

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

CARACTERIZACION QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL BIOL OBTENIDO EN
UNA EXPLOTACIÓN LECHERA INTENSIVA

DIÓGENES QUINTERO ROJAS

4-741-1454

BUGABA, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2011

**CARACTERIZACION QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL BIOL OBTENIDO EN
UNA EXPLOTACION LECHERA INTENSIVA.**

**TRABAJO DE TESIS COMO OPCIÓN A TRABAJO DE GRADUACIÓN
SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO
ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Miembros del comité:

Aprobación de tesis

Director: Ing. Arturo Fuentes, M.Sc.

Miembro: Ing. Zyddi S. Vissuetti S.

Miembro: PHD. José Ramón Binns.

**BUGABA, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por darme la vida por darme tantas oportunidades de salir adelante y sobre todo por darme la fe para no rendirme. A mis padres por los consejos, sus sacrificios y su dedicación conmigo. Agradezco a mi hermana porque siempre me ha ayudado en todo y mi osa que me apoya y me aconseja A lo largo de mi vida como estudiante he conocido a gente excepcional con mucha capacidad y deseos de superación que en una forma o en otra me han dado un consejo o una voz de aliento muchas gracias a ellos. A mis compañeros con su amistad desinteresada aprendimos lo que es la vida universitaria a pesar de las discrepancias y problemas supimos salir adelante. A los profesores que con vocación de docencia me brindaron sus conocimientos y durante la carrera me motivaron y aconsejaron gracias.

Le agradezco de una forma muy especial a mis asesores Arturo Fuente, Zyddi Vissuetti, José R. Binns, al Sr. Rubén Sarracín por permitir el desarrollo del experimento en su finca. De igual forma a la profesora Colombia Wong y Lic. Liliana Escalante, ya que sin su ayuda este trabajo no hubiera sido llevada a cabo con éxito muchas gracias a todos.

Muchas gracias a todos....

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a Dios, a mi padre Diógenes Quintero, a mi madre Lelys María Rojas, a mi hermana Lelys Angélica Quintero, a mi sobrina Angélica Gabriela Espinoza Quintero y a mi novia Lizlenys Gaitán. A mis amigos que siempre estuvieron para brindarme su apoyo. Es una meta personal y un reto que con la gracia de Dios logre; a todos ustedes dedico este trabajo.

Diógenes Quintero Rojas.

Caracterización Química y Biológica del biol obtenido en una explotación lechera intensiva.¹ Quintero, Rojas D. 2011. Caracterización Química y Biológica del biol obtenido en una explotación lechera intensiva. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Chiriquí, Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá.

RESUMEN

La acumulación de excretas es una problemática existente en los sistemas de explotaciones pecuarias, y no debe ser visto como un desecho, sino como una alternativa y fuente de nutrientes para la producción de abonos orgánicos. En la finca los Faraones se realizó un estudio de caracterización química y biológica del biol obtenido en una explotación lechera intensiva. Durante ocho días se realizó la recolección del estiércol en un total de cuatro horas diarias con una producción de 440 libras de estiércol/ día, en ocho días se recolectó un total de 3520 libras de estiércol, las cuales destilaron ocho galones de lixiviado. No se encontraron diferencias significativas ni entre tratamientos ni periodos ($P > 0.05$) para las variables de variables: N, P, Ca, Zn, Mg, Fe, K, Cu, Mn y pH. El análisis de varianza para Potasio no indicó diferencias significativas entre periodos ($P > 0.05$), pero si se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$). Con el tratamiento de EM se bajaron los niveles de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* bacterias contaminantes de las fuentes de agua; el producto de la maduración del lixiviado es el biol el cual es un abono foliar completamente seguro sin riesgos de contaminación con una elaboración adecuada y rico en elementos asimilables para los pastos y otros cultivos

Palabras claves: lixiviado, biol, EM.

Chemical and biological characterization of the biol obtained from an intensive dairy exploitation. ¹Quintero, Rojas D. 2011. Chemical and biological characterization of the biol obtained from an intensive dairy exploitation. Thesis of Agronomist-Zootechnician Engineer, Chiriqui, Panama. Agricultural and Livestock Sciences Faculty, University of Panama.

