAJPAI, P.D. SUNDARA R. W. V., 1971, 167 p.

⁹⁷ BAJPAI, P.D. SUNDARA R. W. V., 1971, 167 p.

CAPITULO IV

DISEÑO EXPERIMENTAL

4.1 Metodología

El desarrollo de la presente investigación tuvo 3 etapas:

Etapa 1: Obtención de cuatro tipos de biofertilizantes, con la respectiva medición de temperatura, pH, además de realizar análisis microbiológico de los biofertilizantes para determinar la existencia de población microbiana.

Etapa 2: Aplicación de los cuatro biofertilizantes obtenidos dentro de la etapa 1, en la variedad Classy, a través de dos vías: aplicación directa en el suelo (vía Drench) y aplicación vía foliar (follaje). Se siguieron las técnicas clásicas utiliza por la florícola. Fueron dos los subprocesos llevados a cabo durante esta fase:

Durante la aplicación del biofertilizante se realizaron mediciones de tres variables: tallo, hoja y botón cada quince días, para realizar comparaciones de los resultados en base a cada uno de los productos aplicados.

El segundo subproceso fue la medición cuantitativa del incremento del número de microorganismos, en base a análisis microbiológicos del suelo, se contabilizó el número inicial de microorganismos y el final, determinando solo las variedades principales, pero no las subvariedades, debido a que este no es el tema central de la presente investigación y los costos que involucraban los análisis requeridos.

Etapa 3: Análisis de varianza ADEVA de las variables para lo cual se aplicó Tukey al 5% para las variables que presentaron significancia, y así determinar cual fue el mejor tratamiento.

4.2. Obtención de los biofertilizantes.

El proceso de obtención de biofertilizantes dio inicio con la preparación de un ambiente propicio para su implementación, en la que se utilizaron 8 tanques de plástico cada uno con 44 litros de capacidad. En seis tanques se colocó leche, yogurt, harina de soya, levadura, agua y azúcar, en los dos restantes se colocó agua estiércol y leche, con diferentes cantidades de cada uno de estos elementos como se detalla en la tabla 1.

Los ocho tanques utilizados para los tratamientos fueron utilizados para realizar 4 experimentos⁹⁸.

El tratamiento (t_0), constituye el original de la finca, mientras que los tratamientos (t_1), (t_2), (t_3), fueron experimentales para muestra, y tuvieron el mismo proceso de obtención (Ver figura 1).

Figura 1. : Biofertilizante (t_0)



Las cantidades que se utilizaron de los distintos elementos que se usaron para la elaboración de los biofertilizantes, se tomaron tanto de libros consultados, como de experiencias en campo de el Ingeniero Pepe Celi gerente técnico de la Florícola y de la Ingeniera Laura Huachi.

⁹⁸ Por cada experimento se realizó una repetición de respaldo, por si cualquier factor exógeno dañaba la muestra.

Tabla 1 Tratamientos de Biofertilizante utilizados.

ELEMENTOS	TRATAMIENTOS			
	(t ₀)	(t ₁)	(t ₂)	(t ₃)
Estiércol	1 kg	2 kg	3 kg	4 kg
Leche	0.5 L	1L	1.5kg	2 L.
Harina de soya	0	0.90 kg.	1.2 kg.	1.5 kg.
Azúcar	0	1 kg.	2 kg.	2 kg.
Levadura	0	0.10 kg.	0.15 kg.	0.20 kg.
Yogurt	0	1 L.	1.5 L	2 L.
Agua	42 L	42 L.	42 L.	42 L.

La preparación de los tratamientos (t₁), (t₂), (t₃), consistió en la recolección del estiércol caballar recolectado en la finca, procurando no mezclarlo con tierra. Se colocó el estiércol en el fondo de los tanques, añadiéndole agua de una fuente natural propia de la plantación (ojo de agua), a esta mezcla se le incorporó harina de soya previamente diluida para que no se formen grumos, azúcar, yogurt, levadura⁹⁹, finalmente se adicionó la leche por los extremos de cada recipiente. Posterior a la incorporación de cada ingrediente se mezcló para poder homogenizar el contenido de cada tanque –tratamientos- para por último taparlos (Ver figuras 2, 3, 4).

Figura 2. : Biofertilizante (t₁)



⁹⁹ A la levadura se la activó con agua caliente previa su colocación en los tanques.

Figura 3. : Biofertilizante (t₂)



Figura 4. : Biofertilizante (t₃)



Durante el período de tratamiento a diario se agitaron los tanques para oxigenarlos. El control de los tratamientos se los realizó aproximadamente cada 8 días a partir de su elaboración, en total el experimento duró 61 días.

El control de los tratamientos consistió en la toma de temperatura y pH, para determinar el estado de la mezcla.

Los tanques fueron dejados a aire libre, bajo techo de plástico, sin ninguna condición especial para que el proceso tenga un desarrollo natural.

4.2.1. Medición de variables “in situ” para la obtención de biofertilizantes

Como ya ha quedado indicado fueron dos las variables controladas durante el proceso de obtención de los biofertilizantes: temperatura y pH.

El proceso de control se lo realizo aproximadamente cada 8 días, trabajando concomitantemente en las dos variables.

a) Temperatura.

La medición de la temperatura se la realizo haciendo uso de un equipo de medición Marca Hach (Ver figura 5).

El equipo fue colocado en la parte superficial de los recipientes que contenían a los biofertilizantes, antes de realizar la agitación de los tanques; se realizo una sola toma de temperatura por tratamiento, a las 9h00 de la mañana, llevando controles alternos de los tanques durante cada uno de los días en los que se realizo el control¹⁰⁰

b) pH.

El control de esta variable se lo realizó haciendo uso de un equipo Hach (Ver figura 5). Luego de agitar el tanque se procedía a colocar el equipo que se utilizo para la medición del pH, esperando unos segundos hasta que la lectura se estabilice y de un resultado.

Al igual que la temperatura, la toma del pH se la realizó a las 9h00 de la mañana.

Figura 5. : Equipo de medición de pH y temperatura.



¹⁰⁰ Se alternaba el horario de la toma de la muestra entre las 09:00 y 10:00 para obtener datos en diferentes horarios.

4.2.2 Análisis microbiológico de biofertilizantes.¹⁰¹

Al final del tratamiento, una vez obtenido el biofertilizante, luego del período de experimentación, se realizó un análisis microbiológico de cada producto resultante.

Para la realización de los análisis microbiológicos se hizo uso de recipientes estériles con capacidad de 150ml; se tomó muestras del fondo, del medio y de la superficie de los tanques que contenían a los tratamientos.

Una vez obtenida la muestra, se evaluaron el número de UFC de mesófilos aerobios. El análisis microbiológico se llevó a cabo en el laboratorio DISERLAB de la ciudad de Quito. Se realizaron cuatro análisis un por cada tratamiento del cual se obtuvieron los biofertilizantes (t₀), (t₁), (t₂), (t₃).

Las muestras se diluyeron en tubos de ensayo en agua destilada, para posteriormente colocar esta solución sobre una membrana de 47mm de diámetro, procediendo a realizarse el proceso de filtración. Una vez decantada la muestra, los componentes sólidos fueron colocados en la válvula de vacío cerrada para dispensar la muestra en el embudo, para determinar el número de organismos existentes, el volumen final de la muestra a ser analizada fue de 20ml. Posterior a este proceso, se abrió la válvula, aplicando un vacío de aproximadamente 525mm de Hg., para proceder a quitar el embudo, para transferir la membrana con unas pinzas estériles a un medio de cultivo, procurando no dejar burbujas de aire atrapadas entre la membrana y el medio (agar semisólido). Los análisis realizados a los cuatro tratamientos se encuentran en el Anexo 2.

Estos análisis se realizaron para determinar que cantidad de microorganismos existían en los biofertilizantes, se decidió realizar análisis de microorganismos mesófilos aerobios debido a que sus costos fueron convenientes, también debido a que la mayoría de estos microorganismos que son benéficos para las plantas se encuentran en los mesófilos aerobios.

¹⁰¹ Debido a que la obtención del biofertilizante fue un experimento puntual, los resultados obtenidos se encuentran en el siguiente capítulo.

4.3 Aplicación de los tratamientos y evaluación de variables

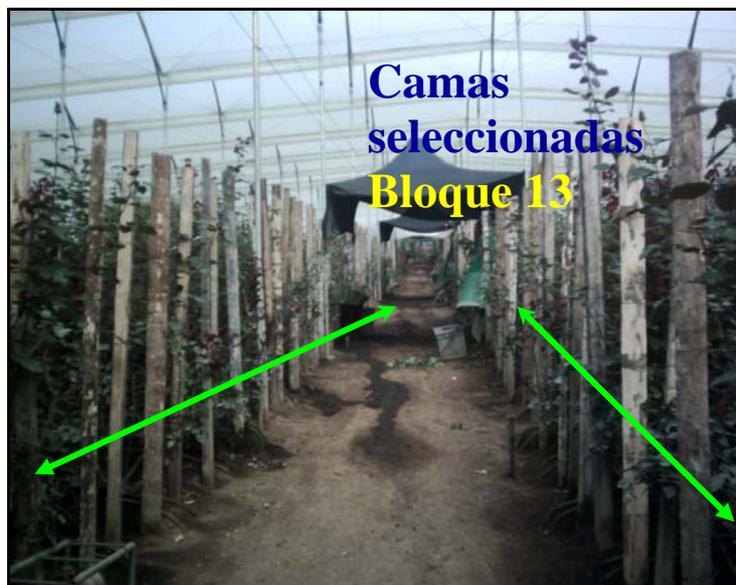
La segunda parte de este diseño experimental consistió en la aplicación de los tratamientos (biofertilizantes) y la medición de variables (tamaño de tallo, botón, hoja). Adicionalmente en esta etapa se utilizó piolas, cámara de fotos, flexometro, equipo de florícola para riego vía drench y vía foliar

Para la aplicación del biofertilizante se hizo uso de las técnicas utilizadas en la finca florícola donde se realizó el experimento, una vez que el gerente técnico realizó las explicaciones pertinentes a quien suscribe este documento.

Cada cama en la que se realizó la aplicación del biofertilizante tenía una dimensión de 30 metros de largo por 0.50 metros de ancho, el espacio entre camas es de 0.79 cm. El área total de la aplicación fue de 314.22m².

La aplicación fue realizada en el bloque 13 de la florícola Finaflor, sobre 20 camas, de la variedad Classy. (Ver figura 6).

Figura 6. : Ubicación de camas para aplicación de tratamientos



Previo a la aplicación de los tratamientos se realizó un pinch o corte de nueve flores, las flores a las que se les corto se las señalo, para tomar las medidas de las mismas rosas, (Ver figura 7), las mediciones se realizaron aproximadamente cada quince días, para observar el

crecimiento de las rosas marcadas. Los datos se recolectaron cada quince días hasta llegar a los 90 días que es el período del ciclo de cultivo de las rosas.

Figura 7. : Corte de rosas



Para las aplicaciones se dio 4 camas por tratamiento, en total se trabajó en 16 camas, dejando 4 camas de testigo –control-, en las que no se aplicó ningún tipo de tratamiento.