SUMMARY

The accumulation of feces is an existing problem in the livestock exploitation systems, and should not be seen as a waste, but rather as an alternative and source of nutrients for the production of organic fertilizers. There was a research performed at the estate Los Faraones of the chemical and biological characterization of the biol obtained from an intensive dairy exploitation. A collection of manure was performed during eight days for a total of four daily hours, with a production of 440 pounds of manure per day. During those eight days, a total of 3520 pounds of manure were collected, which distilled eight gallons of leachate. There were no significant differences found neither between treatments nor periods ($P>0.05$) of the variables N, P, Ca, Zn, Mg, Fe, K, Cu, Mn and pH. The variation analysis for Potassium did not show significant differences between periods ($P>0.05$), but significant differences were observed between the treatments ($P>0.05$). With the EM treatment, the levels of the contaminating bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* were lowered; the outcome of the leachate ripening is the biol, which is a completely safe foliar fertilizer, without a contamination risk with the proper manufacture and rich in elements that are able to be assimilated by the pastures and other crops.

Key words: leachate, biol, EM

| | |
|--|----|
| 2.2. BOCASHI..... | 11 |
| 2.2.1. EN EL PROCESO DE ELABORACION DEL BOCASHI TIENE DOS ETAPAS..... | 12 |
| 2.2.2. PRINCIPALES FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELABORACION DEL ABONO ORGANICO FERMENTADO..... | 12 |
| 2.3. LIXIVIADO..... | 14 |
| 2.4. BIOL..... | 15 |
| 2.5. MICROORGANISMOS EFICIENTES..... | 15 |
| 2.5.1. TIPOS DE ORGANISMOS PRESENTES..... | 16 |
| 3. MATERIALES Y METODOS..... | 18 |
| 3.1. SITIO EXPERIMENTAL..... | 18 |
| 3.2. METODOLOGIA..... | 21 |
| FASE I. RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE LOS DESECHOS..... | 23 |
| FASE II. CARACTERIZACION QUIMICA DEL BIOL..... | 25 |
| FASE III. CARACTERIZACION BIOLOGICA DEL BIOL..... | 27 |
| 3.3. VARIABLES DEL ESTUDIO..... | 30 |
| 3.3.1. VARIABLES A ESTUDIAR..... | 30 |
| 3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 31 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSION..... | 33 |
| 4.1. PRODUCCION DEL ESTIERCOÑ Y BIOL..... | 33 |
| 4.2. ANALISIS QUIMICO DEL BIOL..... | 37 |

| | |
|---|----|
| ❖ PH..... | 37 |
| 4.2.1. MACRONUTRIENTES PRIMARIOS..... | 40 |
| ❖ NITROGENO..... | 40 |
| ❖ FOSFORO..... | 44 |
| ❖ POTASIO..... | 48 |
| 4.2.2. MACRONUTRIENTES SECUNDARIOS..... | 52 |
| ❖ MAGNESIO..... | 52 |
| ❖ CALCIO..... | 55 |
| 4.2.3. MICRONUTRIENTES..... | 58 |
| ❖ HIERRO..... | 58 |
| ❖ MANGANESO..... | 61 |
| ❖ ZINC..... | 64 |
| ❖ COBRE..... | 67 |
| 4.3. ANALISIS BIOLOGICO DEL BIOL..... | 70 |
| 4.3.1. <i>Staphylococcus aureus</i> | 73 |
| 4.3.2. <i>Escherichia coli</i> | 75 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 77 |
| 6. RECOMENDACIONES..... | 78 |
| 7. REFERENCIAS CITADAS..... | 79 |
| 8. ANEXOS..... | 82 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| CUADRO I DISOLUCION DE CLORURO DE BARIO UTILIZADO COMO PATRON EN EL CONTEO DE BACTERIAS CON EL COLORIMETRO USANDO LA ESCALA DE MCFARLAND..... | 29 |
| CUADRO II ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE PH..... | 38 |
| CUADRO III ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE NITROGENO..... | 41 |
| CUADRO IV ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE FOSFORO..... | 46 |
| CUADRO V ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE POTASIO..... | 49 |
| CUADRO VI ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE MAGNESIO..... | 53 |
| CUADRO VII ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE CALCIO..... | 56 |
| CUADRO VIII ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE HIERRO..... | 59 |