Como ha quedado indicado fueron dos los tratamientos que se utilizaron para la aplicación de los cuatro biofertilizantes:

a) Vía Drench:

Consistió en aplicar cada uno de los tratamientos en dosis de 60cm³ diluido en 60 litros de agua por medio de un tubo Venturi sobre las camas identificadas. El tiempo de aplicación por cama fue de 2 minutos. (Ver figura 8)

Figura 8. : Aplicación vía drench de tratamientos



b) Vía Foliar:

La aplicación vía foliar se realizó con una bomba de 8 litros de capacidad, las dosis por tratamientos fue de 2.5cm³ por litro de agua. El tiempo de aplicación fue de 2 minutos por cama. (Ver figura 9)

Figura 9. : Aplicación vía foliar.



La toma de datos de variables, longitud de botón, tallo y hojas se realizó aproximadamente cada 15 días.

4.3.1 Medición de variables “in situ” de las aplicaciones de los tratamientos.

a) Incremento del largo del Tallo.

Para la medición de esta variable se utilizó un flexometro sobre los tallos escogidos. La medición se inicio desde el lugar donde se hizo el corte hasta el punto más alto del brote.

Estos datos se tomaron cada 15 días de la forma como se detalla en la figura 10.

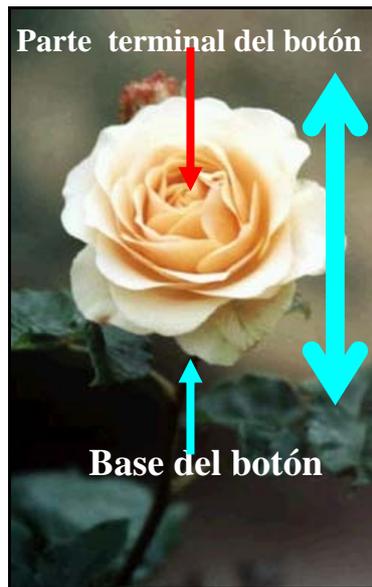
Figura 10. : Toma de tamaño de tallo.



b) Tamaño del Botón

La medición se realizo con un calibrador desde la base del botón hasta la parte terminal, como se observa en la figura 11. Las mediciones se realizaron a partir de los 45 días del pinch y las posteriores medidas cada 15 días hasta el final del proceso.

Figura 11. : Tamaño de Botón.

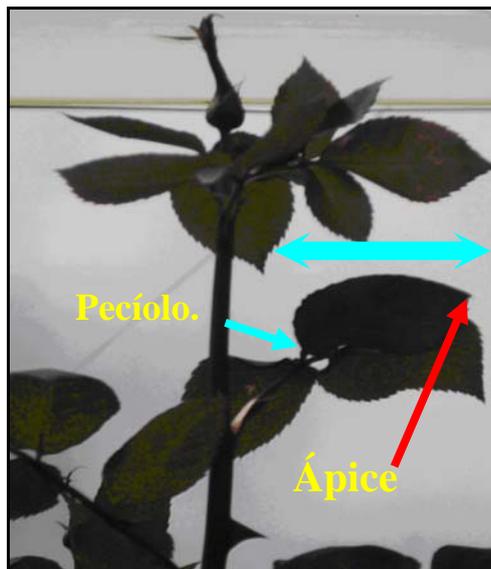


c) Tamaño de la hoja.

En todas las rosas se realizó la medición de la quinta hoja contada de arriba hacia abajo,

Para escoger la hoja en la que se midió se contó desde la primera hoja hasta la quinta hoja de la planta de arriba hacia abajo, la medición de la hoja escogida se la hizo con un flexometro en la desde el pecíolo hasta el ápice de la hoja. (Ver figura 12).

Figura 12. : Toma de tamaño de hoja.



4.3.2 Medición de variables “ex situ” de las aplicaciones de los tratamientos

a) Vida microbiana.

Para la determinación de vida microbiana se realizó un muestreo del suelo en las 20 camas en las que se aplicó los tratamientos, esto consistió en tomar antes y después de la aplicación de los biofertilizantes una muestra compuesta, ubicando los puntos de muestreo en zigzag en las camas, se tomaron aproximadamente 100g., de cada punto de muestreo. En total se reunió 2000 g. de suelo, debido a que fueron 20 los puntos de muestreo, a estos se los homogenizó, en estos análisis solo se realizó conteo de algunos microorganismos y no para determinar cual era el mejor tratamiento ya que para determinar el mejor tratamiento se utilizó el ADEVA.

Posterior a la reunión de las muestras de suelo se tomó 100g de suelo homogenizado, para etiquetarlo y enviarlo al laboratorio CIMICC, de la ciudad de Quito, para proceder el análisis de bacterias aerobias mesófilas, mohos, levaduras, coliformes totales, *Pseudomonas*, *Bacillus cereus*, *Bacillus* spp.

Dentro de las técnicas utilizadas por el laboratorio para el análisis de la muestra de suelo sometido a tratamiento, se hizo uso de:

- a) Método de Recuento en placas para mesófilos aerobios, mohos, levaduras, *Pseudomonas*, *Bacillus cereus* y spp, para coliformes totales;
- b) Método de Número más Probable, para lo cual se realizaron cuatro diluciones, se hizo uso de caldos de cultivo diferentes para cada microorganismo analizado. Para los mesófilos aerobios se utilizó Agar nutritivo, para los mohos y levaduras OGYE oxitetraciclina, para coliformes totales caldo triptoso, para los *Bacillus cereus* agar MYP, *Bacillus sp* agar MPY y se añadió antibiótico. Este procedimiento de muestreo y análisis de suelo se repitió al finalizar la aplicación de los productos. (Ver Anexo 3.)

La realización de los análisis indicados se basó principalmente a que son los más apreciables en el suelo. El objetivo primordial de realizar estos análisis era determinar si es que existía un incremento de microorganismos en el suelo con la aplicación de biofertilizantes, más allá del tipo de sustancia aplicada.

4.4 Análisis estadístico ADEVA y prueba Tukey 5% de variables de crecimiento de tallo, botón y hoja.

El diseño utilizado en el experimento fue de bloques completamente al azar DBCA, para el proceso de análisis de resultados de tamaño de tallo, botón y hoja de las plantas se usó el Análisis de significancia **ADEVA** por medio del programa MSTATC5, se aplicó la prueba de Tukey al 5% para establecer rangos de significancia.

El análisis de varianza para un diseño de bloques completamente al azar presenta por lo general fuentes de variación como son; tratamientos, repeticiones, total, y error experimental¹⁰²

Los grados de libertad son el número de observaciones restado uno para cada una de las fuentes de variación, al tener 4 tratamientos el grado de libertad es 3. La determinación de error experimental se consigue de multiplicar los grados de libertad de tratamientos por los grados de libertad. Se necesita de la determinación de un término de corrección para cálculos posteriores.

Para ello se utiliza la formula: $C = \frac{(\sum X)^2}{rn}$

Donde **r** es el número de repeticiones y **n** es el número de tratamientos. Se procede a calcular las sumas de cuadrados para repeticiones y tratamientos mediante la fórmula:

$$\text{Repeticiones: } SC_{\text{repeticiones}} = \frac{\sum(T)^2}{n} - C$$

$$\text{Tratamientos: } SC_{\text{tratamientos}} = \frac{\sum(T)^2}{n} - C$$

$$\text{Total: } SC = \sum(X)^2 - C$$

¹⁰² LITTLE, T. HILLS, J., 1989, 75 p.

Error: $SCError = SC - SC_{tratamientos} - SC_{repeticiones}$

El procedimiento es similar para obtener los cuadrados medios, existe una fórmula para cada fuente de variación:

$$\text{Repeticiones: } CM_{repeticiones} = \frac{SC_{repeticiones}}{gl_{repeticiones}}$$

$$\text{Tratamientos: } CM_{tratamientos} = \frac{SC_{tratamientos}}{gl_{tratamientos}}$$

$$\text{Error: } CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{gl_{Error}}$$

Al haber obtenido todos los datos se construyeron varias tablas en el Anexo 4 están los datos que se obtuvieron de la medición de las variables de estudio de esta investigación, en el Anexo 5 se encuentran los resultados de las mediciones de las variables esto elaborado por el programa MSTATC5 que se utilizó para la presente investigación.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Resultados y Discusión.

1) Temperaturas registradas en los ensayos.

Las variables de temperatura con respecto al proceso de obtención del biofertilizante se presentan en la tabla 2.

Tabla 2 Temperatura registrada durante el proceso de obtención de los biofertilizantes.

Temperatura				
Días	(t ₀)	(t ₁)	(t ₂)	(t ₃)
1	14,00	14,20	14,65	14,55
10	18,00	18,10	18,35	18,55
17	22,53	21,45	21,73	21,88
24	20,18	21,73	20,90	21,10
31	22,18	23,05	24,00	24,08
38	20,75	20,98	22,05	23,10
45	18,50	20,50	21,10	21,50
52	18,10	17,80	19,30	19,20
60	17,15	17,80	18,05	18,40

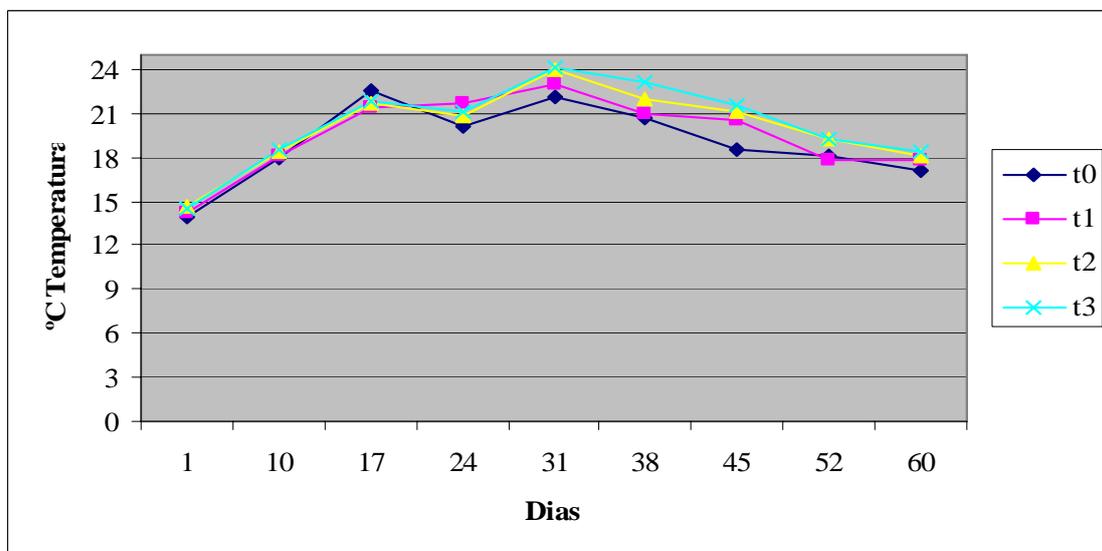


Gráfico 1 Variación de temperatura durante el proceso de obtención del biofertilizante.

En la tabla 2 y el gráfico 1 del registro de los datos de las temperaturas, se observa que se presentan un aumento y disminución de temperaturas en todo el proceso de obtención de los biofertilizantes:

El aumento de la temperatura durante el proceso de fabricación de los biofertilizantes en el período del primer día hasta el final en el ensayo pudo deberse:

1. La presencia de heterótrofos mesófilos, que son microorganismos que utilizan materia orgánica como fuente de carbono, oxígeno como aceptor de electrones durante la respiración aeróbica, estos procesos oxidativos generan calor aumentando de esta manera la temperatura, la misma que desciende en la medida que los sustratos disponibles son consumidos.¹⁰³
2. Al incremento de la actividad microbiana en procesos metabólicos, en los que se libera energía, parte de ésta (ATP) es atrapada y utilizada para realizar trabajos, mientras que el resto se libera en forma de calor.