| | |
|---|----|
| CUADRO IX ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE MANGANESO..... | 62 |
| CUADRO X ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE ZINC..... | 65 |
| CUADRO XI ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE COBRE..... | 68 |
| CUADRO XII ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CRECIMIENTO DE LAS BACTERIAS EN LOS DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVOS..... | 72 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 FINCA LOS FARAONES..... | 19 |
| FIGURA 2 PROPIETARIO DE LA FINCA LOS FARAONES SR. RUBEN DARIO SERRACIN..... | 19 |
| FIGURA 3 PANORAMA DE LA FINCA, SE NOTA LA INTERACCION DE UN SISTEMA DE ARBOLES EL CUAL RODEA LAS MANGAS DE PASTOS..... | 20 |
| FIGURA 4 HATO DE ORDEÑO PASTOREANDO EN HORAS DE LA MAÑANA A LA SOMBRA DE LOS ARBOLES..... | 22 |
| FIGURA 5 MEZCLA DE ESTIERCOL EN LAS TINAS DE RECOLECCION VEMOS COMO SE LIBERA EL LIXIVIADO POR LA PENDIENTE DEL PISO...22 | 22 |
| FIGURA 6 TANQUES DE CINCO GALONES ROTULADOS T1 Y T2 DIA DEL INICIO DEL TRATAMIENTO..... | 22 |
| FIGURA 7 FILTRACION DEL LIXIVIADO EN EL TANQUE DE CINCO GALONES..... | 24 |
| FIGURA 8 SISTEMA KJELTEC I. UTILIZADO PARA LA PRUEBA DE NITROGENO..... | 26 |
| FIGURA 9 ESPECTROFOTOMETRO UTILIZADO PARA LA DETERMINACION DE FOSFORO..... | 26 |
| FIGURA 10 PREPARACION DE LOS CULTIVOS EN LA CAMARA DE FLUJO LAMINAR PARA EVITAR LA CONTAMINACION DE LOS CULTIVOS..... | 27 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 11 CONTEO DE BACTERIAS MEDIANTE EL METODO DE COLORIMETRO UTILIZANDO LA ESCALA DE MCFARLAND. PROFESORA COLOMBIA WONG, COLABORADORA DE LA INVESTIGACION..... | 28 |
| FIGURA 12 RECOLECCION DEL ESTIERCOL FINALIZADO EL ORDEÑO DE LA MAÑANA..... | 34 |
| FIGURA 13 EL PESO DEL ESTIERCOL RECOLECTADO EN ESTA CARRETILLA SE PROMEDIO EN 88 LIBRAS..... | 34 |
| FIGURA 14 SE PUEDE OBSERVAR COMO EL ESTIERCOL VA DESTILANDO EL BIOL..... | 36 |
| FIGURA 15 ESTIERCOL + ASERRIN RECOLECTADO EN OCHO DIAS SACADO DE LA TINA DE RECOLECCION AL PISO DE SECADO..... | 36 |
| FIGURA 16 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE PH..... | 38 |
| FIGURA 17 MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE PH...39 | 39 |
| FIGURA 18 MEDIA AJUSTADA A TRAVES DEL TIEMPO DEL PH..... | 39 |
| FIGURA 19 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE NITROGENO..... | 42 |
| FIGURA 20 MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE NITROGENO..... | 42 |
| FIGURA 21 MEDIA AJUSTADA A TRAVES DEL TIEMPO DEL NITROGENO..... | 43 |
| FIGURA 22 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE FOSFORO..... | 46 |
| FIGURA 23 MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE FOSFORO..... | 47 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 24 MEDIA AJUSTADA A TRAVES DEL TIEMPO DEL FOSFORO..... | 47 |
| FIGURA 25 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE POTASIO..... | 50 |
| FIGURA 26 MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE POTASIO..... | 50 |
| FIGURA 27 MEDIA AJUSTADA A TRAVES DEL TIEMPO DEL POTASIO..... | 51 |
| FIGURA 28 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE MAGNESIO..... | 53 |
| FIGURA 29 MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE MAGNESIO..... | 54 |
| FIGURA 30 MEDIA AJUSTADA A TRAVES DEL TIEMPO DEL MAGNESIO..... | 54 |
| FIGURA 31 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE CALCIO..... | 56 |
| FIGURA 32 MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE CALCIO..... | 57 |
| FIGURA 33 MEDIA AJUSTADA A TRAVES DEL TIEMPO DEL CALCIO..... | 57 |
| FIGURA 34 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE HIERRO..... | 59 |
| FIGURA 35 MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE HIERRO..... | 60 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 36 MEDIA AJUSTADA A TRAVES DEL TIEMPO DEL HIERRO..... | 60 |
| FIGURA 37 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE MANGANESO..... | 62 |
| FIGURA 38 MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE MANGANESO..... | 63 |
| FIGURA 39 MEDIA AJUSTADA A TRAVES DEL TIEMPO DEL MANGANESO..... | 63 |
| FIGURA 40 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE ZINC..... | 65 |
| FIGURA 41 MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE ZINC..... | 66 |
| FIGURA 42 MEDIA AJUSTADA A TRAVES DEL TIEMPO DEL ZINC..... | 66 |
| FIGURA 43 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE COBRE..... | 68 |
| FIGURA 44 MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE COBRE..... | 69 |
| FIGURA 45 MEDIA AJUSTADA A TRAVES DEL TIEMPO DEL COBRE..... | 69 |
| FIGURA 46 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE DE AGAR 1..... | 74 |
| FIGURA 47 COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA TENDENCIA DE CRECIMIENTO EN EL AGAR 2..... | 76 |