La disminución de la temperatura en el proceso de fabricación de los biofertilizantes alrededor de los días 18 a 30 del ensayo pudo deberse a:

- 1.- Que luego de los procesos metabólicos y oxidativo de la materia orgánica disminuyen los sustratos, La temperatura desciende en la medida que los sustratos son consumidos, como en el caso anterior.
- 2.- Los cambios climáticos en la zona donde se encuentra la finca, ya que en este sector los niveles de precipitación son altos, la temperatura tiene cambios bruscos durante las horas del día (INAMHI 2001)

Al final del proceso la temperatura más alta correspondió a (t_3) con 18.40°C, seguido por el tratamiento (t_2) con 18.05°C, las temperaturas se ubicaron en niveles mesófilos que según Atlas y Bartha (2002), al llegar la temperatura a este nivel de estabilización se pudo determinar que los tratamientos estuvieron preparados y se procedió a su aplicación.

¹⁰³ Fuente: Comunicación personal Dra. Betty Caicedo (Gerente Técnico) Centro de Investigaciones microbiológicas y control de calidad.

2) pH registrado en la obtención de los biofertilizantes.

Las variables de pH con respecto al proceso de obtención del biofertilizante se presentan en la tabla 3.

Tabla 3 pH registrado durante el proceso de obtención de los biofertilizantes

		Parámetro pH			
		Tratamientos			
Días	(t ₀)	(t ₁)	(t ₂)	(t ₃)	
1	6,00	4,50	4,50	4,50	
10	6,35	4,00	4,00	4,50	
17	6,53	3,94	3,88	3,86	
24	6,90	3,98	3,95	3,93	
31	7,14	4,06	3,99	4,08	
38	6,50	4,11	4,13	4,12	
45	7,13	4,58	4,49	4,34	
52	7,10	4,30	4,40	4,35	
60	7,00	4,58	4,49	4,35	

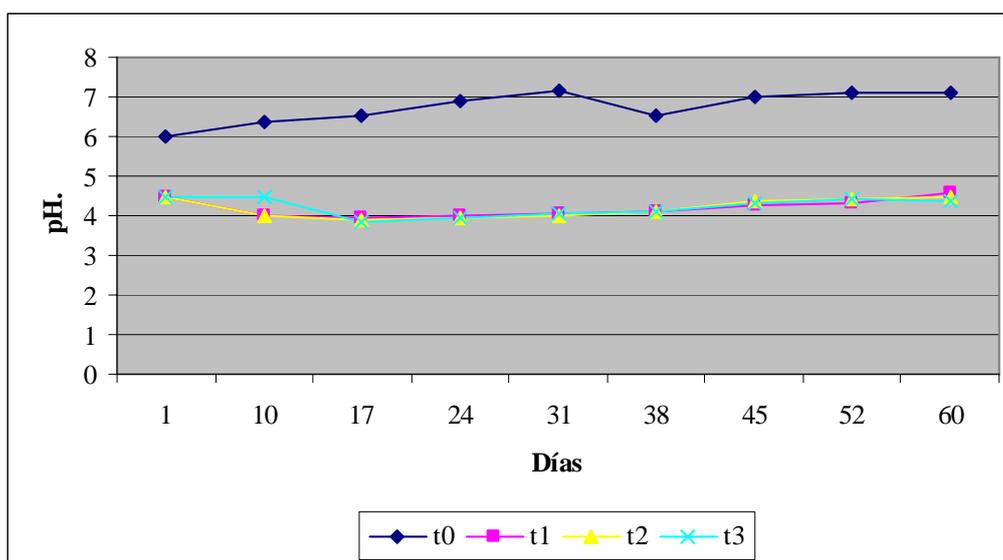


Gráfico 2 Variación de pH durante el proceso de obtención del biofertilizante.

En la tabla 3 y grafico 2 del registro de los datos de pH obtenidos en la elaboración de los biofertilizantes, el tratamiento (t_0) tiene valores muy diferentes a los otros biofertilizantes, en este se puede ver que a los 31 días se registró el pH más alto de (t_0) con 7.14, el menor rango de pH en este tratamiento es en el primer día (t_0) con 6.00, según Ramírez (2003) el pH del estiércol esta entre 6.00 y 7.00, esto es lo que pudo haber influenciado en el pH del tratamiento (t_0), ya que en esta formulación el principal elemento es el estiércol, este elemento contiene muchas hormonas, por ende tiene muchas reacciones que pudieron ocasionar esos niveles de pH.

En los tratamientos (t_1), (t_2), y (t_3) el nivel de pH presenta una tendencia 4.50 y 5.0.

Los tratamientos (t_1), (t_2), y (t_3) comienzan con un pH ácido, esto se debe a la presencia del yogurt cuyo pH fue de 4.2, el pH del biofertilizante disminuyó en el instante en que se agregó el yogurt a la formulación, y se mantiene este pH durante su elaboración por los ácidos producidos por la actividad de las bacterias lácticas del yogurt y de las levaduras sobre los sustratos que fueron añadidas como son el azúcar y la leche.

El pH determino que tipo de microorganismos pudieron estar presentes en los tratamientos (t_1), (t_2), (t_3), y (t_0).

Una vez terminado el período de obtención de los biofertilizantes, los pH obtenidos tanto en el tratamiento (t_0) como en los tratamientos (t_1), (t_2), (t_3) fueron de 7,00 y 4,58; 4,49; 4,35 respectivamente, este no es un indicativo de que los biofertilizantes estén finalizados, ya que solo es un indicativo para determinar que tipo de microorganismos pudieron vivir en este pH.

3) Análisis Microbiológico del biofertilizante.

Tabla 4 Análisis microbiológico de los biofertilizantes

Resultados de los en el laboratorio	Análisis realizados DISERLAB.
Tratamientos	Aerobios Mesófilos
(t ₀)	6.2x10 ⁶ UFC/ml
(t ₁)	6.5x10 ⁶ UFC/ml
(t ₂)	1.9x10 ⁷ UFC/ml
(t ₃)	2.3x10 ⁷ UFC/ml

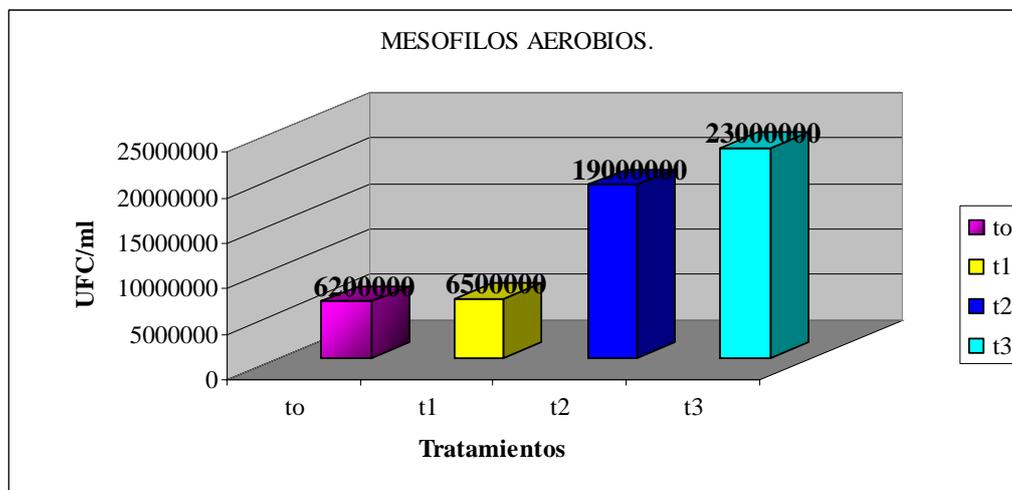


Gráfico 3 Resultados de colonias microbiológicas en los biofertilizantes

La tabla 4 y el gráfico 3 del análisis microbiológico demuestra que el tratamiento (t₃) presenta mayor número de microorganismos mesófilos aerobios con 2.3x10⁷ UFC/ml, seguido por (t₂) con 1.9x10⁷ UFC/ml, finalmente (t₁) con 6.5x10⁶ UFC/ml y (t₀) con 6.2x10⁶ UFC/ml, según Brock (2002) estas posiblemente se debe a que los microorganismos aerobios mesófilos o heterótrofos consumen materia orgánica como fuente de carbono, el aumento de microorganismos en los tratamientos (t₃) y (t₂) pudo estar relacionado con la cantidad de nutrientes que estuvieron presentes en los elementos que se utilizaron en la elaboración de los biofertilizantes, esto quiere decir que a mayor cantidad de nutrientes mayor cantidad de microorganismos, puede decirse que los microorganismos llegaron a la fase Estacionaria.

4) Análisis microbiológico del suelo.

Tabla 5 Comparación de crecimiento de microorganismos antes y después de aplicación de biofertilizantes al suelo.

Análisis Microbiológico realizado en el laboratorio CIMICC.	muestra antes de aplicar biofertilizante	muestra luego de aplicación de biofertilizante	Unidades
Bacterias Aerobias Mesófilas	1.1×10^7	2.8×10^7	UFC/g
Mohos	5.8×10^4	8.1×10^4	UFC/g
Levaduras	1.0×10^3	1.1×10^4	UFC/g
Coliformes Totales	1.5×10^3	2.1×10^3	NMP/g
<i>Pseudomonas sp.</i>	4.8×10^6	1.3×10^6	UFC/g
<i>Bacillus cereus</i>	8.1×10^4	7.3×10^4	UFC/g
<i>Bacillus sp.</i>	1.0×10^6	1.5×10^6	UFC/g

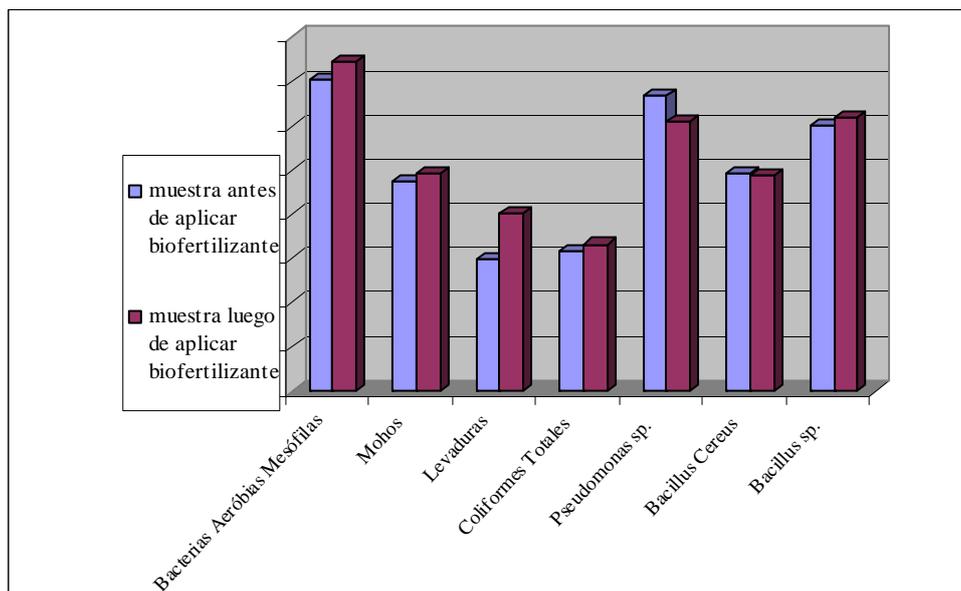


Gráfico 4 Resultado de análisis de suelo comparación microorganismos antes y después de aplicar tratamientos

En la tabla 5 y gráfico 4 se muestran la variación del crecimiento de los microorganismos antes de aplicar los tratamientos y después de la aplicación de los mismos, las esporas aerobias mesófilas crecieron luego de la aplicación de los tratamientos en cantidades de 1.1×10^7 a 2.8×10^7 UFC/ml, los mohos también aumentaron de 5.8×10^4 a 8.1×10^4 UFC/g, las levaduras de 1.0×10^3 a 1.1×10^4 , los *Bacillus sp* de 1.0×10^6 a 1.5×10^6 y coliformes totales de 1.5×10^3 a 2.1×10^3 .

Las *Pseudomonas sp* y *Bacillus cereus* no aumentaron sus colonias al contrario disminuyeron con valores en las *Pseudomonas sp*. de 4.8×10^6 a 1.3×10^6 y en los *Bacillus cereus* de 8.1×10^4 a 7.3×10^4 UFC/g.

Según Monroy (1990) los microorganismos como los mohos, las levaduras, coliformes totales bacterias y esporas mesófilas aerobias pudieron haber aumentado por el incremento en la asimilación de nutrientes, procesos de síntesis de proteínas, el adecuado suministro de fertilizantes al suelo que pudo ser lo que ayudo a la multiplicación de estos microorganismos.

Según Graham y Harris (1995) la disminución de las *Pseudomonas spp.*, pudo deberse a que no existió alta cantidad de nutrientes en los tratamientos para algunas de estas especies, otra causa para su disminución pudo darse debido a que en el tratamiento (t_0) hubo mayor cantidad de estiércol y éste al contener tantas hormonas vegetales naturales que al ser aplicados en el cultivo alteraron la vida microbiana, talvez por esta razón es que algunos de estos microorganismos como es el caso de las *Pseudomonas spp* disminuyeron la población, esto según Suquilanda(1996) se deba a que el biofertilizante es un fitoregulador que estimula el crecimiento de las plantas y genera cambios en el suelo.

5) Análisis estadístico ADEVA para variables de crecimiento.

Análisis estadístico ADEVA para la variable de longitud de tallo.

a) Longitud de tallo

Para determinar que tratamiento fue el que mejor características de crecimiento presentó se aplicó el Análisis de varianza ADEVA y Tukey al 5%, a continuación se resumen los resultados obtenidos en las tablas 10 y 11 para longitud de tallo.

Tabla 6 Resumen de ADEVA para la variable longitud de tallo

F. de V.	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS					
		15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
Total	19						
Repeticiones	3	0.148 NS	1.428 NS	1.758 NS	2.193 NS	7.346 NS	4.38 NS
Tratamientos	4	8.184 NS	101.24 AS	169067 AS	152.203 AS	182.719 AS	260.149 AS
Error Experimental	12	2.279	3.833	5.126	2.805	1.174	2.98
Coeficiente de variación %		12.06	7.01	6.43	3.20	1.63	2.12

F de V : Fuentes de Variación

S : Significancia Estadística

AS : Alta significancia estadística.

NS : No significancia.

Según la tabla 6 del análisis de varianza para evaluar la longitud del tallo, se observa que no hay diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones a los 15 días, es decir que posiblemente en esta etapa del cultivo no influyeron los nutrientes que contenían los biofertilizantes. A partir de los 30, 45, 60, 75, 90 días, se observa alta significancia entre tratamientos lo que indica que tienen comportamientos diferentes, posiblemente por las formulaciones y desempeño de los microorganismos. Los datos referentes a todo el proceso de cultivo se encuentran en el Anexo 4; 4-a.

El coeficiente de variación al final del ciclo (90días) fue de 2.12% que da confiabilidad a los resultados obtenidos.

Tabla 7 Tukey al 5% para longitud de tallo.

Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
Blanco/testigo	11.3 A*	26.17 B	32.58 B	47.53 B	63.41 B	75.44 B
(t ₀)	10.99 A	23.2 B*	29.23 B	47.06 B	59.33 C*	73.94 B
(t ₁)	12.33 A	23.85 B	29.94 B	49.08 B	62.24 B	77.39 B
(t ₂)	13.97 A	32.08 A	40.58 A	59.64 A	74.11 A	89.83 A
(t ₃)	13.98 A	34.41 A	43.60 A	58.45 A	73.26 A	90.44 A

*Donde A son valores más altos, B valores regulares, C valores no adecuados.

En la tabla 7 al aplicar Tukey al 5% para la longitud de tallo se observa que el mejor tratamiento corresponde a (t₃) con 90.44cm a los 90 días ubicándose en el rango A. Seguido por (t₂) con 89.83cm a los 90 días ubicándose en el mismo rango de significancia finalmente tenemos los tratamientos (t₁) con 77.93cm, t₀ con 73.94cm, el tratamiento a los 90 días, y blanco/testigo con 75.44cm, todos ubicándose en el rango B.

Se observan unas pequeñas diferencias entre (t₂) y (t₃) que posiblemente se deba a que las plantas con este tratamiento estén aprovechando de mejor manera los nutrientes proporcionados por los biofertilizantes y sus componentes, especialmente el N₂ presente en el estiércol de caballo elemento que ayuda a la elongación y brotación de hojas.

Según Martínez (1995) los biofertilizantes ayudan mucho cuando se los aplica a la planta por vía edáfica ya que tienen alto valor nutritivo para las plantas, los biofertilizantes presentan gran cantidad de microorganismos que ayudan a la fijación de nitrógeno al suelo, la aportación de elementos nítricos en forma orgánica, como el estiércol de caballo es un medio de incrementar reservas de los mismos al suelo y por tanto el nivel de fertilidad aumenta, su liberación lenta y continua es garantía de que elementos móviles como el nitrógeno permanezcan retenidos en el suelo de un modo ya que no son lavados fácilmente y las plantas los aprovechan en forma continua. Por otro lado Burbano (1992) indica que cualquier incorporación de materia orgánica mejora la estructura del suelo, aunque la positividad de resultados dependa de la velocidad de degradación, la reacción de las fuentes orgánicas o la relación entre la mineralización y humificación. Esta relación depende de la presencia de N, pero en los terrenos arenosos como es el caso de la finca la dotación nitrogenada es

extremadamente pobre, no se presentan resultados satisfactorios a corto plazo si no a largo plazo debido a que necesitan tiempo.

Análisis estadístico ADEVA para la variable de longitud de botón.

b) Longitud de botón.

En la tabla 8 y 9 se resumen los datos obtenidos de la variable longitud de botón.

Tabla 8 Resumen de ADEVA para la variable longitud de botón

F de V	G. L.	CUADRADOS MEDIOS			
		45 días	60 días	75 días	90 días
Total	19				
Repeticiones	3	0.003 NS	0.006 NS	0.025 NS	0.949 NS
Tratamientos	4	0.132S	0.32AS	0.822AS	1.902 NS
Error Experimental.	12	0.002	0.031	0.014	0.758
Coeficiente de variación %		6.32	10.37	4.1	18.26

F de V: Fuentes de Variación

G.L. : Grados de libertad

S : Significancia Estadística

AS : Alta significancia estadística.

NS : No significancia.

En la tabla 8 de análisis de la Varianza para evaluar la longitud de botón, se observa que no hay diferencias significativas entre las repeticiones, pero si las hay para los tratamientos, entre los 60 y 75 días en los tratamientos se observa que hay alta significancia mientras que a los 90 días en los tratamientos se observa no significancias, esto pudo deberse a que en esta etapa del cultivo no influyeron los nutrimentos que tenían los biofertilizantes o talvez que debido a que no tuvieron el mismo tiempo de exposición de los biofertilizantes no lo pudieron aprovechar mejor. Los datos de todo el período de cultivo se encuentran en el Anexo 4; 4-b.

El coeficiente de variación es del 18.26% al final del ciclo (90 días) que da confiabilidad a los resultados obtenidos.

Tabla 9 Tukey al 5% para la variable longitud de botón

Tratamientos	45 días	60 días	75 días	90 días
Blanco/testigo	0.47 C*	1.49 B	2.41 C	4.00 A
(t ₀)	0.53 C	1.35 B	2.45 C	4.02 A
(t ₁)	0.55 C	1.63 AB	2.72 B	4.03 A
(t ₂)	0.78 B*	2.01 A	3.32 A	5.06 A
(t ₃)	0.89 A*	1.94 A	3.33 A	5.29 A

* Donde A son valores más altos, B valores regulares, C valores no adecuados.

En la tabla 9 se indican los resultados de los tratamientos al final del ciclo, el mejor fue el tratamiento (t₃) con 5.29cm, seguido por (t₂) con 5.06cm, (t₁) con 4.03cm, (t₀) con 4.02cm y finalmente blanco/testigo con 4.0cm. Como se observa en la tabla 16 al aplicar Tukey al 5% para longitud de botón se observa 3 rangos de significancia A, B, C, (A valores más altos, B valores regulares, C valores no adecuados) a los 90 días todos los tratamientos comparten el rango A, posiblemente se deba a que al existir un número alto de plantas por cama, presentaron competencia por luz agua y nutrientes, sin embargo las condiciones climáticas, en especial los cambios de temperatura durante el día y la noche pudieron influenciar en el tamaño de botón.

Al analizar la tabla, 9 no se ve mucha diferencia en longitud entre los tratamiento que están en el mismo rango, pero a nivel productivo y comercial cada milímetro cuenta, en este caso (t₃) sería el mejor ya que la calidad del botón no se evalúa solo en el largo, sino en el diámetro, siendo el mismo mayor en el tratamiento (t₃).

Tanto el P como el K, son elementos fundamentales en la formación, del botón, posiblemente al aplicar los biofertilizantes que contenían microorganismos al suelo ayudaron a la asimilación y disponibilidad de los fertilizantes químicos a través de las raíces, así el P es esencial en el proceso metabólico lo que mejora las energías fotosintéticas y es importante para la floración. López afirma que la disponibilidad de P disminuye cuando la temperatura es baja, condiciones que se presentaron en el campo.

La fertilización foliar pudo ayudar a que los botones obtengan estos niveles de crecimiento debido a que los biofertilizantes tenían estiércol en su composición y este pudo aportarles hormonas que mejoraron el grosor, color y tamaño del botón.

Al aplicar (t_3) y tener cantidad de nutrientes y ser aplicado tanto foliar como edáficamente, los microorganismos generados ayudaron de una u otra forma a la mejor asimilación de los nutrientes dotados por fertilización química, talvez en este tratamiento hubo un mejor equilibrio entre el N, P y K comparado con los otros.

Análisis estadístico ADEVA para la variable de longitud de hoja

c) Longitud de hoja

En las tablas 10 y 11 se resumen los datos obtenidos de la variable longitud de hoja.