1. INTRODUCCION

Actualmente los desechos generados por las explotaciones lecheras intensivas y la falta de tratamiento brindado a los mismos es motivo de preocupación; ya que la contaminación al medio tarde o temprano tendrá un efecto negativo. Es por ello que se deben aplicar tecnologías y programas de manejo de desechos en dichas explotaciones, así lograremos una producción más limpia y amigable; aunado a ello podemos obtener productos de un valor agregado a partir de desechos orgánicos previamente tratados. La parte fundamental de nuestra investigación es la caracterización química y biológica del biol obtenido en una explotación lechera intensiva.

El manejo apropiado de las excretas y orines de origen animal e incluso los residuos orgánicos de los comederos y camas no son en realidad desechos de fincas; por lo contrario son materia prima de alto valor para producir otros productos convirtiéndose en un valor agregado para los sistemas de producción de leche por la producción de energía y abono orgánico. (Restrepo, 1996).

Sin embargo, existen muy pocas explotaciones lecheras que cuenten con un sistema de tratamiento, infraestructura y uso apropiado de los desechos orgánicos; por lo que se constituye en un problema ambiental por los malos olores, criaderos de moscas y demás plagas. (Duque y Restrepo, 2006).

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

Actualmente en las lecherías se produce muchos desechos orgánicos, no se puede permitir que dichos desechos lleguen a fuentes de agua ya que el impacto causado al medio ambiente es enorme y de graves repercusiones para el hombre y todo lo que le rodea. Es por ello que se han generado tecnologías para producir beneficios de los desechos orgánicos y reducir la contaminación de los mismos. Por lo tanto la utilización del biol del estiércol bovino producido en una explotación lechera intensiva, como una fuente de abono foliar, es un importante producto de valor agregado para la finca, no obstante se desconoce el potencial químico y biológico del biol de estiércol bovino. Aunado a esto los problemas de fertilidad de nuestros suelos, utilizados para la ganadería; a los sistemas de producción de leche los aqueja el elevado costo de los fertilizantes utilizados para suplir las necesidades nutrientes de las pasturas utilizadas como principal fuente de alimento para el ganado lechero.

La ganadería en la medida que se ha ido intensificando, con la búsqueda de una mayor producción, ha requerido de menores áreas e infraestructuras apropiadas, generando una alta cantidad de excretas, orines y otros desechos que se han convertido en un problema por su manejo y en un contaminante del ambiente. (Botero, 2004).

1.2. ANTECEDENTES

Los sistemas de producción de leche requieren un manejo de aguas residuales y de los desechos sólidos; para así mantener una producción más limpia sin causarle daño al medio ambiente. La importancia del manejo de los desechos producidos en una lechería; ya sea en la sala de ordeño o en la sala de espera es primordial su recolección y tratamiento; puesto que esto puede repercutir al medio ambiente en el cual este localizada la actividad. Por lo tanto debemos tomar en cuenta la topografía del sitio donde está la lechería, el nivel freático, los afluentes de agua ya sea quebradas, lagos ríos o riachuelos. Es importante que los desechos sólidos y líquidos no lleguen a las aguas limpias por lo tanto debemos tener en cuenta que las infraestructuras mínimas que nos ayudaran a la recolección de estos desechos para su posterior tratamiento, lo cual es de suma importancia en la finca.

Según (Soto, 1999), Los abonos orgánicos son utilizados para lograr un incremento en la actividad microbiana del suelo, dado la gran riqueza de microorganismos. De manera esta que se alcanza un equilibrio biológico y la supresión de patógenos del suelo, de igual forma (Teuro, 1980) dice que los microorganismos eficientes restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando las condiciones físicas y químicas.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El motivo de que esta investigación se lleve a cabo es porque se desconoce cuál es el aporte químico y biológico del biol obtenido del estiércol bovino producido en una explotación lechera. Se han realizado trabajos utilizando microorganismos eficientes para acelerar la descomposición de la materia orgánica en nuestro estudio compararemos si la adición de microorganismos mejora la fermentación del lixiviado y la calidad del biol.