Tabla 10 Resumen de ADEVA para la variable longitud de hoja

F de V	G. L.	CUADRADOS MEDIOS					
		15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
Total	19						
Repeticiones	3	0.017 NS	0.037 NS	0.013 NS	0.013 NS	0.014 NS	0.021 NS
Tratamientos	4	0.542 AS	1.158 AS	0.686 AS	0.680 AS	0.868 AS	1.042 AS
Error Experimental.	12	0.01	0.046	0.016	0.019	0.043	0.029
Coeficiente de variación %		5.02	7.6	3.55	2.96	3.34	2.34

F de V: Fuentes de Variación

G.L. : Grados de libertad

S : Significancia Estadística

AS : Alta significancia estadística.

NS : No significancia.

Según la tabla 10 de análisis de varianza para evaluar la longitud de hoja se observa que no hay diferencias significativas entre repeticiones durante todo el ciclo de cultivo, pero en los tratamientos si hay diferencias significativas esto quiere decir que los tratamientos se comportaron diferentes, por ende influyeron en el cultivo, esto pudo ser debido a las concentraciones de los elementos que existieron en los biofertilizantes. Los datos de todo el período de cultivo se reportan en el Anexo 4; 4-c.

El coeficiente de variación al final del ciclo (90 días) es de 2.34% que da confiabilidad a los resultados obtenidos.

Tabla 11 Tukey al 5% para longitud de hoja

Tratamientos	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
Blanco/testigo	1.71 C*	2.54 B	3.42 B	4.28 B	5.73 B	6.69 C
(t ₀)	1.63 C	2.34 B	3.41 B	4.43 B	6.09 B	7.32 B
(t ₁)	1.97 B*	2.41 B	3.43 B	4.40 B	5.9 B	6.98 BC
(t ₂)	2.41 A	3.37 A	4.35 A	5.31 A	6.74 A	7.89 A
(t ₃)	2.40 A*	3.44 A	3.44 B	4.54 B	6.71 A	7.77 A

* Donde A son valores más altos, B valores regulares, C valores no adecuados.

En la tabla 11 se observa que a los 90 días o sea al final del ciclo fue el tratamiento que presenta mayor crecimiento de hoja es (t₂) con 7.89cm por esta razón Tukey le asigna el rango A, seguido por el tratamiento (t₃) a los 90 días con 7.77cm, asignándole también el rango A, los valores más bajos al final del ciclo de cultivo los tienen los tratamientos (t₀), (t₁), blanco/testigo, asignándoles rangos de B a (t₀), BC a (t₁) y C a blanco/testigo, donde C es el más bajo.

El mejor tratamiento es (t₂) con 7.89cm a los 90 días, el follaje fue de buen tamaño, color y grosor, posiblemente se deba a que el tratamiento (t₂) al tener mayor cantidad de estiércol influyó en esta variable, puesto que el N es un elemento fundamental en el desarrollo de hojas y este a la vez está muy relacionado con el volumen de raíces, así a mayor volumen de raíces mayor cantidad y calidad de follaje. Cabe destacar que la aplicación del biofertilizante vía edáfica tuvo efectos sobre la raíz, haciendo que esta presente un mejor grosor y volumen comparado con los otros tratamientos. Fue una observación visual. El volumen de raíces es proporcional al tamaño de las hojas, en cuanto al grosor, brillo se debe posiblemente a que al aplicar los biofertilizantes vía foliar y al contener microorganismos, cumplieron su papel rápidamente ya que el tiempo de vida es corto en las partes aéreas de las plantas en este caso de las rosas.

Lo cual se complementa con lo dicho por Suquilanda que expresa que los fertilizantes aplicados con fertilización foliar se metabolizan rápido y tienen resultados efectivos.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los microorganismos son responsables de la transformación de componentes orgánicos e inorgánicos, intervienen en los procesos de reciclaje y suministro de nutrientes, solubilización, mineralización, oxidación y reducción de las principales sustancias nutrientes del suelo a través del establecimiento de los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, carbono, azufre, hierro y otros elementos del suelo.
- La adición de microorganismos inciden directamente en el antagonismo, parasitismo y bioregulación de fitopatógenos en el suelo. Una mayor cantidad de microorganismos en el suelo, permite una mejor actividad metabólica y enzimática para obtener plantas proporcionadamente nutridas con buena capacidad de producción.
- Los microorganismos analizados (en el biofertilizante bacterias aerobias mesófilas y en el suelo bacterias aerobias mesofilas, mohos, levaduras, coniformes totales, *Pseudomonas* sp, *Bacillus cereus*, *Bacillus* sp) en el presente estudio tuvieron un significativo aumento en sus poblaciones, esto pudo deberse a los elementos que constituyeron los biofertilizantes, como fueron leche, azúcar, yogurt, levadura, estiércol, harina de soya.
- Los diferentes mecanismos de acción por los cuales actúan los microorganismos son importantes en el crecimiento, desarrollo y nutrición vegetal, ya sea por la producción de hormonas, secreción de metabolitos o actividad enzimática.
- De los elementos que constituyeron la producción de los biofertilizantes se obtuvo gran cantidad de nutrientes para los microorganismos que en estos se desarrollaron, esto se observa principalmente en el tratamiento (t₃) que es el proceso que mayor cantidad de microorganismos presenta ya que pudo tener mayor cantidad de nutrientes y por ende mayor cantidad de microorganismos, pero hay que tener en cuenta que esto no siempre puede suceder ya que la población de microorganismos puede llegar a un punto de saturación en vez de crecer se quedarán sin espacio y esto puede determinar a que las mismas disminuyan.

- El tratamiento que mejores resultados presento es el biofertilizante (t₃), los elementos y las cantidades usadas en este tratamiento fueron 4kg de estiércol, 2l de leche, 1.5kg de Harina de soya, 2 kg de azúcar, 0.20 kg de levadura, 2l de yogurt y 42l de agua, debido a las características que se obtuvieron en los resultados como mayor crecimiento de tallo con 90.44 cm., el incremento de las hojas se dio en 7.77 cm., por ende se observo que no son solamente más grandes si no que sus características visuales mejoraron.
- El pH de los tratamientos determina los tipos de microorganismos que se van a tener en los biofertilizantes.
- El análisis realizado en el suelo permitió conocer que los microorganismos que estuvieron presentes en el primer análisis se mantuvieron presentes al final del proceso de aplicación de biofertilizantes al suelo esto quiere decir que se les suministro los nutrientes necesarios durante el período de cultivo de las rosas y pudieron cumplir las funciones para el desarrollo de las plantas en este caso las rosas.
- La reducción progresiva del uso de fertilizantes y pesticidas, se podría dar mediante el empleo de tecnologías limpias, las cuales incluyen el uso de plantas mejoradas genéticamente y de biofertilizantes. Este último consiste en el uso de inóculos fúngicos y bacterianos sobre el sustrato edáfico en el que se desarrollan las plantas, esto constituye uno de los sistemas biotecnológicos con más futuro para la mejora de la producción vegetal evitando los efectos secundarios de los métodos actuales de fertilización.
- Ambientalmente los biofertilizantes son una alternativa para mejorar, ayudar y contrarrestar los efectos que se puedan dar en el suelo sumamente desgastado y contaminado por el uso de fertilizantes químicos, pueden mejorar la CIC, estructura del suelo, balance de la relación entre nutrientes
- Se puede decir que este tipo de fertilizantes orgánicos son amigables con el ambiente que los rodea, sin presentar ningún tipo de efectos secundarios tanto para el suelo el tipo de cultivo o las personas que lo manipulan o están en contacto con estos.
- El manejo adecuado de los biofertilizantes en un tiempo prudencial podrían disminuir el numero de aplicación de pesticidas, racionalización de fertilizantes, disminución de compactación de suelo

6.2 Recomendaciones

- Se debe usar el tratamiento (t_3) ya que los resultados de los experimentos ejecutados y los análisis hechos, establecen que este es el tratamiento que presenta mejores efectos en las plantas.
- Hacer un mayor número de aplicaciones en mínimas concentraciones, con menores intervalos entre una y otra aplicación. No debe abusarse de la dosis ni de la frecuencia de aplicación.
- Realizar estudios concernientes al comportamiento del tratamiento (t_3) en otro tipo de cultivos, que no estén solamente en zonas altas del país, si no también en regiones a nivel del mar.
- Dar conocimiento a los agricultores que al recurrir a este tipo de biofertilizantes se puede obtener mayores beneficios con menor cantidad de recursos económicos, ya que algunos de los ingredientes son de fácil acceso.
- Probar diferentes ingredientes en las formulaciones de biofertilizantes y comparar con el tratamiento (t_3), para comprobar su eficacia.
- Debe desarrollarse un proyecto similar al presente en el que se pruebe la eficiencia del biofertilizante (t_3) en una variedad diferente de rosas o en un cultivo diferente.
- Hacer un análisis profundo de las características físico químicas del suelo, antes y después de las aplicaciones de los biofertilizantes.
- Hacer aplicaciones solamente al suelo y ver cuales serán los resultados con las variables de crecimiento.
- Es necesario profundizar el estudio de los microorganismos con propiedades biofertilizantes, los mismos que se presentan dentro del movimiento de la agricultura sostenible, como una buena herramienta, que de usarse en forma apropiada puede tener no solo beneficios económicos, por la disminución y mejor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados, sino también ambientales pues previene fenómenos de salinización causados, por ejemplo, por las aplicaciones excesivas de nitrógeno.

- Realizar un ensayo con el tratamiento (t_3), en un espacio más controlado y con menor cantidad de flores.
- A nivel de país investigar formas adecuadas para la obtención de biofertilizantes para mejorar el rendimiento de los cultivos y recuperar los suelos.
- Incentivar a la conciencia ambiental ya que si se continua con el uso excesivo de fertilizantes químicos muy pronto el recurso suelo no podrá regeneran como lo ha hecho anteriormente y quedara sin nutrientes, no servirá para ningún tipo de cultivo y se habrá perdido, pero con estas técnicas de biofertilizantes orgánicos el suelo puede regenerar sus capacidades sin perder sus nutrientes.
- Realizar un ensayo con el tratamiento (t_3), en un área grande y con mayor cantidad de especimenes o individuos.
- Promover en el país a crear una metodología para la evaluación de procesos netamente biológicos.

ABREVIATURAS.

- **ADEVA.**- Análisis de Varianza
- **ADP.**- Difosfato de adenosina.
- **ATP.**- Adenosin trifosfato
- **AS** .- Alta significancia estadística
- **F de V.**- Fuentes de Variación
- **G.L.** .- Grados de libertad
- **INAMHI.**- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- **NAD⁺.**- Dinucleótido de nicotidamín adenina.
- **NS** .- No significancia.
- **pH** .- Potencial iones de Hidrógeno.
- **NADH.**- Dinucleótido de nicotidamín (forma reducida).
- **S** .- Significancia Estadística

CAPITULO VII

LITERATURA CITADA

- ALEXANDER M. 1980. Transformaciones microbianas del fósforo. (p.: 355-371). En: Introducción a la microbiología del suelo. AGT editor, México, 491 p.
- ATLAS M., BARTHA R., 2002. Ecología microbiana y Microbiología ambiental PEARSON EDUCACION, S.A. Madrid.
- BAJPAI, P.D. SUNDARA Rao W. V. 1971. Phosphate solubilising bacteria. Soil Sciene and plant Nutrition N°2 Vol 17. Mach.
- BEAR, F.E. 1992. Chemistry of soil. Second Edition. Reinhold Publishing Corporation. New York, N.Y. USA.
- BENZING A. 2001. Agricultura Orgánica Fundamentos para la región andina. Neckar – Verlag Alemania.
- BROCK, T. 2002. Biología de los microorganismos, Ediciones Omega S.A., Barcelona, España.
- BU'LOCK J. KRISTIANSEN B. 1991. Biotecnología Básica Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España.
- BURBANO, H. 1992. El suelo: una visión sobre sus componentes bioorgánicos Chile.
- CANEVA, S. 1994. El Rosal, Buenos Aires, Albatros.
- CURSO INTERNACIONAL DE MICROBIOLOGÍA DEL SUELO, LOS BIOFERTILIZANTES Y LA BIOFERTILIZACIÓN. 2002. Quito, agosto 19 al 23.
- FREGONI, M. 1986. Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. *In*: A. Alexander (ed.).

- FINK A. 1990. Fertilizantes y Fertilización Fundamentos y Métodos para la fertilización de los cultivos. Editorial De Verte S.A. España.
- FOSTER, E.R. 1994. Microbiología de la Leche. Traducido del ingles por Ramón Palazón México Ed. Herrera.
- FUNDACION HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. 2001. Manual Agropecuario Tecnologías Orgánicas de Granja Integral Autosuficiente. Biblioteca de Campo. Bogotá Colombia.
- GRAHAM, P. H. and HARRIS, S. C. 1995. Biological nitrogen fixation. The International Institute of Biological.
- GIRARD H. ROUGIEUX R. 1999. Técnicas de Microbiología Agrícola. Traducido por Horacio Marcos Mol. Ed. Acriba Zaragoza. (Es).
- HERNANDEZ, A. 1998 Estudios fisiológicos con cepas de rizobacterias promisorias para la fertilización de maíz. Cultivos Tropicales
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 2001. Quito Ecuador Anuario Meteorológico.
- JUCAFRESCA, B. 1992. Cultivo del Rosal. Barcelona Editorial Aedos.
- LEIVA Ma. FERNANDEZ A. 2003. Ecología para la agricultura Ed. Mundi Prensa.
- LITTLE, T. HILLS, J. 1989. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Editorial Trillas. Segunda Edición México.
- LÓPEZ M. 1992. El cultivo del rosal en invernadero. Madrid. Mundi Prensa
- MARTINEZ M. 1995. Agricultura biológica. Editorial Unisur. Bogotá Colombia.

- MARTINEZ M.M. Faccini G., GARZÓN S. 1996. Uso de inoculación dual con *Azotobacter chroococcium* y bacterias fosfato solubilizadoras. PUJ.
- MARTINEZ VIERA, R. 1990. Ciclo Biológico del nitrógeno en el suelo. Bulgaria. Científico Técnica.
- MATHEWS, C.K. y VAN HOLDE, K.E. 1998. Bioquímica. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.
- MEDINA V.A. 1992 El biol fuente de fitoestimulante en el desarrollo agrícola. Programa Especial de Energías. UMSS – GTZ. Impresiones Poligraf. Bolivia.
- MIRABAL LA CASA A. 1990. Fertilización de origen biológico. CIDA. La Habana.
- MEJIA. M. 1995. Agriculturas para la vida. Impresora Feriva. Cali Colombia.
- MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE. 1990. Manual correspondiente al Modulo I Equipo regional de Fomento y capacitación en Lechería de la FAO para América Latina.
- MONROY O. 1990. Biotecnología para el aprovechamiento de desperdicios orgánicos. AGT EDITOR S.A. México.
- PADILLA, W. 1999. Factores Climáticos en el cultivo de rosas. Tercer curso internacional manejo de agua y fertilizantes en cultivos intensivos. Quito (Ec) Editado por Washington Padilla. AGROBIOLAB.
- PATRIQUIN D. G. MONCAYO F. 1991. Cerrando el ciclo de los nutrientes. Sistemas Agropecuarios Sostenibles y Desarrollo Rural para el Trópico. Cali Cámara de Comercio.
- RAMIREZ G. 2000. Agricultura Orgánica formulas y formas de preparación. 6ª Ed. Cali Colombia.

- RAMIREZ G.M. 2003. Manejo de la Fertilidad: Biofertilizantes y nutrición de plantas. Colombia, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- RODRÍGUEZ H, FRAGA R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotech. Adv. 17:319-339.
- RUIZ. O. OROZCO. F. 1999. Producción, Caracterización y con Nitrógeno y Fósforo de Sustancias Húmicas. Revista Colombiana de la Ciencia del Suelo. Vol. 29 N° 2.
- SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura Orgánica Alternativa Tecnológica del Futuro. Quito Ediciones UPS. FUNDAGRO.
- TOSCO U, 1990. Atlas de Botánica Traducido del Ingles por GIL F. Barcelona, Teide.
- VÁZQUEZ, E., S. TORRES. 1995. Fisiología vegetal. Pueblo y educación. Ciudad de La Habana.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador 2004.
 Proyecto SICA/MAG (Análisis de la Industria Florícola Pacific Advisor.
 Última actualización Junio 2002
www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/flores/sig.html

**ANEXO 1: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
REALIZADO POR LA
FLORICOLA**

Investig. de fertiliz. tierra para invernadero

Número de cliente 8084807
 Número de estudio 295162
 Número de encargo 295161
 Toma de muestra 06-03-2006
 Fecha de recepción 17-03-2006
 Fecha de informe 17-03-2006
 Código de estudio 210
 Código de objeto Z2
 Referencia (muestra) ZONA 2

Fina Flor
 P.O. Box 17 25-21
 Ecuador

FINAFLOOR

Cultivo rosa
 Fertilizante sólido
 Sist. riego riego de goteo
 Sist. fert. Recipientes A y B

Cód. recomendación 426IH
 Tipo de suelo Limo
 Materia orgánica P-Al

EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Si*	Fe*	Mn	Zn*	B	Cu*	Mo*
mS/cm.		ppm	(mmol/l)										ppb	(µmol/l)				
0,9 (0,9)	7,2 (7,2)	<1,8 (<0,1)	59 (1,5)	23 (1,0)	92 (2,3)	27 (1,1)	205 (3,3)	<7,1 (<0,2)	211 (2,2)	43 (0,7)	4,0 (0,13)	19 (0,69)	134 (2,4)	<22 (<0,10)	<13 (<0,10)	227 (21)	25 (0,40)	19 (0,20)
0,8		1,8	59		70	29	217		120		4,7		558	110	131	162	13	19
Análisis B=bajo																		
Valores Óptimos																		
1,4		9,9	153		106	26	543		149							108		
Recomendación																		
1,0		15	153		66	26	499		101				838	275	196	108		

Tanque A (1000 litros)

Nitr. de calcio 21,7%CaO 62,5 kg
 Nitr. de potasio 46%K₂O 21,7 kg
 Nitr. de amonio sol.34% 3,7 kg
 Hierro DTPA 6% 2450 g
 Hierro DTPA 3% liq. 3,8 l

Tanque B (1000 litros)

Nitr. de potasio 46%K₂O 47,5 kg
 Sulf. de magnesio 16%MgO 45,4 kg
 Nitr. de amonio sol.34% 3,7 kg
 Sulfato de manganeso 32% 150 g
 Sulfato de zinc 23% 150 g
 Borax 165 g

- Mantener los ajustes durante un máximo de 4 semanas.
 - Fertilizar con un EC de 1,3 (mS/cm) de la mezcla indicada.
 Composición en porcentajes:

K : 13,5 Ca : 6,1 Mg : 2,2 N : 10,9 S : 3,0 P : 0,0
 Período: febrero - marzo

Los valores de referencia indicados provienen de "Bemestings Adviesbasis Grond", 1999, PBG. (Asesoramiento para fertilización en suelo, 1999), publicado por el Ministerio de Agricultura holandés, que ha sido optimizado para el periodo de cultivo y el régimen climático de Ecuador. Este informe de análisis es una confirmación de su pedido.

We have calculated the water sample 595106 into the advice.

A todas nuestras formas de servicios son de aplicación nuestras Condiciones Generales. Blgg está inscrito en el registro RvA para laboratorios bajo el número L122 para los terrenos especificados en la certificación. EL responsable de los resultados analíticos es el Ing. M. Sinjou, Director de Laboratorio. El alcance de la acreditación de Blgg abarca todos los métodos de análisis, excepto aquellos marcados con *. A petición se le envían las Condiciones Generales y/o las especificaciones de la acreditación.

Blgg Naaldwijk
 Postbus 98
 2670 AB NAALDW

EC	pH	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	Si	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
mS/cm.		ppm											ppb					
295162	17-03-2006	0,9	7,2	<1,8	59	23	92	<7,1	211	43	4,0	19	134	<22	<13	227	25	19
295129	06-03-2006	1,1	7,2	<1,8	47	44	84	11	394	31	8,1	10	101	<22	20	519	19	58
295050	18-01-2006	1,1	6,9	<1,8	66	23	116	<7,1	240	31	3,7	17	61	<22	6,5	205	32	19

**ANEXO 2: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS
DE LOS
BIOFERTILIZANTES.**



E-MAIL: diserlab@puce.edu.ec
RUC: 1790105601001
Telef: 2991727
Fax: 2991646
Quito - Ecuador

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS Y ALIMENTOS

INFORME DEL ENSAYO

N° 168-2006

NOMBRE DEL CLIENTE: Alejandra Caiza

C.C. DEL CLIENTE: 1716623424

TELÉFONO DEL CLIENTE: 22950308 / 096036230

MÉTODO USADO: Ensayo N° 55

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO:

- Recuento de Mesófilos Aerobios F.M.

FECHA DE RECEPCIÓN: 2006-04-04

HORA: 08:30 horas

FECHA DEL REPORTE: 2006-04-06

ENSAYO BASADO EN LA **NORMA STANDARD METHODS**

Validado por el Laboratorio de Aguas y Alimentos. PUCE.

MUESTRA # 3: Biol Líquido: "MUESTRA BIOL t3 ALEJANDRA CAIZA ANÁLISIS
MICROBIOL. MESÓFILOS AEROBIOS."

RESULTADOS DE LA MUESTRA # 3

- Recuento de Mesófilos Aerobios F.M.: 23×10^6 UFC / mL de la muestra analizada

INFORMACIÓN:

De la muestra # 3 Biol t3 (aproximadamente 100 mL), el cliente informa que fue recolectada adecuadamente a las 15:00 horas del 3 de abril del 2006 y fue transportada al laboratorio conservada en cadena de frío.

Dr. Santiago Escalante V.
DIRECTOR TÉCNICO



E-MAIL: diserlab@puce.edu.ec
RUC: 1790105601001
Telef: 2991727
Fax: 2991646
Quito - Ecuador

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS Y ALIMENTOS

INFORME DEL ENSAYO

N° 167-2006

NOMBRE DEL CLIENTE: Alejandra Caiza
C.C. DEL CLIENTE: 1716623424
TELÉFONO DEL CLIENTE: 22950308 / 096036230

MÉTODO USADO: Ensayo N° 55

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO:

- Recuento de Mesófilos Aerobios F.M.