La mejor forma de aprovechar el estiércol de ganado bovino y minimizar el riesgo de contaminación de las fuentes de agua; es mediante el uso de alternativas como la producción de abonos orgánicos como: bioles, bocashi, compost, lombricompost y la generación de gas mediante un biodigestor.

Las tendencias de producción en la actualidad se basan en la producción más limpia y amigable con el medio ambiente es por ello que uno de los principales retos de las lecherías intensivas es adoptar dichas prácticas. A lo anterior hay que sumarle la agravante de la gran cantidad de productos veterinarios y de aseo que se utilizan y se descargan en las quebradas, ríos, lagos y otras fuentes de agua con el lavado de las salas de ordeño, utensilios y equipos. (Restrepo, 2004).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL:

- Caracterizar química y biológicamente el biol obtenido en una lechería intensiva.

1.4.2 ESPECIFICOS:

- Analizar el efecto en la composición química y biológica del lixiviado de estiércol bovino al adicionar microorganismos eficientes.
- Comparar si la adición de microorganismos mejora la fermentación del lixiviado y por ende la calidad del biol.

1.5. HIPOTESIS

Ho: La adición de microorganismos eficientes no mejora la composición química y biológica del lixiviado de estiércol y del biol obtenido en una explotación lechera.

Ha: La adición de microorganismos eficientes mejora la composición química y biológica del lixiviado de estiércol y la del biol obtenido en una explotación lechera.

1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1.6.1 Alcances del Estudio:

Para los productores que han implementado la tecnología de producción de bocashi; cuentan con otro producto derivado con un valor biológico y económico; que por ende hace más amigable la producción con el medio ambiente y rentable desde el punto de vista económico; el ganadero puede contar con otro recurso para la fertilización de las pasturas y mejorar la calidad del suelo con la adición de productos orgánicos como lo es el biol; el productor conocerá el aporte químico y biológico del mismo

También los 240 productores de leche grado A que hay en el país podrán implementar tecnologías de manejo de desechos orgánicos en sus fincas y mitigar así la contaminación generada a diario.

1.6.2 Limitaciones del Estudio:

Las limitantes de este estudio es que solo se analizara el biol de una finca, el estudio fuera aun más interesante al evaluar el biol producido en otras fincas, los accesos de laboratorios en Panamá, la profundidad de los estudios y análisis realizados por los laboratorios.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Sistema de Producción:

Según la (FAO, 2008) la producción pecuaria ha aumentado a gran velocidad en los últimos decenios, particularmente en los países en desarrollo. Sin embargo, la mayor parte de la producción no proviene de los sistemas de producción tradicionales que caracterizaron a la región durante siglos, sino de sistemas de producción industriales en gran escala de cerdos y aves de corral y, en cierta medida, de productos lácteos. La producción industrial en gran escala representa aproximadamente el 80 por ciento del incremento total de la producción. Se utilizan casi exclusivamente piensos concentrados, a menudo importados de otras zonas del país o del extranjero.

En muchas regiones en desarrollo este rápido crecimiento ha sido impulsado por drásticas transformaciones en el tipo de producción pecuaria y en su emplazamiento. Los sistemas agrícolas mixtos tradicionales, en los cuales los productores crían algunos animales y cultivan la tierra, han sido desplazados por grandes explotaciones industriales con miles de animales. La nueva producción ha pasado progresivamente de los bovinos y otros rumiantes que se alimentan de pasto y forrajes, a los cerdos y las aves de corral, engordados con dietas a base de piensos concentrados.

2.1.1 Situación actual de los desechos orgánicos y aguas residuales en las explotaciones ganaderas:

El manejo de desechos orgánicos y aguas residuales tiene una mayor importancia en las explotaciones lecheras intensivas; considerando el concepto intensivo como aquellas fincas con mayor nivel de tecnologías implementadas y mayor uso de los recursos, especialmente el uso de la tierra evaluado por la carga animal alta (mayor que 2.5 unidad ganadera). Sin embargo, no se pueden olvidar aquellas explotaciones intensivas de producción de carne, que por su alto número de animales en corrales depositan una gran cantidad de estiércol al momento de de su respectivo manejo o de aquellas fincas que realizansuplementación estratégica, semi estabulado o estabulado. (Fuentes, 2008).