FECHA DE RECEPCIÓN: 2006-04-04 HORA: 08:30 horas

FECHA DEL REPORTE: 2006-04-06

ENSAYO BASADO EN LA **NORMA STANDARD METHODS**

Validado por el Laboratorio de Aguas y Alimentos. PUCE.

MUESTRA # 2: Biol Líquido: "MUESTRA BIOL t2 ALEJANDRA CAIZA ANÁLISIS
MICROBIO: MESÓFILOS AEROBIOS."

RESULTADOS DE LA MUESTRA # 2

- Recuento de Mesófilos Aerobios F.M.: 19×10^6 UFC / mL de la muestra analizada

INFORMACIÓN:

De la muestra # 2 Biol t2 (aproximadamente 100 mL), el cliente informa que fue recolectada adecuadamente a las 15:00 horas del 3 de abril del 2006 y fue transportada al laboratorio conservada en cadena de frío.

Dr. Santiago Escalante V.
DIRECTOR TÉCNICO



E-MAIL: diserlab@puce.edu.ec
RUC: 1790105601001
Telef: 2991727
Fax: 2991646
Quito - Ecuador

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS Y ALIMENTOS

INFORME DEL ENSAYO

N° 166-2006

NOMBRE DEL CLIENTE: Alejandra Caiza
C.C. DEL CLIENTE: 1716623424
TELÉFONO DEL CLIENTE: 22950308 / 096036230

MÉTODO USADO: Ensayo N° 55

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO:

- Recuento de Mesófilos Aerobios F.M.

FECHA DE RECEPCIÓN: 2006-04-04 HORA: 08:30 horas

FECHA DEL REPORTE: 2006-04-06

ENSAYO BASADO EN LA **NORMA STANDARD METHODS**

Validado por el Laboratorio de Aguas y Alimentos. PUCE.

MUESTRA # 1: Biol Líquido: "MUESTRA t1 BIOL ALEJANDRA CAIZA ANÁLISIS
MICROBIO. MESÓFILOS AEROBIOS."

RESULTADOS DE LA MUESTRA # 1

- Recuento de Mesófilos Aerobios F.M.: 65×10^5 UFC / mL de la muestra analizada

INFORMACIÓN:

De la muestra # 1 Biol t1 (aproximadamente 100 mL), el cliente informa que fue recolectada adecuadamente a las 15:00 horas del 3 de abril del 2006 y fue transportada al laboratorio conservada en cadena de frío.

Dr. Santiago Escalante V.
DIRECTOR TÉCNICO



LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS Y ALIMENTOS

INFORME DEL ENSAYO

N° 169-2006

NOMBRE DEL CLIENTE: Alejandra Caiza
C.C. DEL CLIENTE: 1716623424
TELÉFONO DEL CLIENTE: 22950308 / 096036230

MÉTODO USADO: Ensayo N° 55

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO:

- Recuento de Mesófilos Aerobios F.M.

FECHA DE RECEPCIÓN: 2006-04-04 HORA: 08:30 horas

FECHA DEL REPORTE: 2006-04-06

ENSAYO BASADO EN LA **NORMA STANDARD METHODS**

Validado por el Laboratorio de Aguas y Alimentos. PUCE.

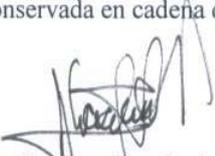
MUESTRA # 4: Biol Líquido: "MUESTRA t0 BIOL ALEJANDRA CAIZA ANÁLISIS
MICROBIO. MESÓFILOS AEROBIOS."

RESULTADOS DE LA MUESTRA # 4

- Recuento de Mesófilos Aerobios F.M.: 62×10^5 UFC / mL de la muestra analizada

INFORMACIÓN:

De la muestra # 4 Biol t0 (aproximadamente 100 mL), el cliente informa que fue recolectada adecuadamente a las 15:00 horas del 3 de abril del 2006 y fue transportada al laboratorio conservada en cadena de frío.


Dr. Santiago Escalante V.
DIRECTOR TÉCNICO

ANEXO 3: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUELO.



Centro de Investigaciones Microbiológicas y Control de Calidad

PARA: Srta. Alejandra Caiza
UISEK

ASUNTO: Resultados del Análisis Microbiológico de Suelo

FECHA: Quito, 19 de Mayo de 2006

TELF. N°: 096-036230

REPORTE DE LABORATORIO REF: 6-05060

Muestra: Suelo

Fecha de entrega al Lab.: 12/05/2006

Fecha de análisis: 13/05/2006

PARAMETROS	Unidades	Muestra 1
		No 6-05060
Análisis Microbiológico:		
Bacterias Aerobias Mesófilas	UFC/g	1.1×10^7
Mohos	UFC/g	5.8×10^4
Levaduras	UFC/g	1.0×10^3
Coliformes Totales	NMP/g	1.5×10^3
<i>Pseudomonas</i> spp.	UFC/g	4.8×10^6
<i>Bacillus cereus</i>	UFC/g	8.1×10^4
<i>Bacillus</i> spp.	UFC/g	1.0×10^6
Esporas Aerobias Mesófilas	UFC/g	3.6×10^5

El laboratorio no es responsable por la interpretación que se le de a los resultados, ni por la representabilidad de la muestra respecto al lote del cual fue tomado.

Atentamente,


Dra. Betty Caicedo A.



Centro de Investigaciones Microbiológicas y Control de Calidad

PARA: Srta. Alejandra Caiza
UISEK

ASUNTO: Resultados del Análisis Microbiológico de Suelo

FECHA: Quito, 31 de Agosto de 2006

TELF. N°: 096-036230

REPORTE DE LABORATORIO

REF: 6-08104

Muestra: Suelo

Fecha de entrega al Lab.: 15/08/2006

Fecha de análisis: 16/08/2006

PARAMETROS	Unidades	Muestra 1
		No 6-08104
<u>Análisis Microbiológico:</u>		
Bacterias Aerobias Mesófilas	UFC/g	2.8×10^7
Mohos	UFC/g	8.1×10^4
Levaduras	UFC/g	1.1×10^4
Coliformes Totales	NMP /g	2.1×10^3
<i>Pseudomonas</i> spp.	UFC/g	1.3×10^6
<i>Bacillus cereus</i>	UFC/g	7.3×10^4
<i>Bacillus</i> spp.	UFC/g	1.5×10^6
Esporas Aerobias Mesófilas	UFC/g	3.8×10^5

El laboratorio no es responsable por la interpretación que se le de a los resultados, ni por la representabilidad de la muestra respecto al lote del cual fue tomado.

Atentamente,

Dra. Betty Caicedo A.

**ANEXO 4: DATOS TOMADOS DE CADA
VARIABLE
EN ESTUDIO.**

LONGITUD DE TALLOS

Anexo 4-a.

Registro longitud de tallo a los 15 días de aplicación de biofertilizante

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	13,80	9,38	10,50	11,50	11,29
(t ₀)	10,00	9,88	10,44	13,63	10,99
(t ₁)	11,67	12,88	13,89	10,89	12,33
(t ₂)	14,00	14,67	14,22	13,00	13,97
(t ₃)	13,13	14,56	14,22	14,00	13,98

Registro de crecimiento de tallo (longitud) a los 30 días

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	28,80	25,25	26,13	24,50	26,17
(t ₀)	23,89	21,38	24,67	22,88	23,20
(t ₁)	23,89	24,75	24,22	22,56	23,85
(t ₂)	30,33	34,33	32,56	31,11	32,08
(t ₃)	30,75	34,11	35,89	36,89	34,41

Registro de longitud tallo a los 45 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	36,80	30,88	32,38	30,25	32,58
(t ₀)	31,44	27,25	30,22	28,00	29,23
(t ₁)	29,89	30,88	30,44	28,56	29,94
(t ₂)	39,33	43,11	40,56	39,33	40,58
(t ₃)	40,50	43,11	44,89	45,89	43,60

Registro de longitud tallo a los 60 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	50,00	44,00	47,50	48,63	47,53
(t ₀)	45,56	47,13	48,67	46,88	47,06
(t ₁)	48,44	49,88	49,44	48,56	49,08
(t ₂)	57,78	61,11	60,22	59,44	59,64
(t ₃)	56,13	58,67	60,00	59,00	58,45

Registro de longitud tallo a los 75 días

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	62,00	62,75	64,25	64,63	63,41
(t ₀)	57,78	60,50	60,67	58,38	59,33
(t ₁)	61,44	62,88	62,44	62,22	62,25
(t ₂)	71,78	74,22	73,78	76,67	74,11
(t ₃)	70,38	73,67	74,89	74,11	73,26

Registro de longitud tallo a los 90 días

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	77,00	72,25	77,25	75,25	75,44
(t ₀)	73,22	74,88	74,78	72,88	73,94
(t ₁)	76,33	77,88	78,11	77,22	77,39
(t ₂)	86,78	90,11	89,78	92,67	89,83
(t ₃)	87,75	90,67	91,89	91,44	90,44

LONGITUD DE BOTÓN

Anexo 4-b

Registro de longitud de botón a los 45 días

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	0,47	0,48	0,48	0,44	0,47
(t ₀)	0,57	0,53	0,53	0,47	0,53
(t ₁)	0,59	0,52	0,56	0,52	0,55
(t ₂)	0,74	0,76	0,84	0,78	0,78
(t ₃)	0,84	0,83	0,98	0,90	0,89

Registro de longitud botón a los 60 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	1,47	1,57	1,42	1,52	1,49
(t ₀)	1,14	1,26	1,24	1,77	1,35
(t ₁)	1,63	1,57	1,63	1,68	1,63
(t ₂)	2,17	2,07	2,07	1,74	2,01
(t ₃)	1,92	1,83	2,02	1,97	1,94

Registro de longitud botón a los 75 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	2,42	2,68	2,26	2,27	2,41
(t ₀)	2,23	2,48	2,49	2,60	2,45
(t ₁)	2,74	2,70	2,72	2,71	2,72
(t ₂)	3,22	3,39	3,34	3,31	3,32
(t ₃)	3,33	3,47	3,19	3,34	3,33

Registro de longitud botón a los 90 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	4,20	8,34	4,67	4,50	5,43
(t ₀)	3,86	4,14	4,30	3,77	4,02
(t ₁)	4,00	4,31	3,93	3,89	4,03
(t ₂)	4,89	5,08	5,11	5,18	5,06
(t ₃)	5,66	5,20	5,17	5,14	5,29

LONGITUD DE HOJA

Anexo 4-c

Registro de longitud hoja a los 15 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	1,74	1,63	1,69	1,80	1,71
(t ₀)	1,82	1,76	1,42	1,53	1,63
(t ₁)	2,04	2,03	1,91	1,91	1,97
(t ₂)	2,39	2,34	2,43	2,47	2,41
(t ₃)	2,44	2,37	2,29	2,51	2,40

Registro de longitud de hoja a los 30 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	2,78	2,36	2,44	2,59	2,54
(t ₀)	2,58	2,44	2,02	2,31	2,34
(t ₁)	2,58	2,63	2,54	1,91	2,41
(t ₂)	3,39	3,27	3,41	3,40	3,37
(t ₃)	3,36	3,37	3,59	3,44	3,44

Registro de longitud de hoja a los 45 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	3,50	3,28	3,39	3,50	3,42
(t ₀)	3,58	3,43	3,36	3,28	3,41
(t ₁)	3,57	3,54	3,41	3,19	3,43
(t ₂)	4,34	4,21	4,42	4,43	4,35
(t ₃)	3,36	3,37	3,59	3,44	3,44

Registro de longitud de hoja a los 60 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	4,36	4,29	4,25	4,24	4,28
(t ₀)	4,61	4,50	4,39	4,21	4,43
(t ₁)	4,61	4,44	4,26	4,29	4,40
(t ₂)	5,37	5,24	5,23	5,41	5,31
(t ₃)	4,38	4,48	4,59	4,72	4,54

Registro de longitud de hoja a los 75 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	5,60	5,75	6,00	5,56	5,73
(t ₀)	6,34	5,99	5,90	6,13	6,09
(t ₁)	6,22	5,99	5,52	5,89	5,91
(t ₂)	6,84	6,66	6,83	6,63	6,74
(t ₃)	6,57	6,66	6,84	6,77	6,71

Registro de longitud de hoja a los 90 días.

Tratamientos	Número de Camas				Promedio(cm.)
	I (cm.)	II(cm.)	III(cm.)	IV(cm.)	
Blanco/testigo	6,86	6,51	6,73	6,66	6,69
(t ₀)	7,48	7,08	7,57	7,17	7,32
(t ₁)	7,18	6,96	6,68	7,10	6,98
(t ₂)	7,88	8,03	7,87	7,78	7,89
(t ₃)	7,72	7,81	7,76	7,80	7,77

**ANEXO 5: ANÁLISIS DE SIGNIFICANCIA
(ADEVA) Y TUKEY 5%.**

Variable 1: Longitud de botón 45 días

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	0.56	
Repeticion	3	0.01	0.003 ^{NS}
tratam	4	0.53	0.132 ^{**}
Error	12	0.02	0.002

Grand Mean= 0.643 Grand Sum= 12.861 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 6.32%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 0.47 C	Mean 5 = 0.89 A
Mean 2 = 0.53 C	Mean 4 = 0.78 B
Mean 3 = 0.55 C	Mean 3 = 0.55 C
Mean 4 = 0.78 B	Mean 2 = 0.53 C
Mean 5 = 0.89 A	Mean 1 = 0.47 C

Variable 2: Longitud de botón 60 días

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	1.66	
repeticion	3	0.02	0.006 ^{NS}
tratam	4	1.28	0.320 ^{**}
Error	12	0.37	0.031

Grand Mean= 1.684 Grand Sum= 33.690 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 10.37%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 1.49 B	Mean 4 = 2.01 A
Mean 2 = 1.35 B	Mean 5 = 1.94 A
Mean 3 = 1.63 AB	Mean 3 = 1.63 AB
Mean 4 = 2.01 A	Mean 1 = 1.49 B
Mean 5 = 1.94 A	Mean 2 = 1.35 B

Variable 3: Longitud de botón 75 días

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	3.53	
repeticion	3	0.08	0.025 ^{NS}
tratam	4	3.29	0.822 ^{**}
Error	12	0.17	0.014

Grand Mean= 2.845 Grand Sum= 56.890 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 4.17%

Original Order

Ranked Order

Mean 1 = 2.41 C	Mean 5 = 3.33 A
Mean 2 = 2.45 C	Mean 4 = 3.32 A
Mean 3 = 2.72 B	Mean 3 = 2.72 B
Mean 4 = 3.32 A	Mean 2 = 2.45 C
Mean 5 = 3.33 A	Mean 1 = 2.41 C

Variable 4: Longitud de botón 90 días

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	19.55	
repeticion	3	2.85	0.949 ^{NS}
tratam	4	7.61	1.902 ^{NS}
Error	12	9.10	0.758

Grand Mean= 4.767 Grand Sum= 95.340 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 18.26%

Original Order

Ranked Order

Mean 1 = 4.00 A	Mean 1 = 5.29 A
Mean 2 = 4.02 A	Mean 5 = 5.06 A
Mean 3 = 4.03 A	Mean 4 = 4.03 A
Mean 4 = 5.06 A	Mean 3 = 4.02 A
Mean 5 = 5.29 A	Mean 2 = 4.00 A

Variable 5: Longitud hoja 15 dias

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	2.34	
repeticion	3	0.05	0.017 ^{NS}
tratam	4	2.17	0.542 ^{**}
Error	12	0.12	0.010

Grand Mean= 2.026 Grand Sum= 40.520 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 5.02%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 1.71 C	Mean 4 = 2.41 A
Mean 2 = 1.63 C	Mean 5 = 2.40 A
Mean 3 = 1.97 B	Mean 3 = 1.97 B
Mean 4 = 2.41 A	Mean 1 = 1.71 C
Mean 5 = 2.40 A	Mean 2 = 1.63 C

Variable 6: Longitud hoja 30dias

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	5.30	
repeticion	3	0.11	0.037 ^{NS}
tratam	4	4.63	1.158 ^{**}
Error	12	0.55	0.046

Grand Mean= 2.820 Grand Sum= 56.410 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 7.60%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 2.54 B	Mean 5 = 3.44 A
Mean 2 = 2.34 B	Mean 4 = 3.37 A
Mean 3 = 2.41 B	Mean 1 = 2.54 B
Mean 4 = 3.37 A	Mean 3 = 2.41 B
Mean 5 = 3.44 A	Mean 2 = 2.34 B

Variable 7: Longitud hoja 45 dias

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	2.98	
repeticion	3	0.04	0.013 ^{NS}
tratam	4	2.74	0.686 ^{**}
Error	12	0.20	0.016

Grand Mean= 3.609 Grand Sum= 72.190 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 3.55%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 3.42 B	Mean 4 = 4.35 A
Mean 2 = 3.41 B	Mean 5 = 3.44 B
Mean 3 = 3.43 B	Mean 3 = 3.43 B
Mean 4 = 4.35 A	Mean 1 = 3.42 B
Mean 5 = 3.44 B	Mean 2 = 3.41 B

Variable 8: Longitud hoja 60dias

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	2.98	
Repeticion	3	0.04	0.013 ^{NS}
Tratam	4	2.72	0.680 ^{**}
Error	12	0.22	0.019

Grand Mean= 4.593 Grand Sum= 91.870 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 2.96%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 4.28 B	Mean 4 = 5.31 A
Mean 2 = 4.43 B	Mean 5 = 4.54 B
Mean 3 = 4.40 B	Mean 2 = 4.43 B
Mean 4 = 5.31 A	Mean 3 = 4.40 B
Mean 5 = 4.54 B	Mean 1 = 4.28 B

Variable 9: Longitud hoja 75 dias

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	4.04	
repeticion	3	0.04	0.014 ^{NS}
tratam	4	3.47	0.868 ^{**}
Error	12	0.52	0.043

Grand Mean= 6.234 Grand Sum= 124.690 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 3.34%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 5.73 B	Mean 4 = 6.74 A
Mean 2 = 6.09 B	Mean 5 = 6.71 A
Mean 3 = 5.90 B	Mean 2 = 6.09 B
Mean 4 = 6.74 A	Mean 3 = 5.90 B
Mean 5 = 6.71 A	Mean 1 = 5.73 B

Variable 10: Longitud hoja 90 dias

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	4.58	
Repeticion	3	0.06	0.021 ^{NS}
Tratam	4	4.17	1.042 ^{**}
Error	12	0.35	0.029

Grand Mean= 7.332 Grand Sum= 146.630 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 2.34%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 6.69 C	Mean 4 = 7.89 A
Mean 2 = 7.32 B	Mean 5 = 7.77 A
Mean 3 = 6.98 BC	Mean 2 = 7.32 B
Mean 4 = 7.89 A	Mean 3 = 6.98 BC
Mean 5 = 7.77 A	Mean 1 = 6.69 C

Variable 11: Longitud de tallo 15 días

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	60.52	
repeticion	3	0.44	0.148 ^{NS}
tratam	4	32.74	8.184 ^{NS}
Error	12	27.34	2.279

Grand Mean= 12.518 Grand Sum= 250.350 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 12.06%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 11.30 A	Mean 5 = 13.98 A
Mean 2 = 10.99 A	Mean 4 = 13.97 A
Mean 3 = 12.33 A	Mean 3 = 12.33 A
Mean 4 = 13.97 A	Mean 1 = 11.30 A
Mean 5 = 13.98 A	Mean 2 = 10.99 A

Variable 12: Longitud de tallo 30 días

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	455.25	
repeticion	3	4.28	1.428 ^{NS}
tratam	4	404.97	101.244 ^{**}
Error	12	45.99	3.833

Grand Mean= 27.945 Grand Sum= 558.910 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 7.01%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 26.17 B	Mean 5 = 34.41 A
Mean 2 = 23.20 B	Mean 4 = 32.08 A
Mean 3 = 23.85 B	Mean 1 = 26.17 B
Mean 4 = 32.08 A	Mean 3 = 23.85 B
Mean 5 = 34.41 A	Mean 2 = 23.20 B

Variable 13: Longitud de tallo 45 días

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	745.50	
repeticion	3	5.27	1.758 ^{NS}
tratam	4	678.71	169.678 ^{**}
Error	12	61.51	5.126

Grand Mean= 35.186 Grand Sum= 703.710 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 6.43%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 32.58 B	Mean 5 = 43.60 A
Mean 2 = 29.23 B	Mean 4 = 40.58 A
Mean 3 = 29.94 B	Mean 1 = 32.58 B
Mean 4 = 40.58 A	Mean 3 = 29.94 B
Mean 5 = 43.60 A	Mean 2 = 29.23 B

Variable 14: Longitud de tallo 60 días

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	649.05	
repeticion	3	6.58	2.193 ^{NS}
tratam	4	608.81	152.203 ^{**}
Error	12	33.66	2.805

Grand Mean= 52.352 Grand Sum= 1047.040 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 3.20%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 47.53 B	Mean 4 = 59.64 A
Mean 2 = 47.06 B	Mean 5 = 58.45 A
Mean 3 = 49.08 B	Mean 3 = 49.08 B
Mean 4 = 59.64 A	Mean 1 = 47.53 B
Mean 5 = 58.45 A	Mean 2 = 47.06 B

Variable 15: Longitud de tallo 75 días

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	767.00	
repeticion	3	22.04	7.346 **
tratam	4	730.88	182.719 **
Error	12	14.08	1.174

Grand Mean= 66.472 Grand Sum= 1329.440 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 1.63%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 63.41 B	Mean 4 = 74.11 A
Mean 2 = 59.33 C	Mean 5 = 73.26 A
Mean 3 = 62.24 B	Mean 1 = 63.41 B
Mean 4 = 74.11 A	Mean 3 = 62.24 B
Mean 5 = 73.26 A	Mean 2 = 59.33 C

Variable 16: Longitud de tallo 90 días

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square
Total	19	1089.50	
repeticion	3	13.14	4.380 ^{NS}
tratam	4	1040.59	260.149 **
Error	12	35.77	2.980

Grand Mean= 81.407 Grand Sum= 1628.140 Total Count= 20

Coefficient of Variation= 2.12%

Original Order	Ranked Order
Mean 1 = 75.44 B	Mean 5 = 90.44 A
Mean 2 = 73.94 B	Mean 4 = 89.83 A
Mean 3 = 77.39 B	Mean 3 = 77.39 B
Mean 4 = 89.83 A	Mean 1 = 75.44 B
Mean 5 = 90.44 A	Mean 2 = 73.94 B