2.1.2 Alternativas de uso de las excretas y desechos producidos en las fincas:

Según (Fuentes, 2008), Las excretas de los bovinos pueden ser utilizadas de diversas formas y es bueno aclarar que se pueden ser utilizadas de diversas formas y es bueno sólidos, líquidas o mezclarlas con productos absorbentes utilizadas como cama de los animales, en cuyo caso también contiene orine; por otro lado no se puede utilizar las excretas frescas es decir sin ningún tipo de tratamiento o manejo inmediatamente después de recogida por problemas de contaminación al medio ambiente.

2.1.3 Producción de excretas de los bovinos:

De las excreta de los bovinos que se generan en la sala de ordeño, galera, corrales; el estiércol es el de mayor volumen sino también por su calidad y diversidad de uso que puede dársele en la propia finca e incluso como fuente adicional de ingreso. La producción de estiércol varía con la especie, la edad, estación del año, incluso con la alimentación y el consumo de agua de los animales.

En términos generales se estima que un animal adulto produce entre 25 a 30 kilogramos de estiércol y orine por día también se tiene un calculado siete kilogramos por cada 100 kilogramos de peso vivo, atendiendo a esto un animal de 450 kilogramos estaría produciendo 28 kilogramos por día o unos 10220 kilogramos por año de estiércol o sea algo más de 20 metros cúbicos. (Botero, 2004).

En función del tamaño del hato y el número de horas en galera se pueden estimar la producción de estiércol fresco en confinamiento o semi confinamiento hay que sumarle la producción de orine cuyo volumen está influenciado en gran medida por la estación del año y el consumo de agua pero varía entre 6 a30 litros de orine por día de acuerdo a la raza, edad y la alimentación (Botero, 2004).

2.1.4 Composición química de las excretas de los animales domésticos:

La composición química de las excretas de los animales varía de acuerdo a la especie, al alimento que consumen y además el manejo que reciben durante el proceso de conversión a abonos (Mendoza, 1997), también del régimen de alimentación y de la naturaleza de la cama en caso de estabulación.

Las heces de los ovinos, caprinos y equinos son más concentradas y poseen menos agua que las de los bovinos y suinos. La condición física, edad y desempeño en trabajo de los animales también determinan la calidad de las heces; animales adultos, gordos y en descanso dan excretas más ricas que los pequeños, flacos y sometidos a trabajo intenso. Animales alimentados con granos, pastos fertilizados y los asociados con leguminosas también producen excretas de mayor calidad.(Mendoza, 1997).

2.2 Bocashi:

El bocashi se produce por medio de un proceso químico llamado fermentación; por lo tanto, en buenas condiciones de humedad y temperatura los microorganismos comienzan a descomponer la fracción más simple del material orgánico como lo son azúcares, almidones y las proteínas ocurriendo así la liberación de los nutrientes a través de los microorganismos. La fermentación termina con la descomposición de la fracción más compleja de la materia como lo es la celulosa, lignina, lípidos y cera; este proceso de fermentación genera energía en forma de calor que aumenta la temperatura a más de 50 grados

centígrados. Por esta razón es importante el volteo del material en la fase de pila para así evitar la muerte de los microorganismos y la pérdida de nitrógeno. (Mendoza, 1997).

2.2.1 En el proceso de elaboración del Bocashi tiene dos etapas:

La primera etapa es la fermentación de los componentes del abono cuando la temperatura puede alcanzar hasta 70-75° C por el incremento de la actividad microbiana. Posteriormente, la temperatura del abono empieza a bajar por agotamiento o disminución de la fuente energética.

La segunda etapa es el momento cuando el abono pasa a un proceso de estabilización y solamente sobresalen los materiales que presentan mayor dificultad para degradarse a corto plazo para luego llegar a su estado ideal para su inmediata utilización.

2.2.2 Principales factores a considerar en la elaboración del Abono orgánico fermentado:

Temperatura: Esta en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas del haberse preparado el abono debe de presentar temperaturas superiores a 50°C. (Mendoza, 1997).

La humedad: Determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de la fermentación cuando está fabricando el abono. Tanto la falta como el exceso de humedad son perjudiciales para la obtención final de un abono de calidad. La humedad óptima, para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre un 50 y 60 % del peso. (Mendoza, 1997)

La aireación: Es la presencia de oxígeno dentro de la mezcla, necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que dentro de la mezcla debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno. Si en caso de exceso de humedad los micro poros presentan un estado anaeróbico, se perjudica la aeración y consecuentemente se obtiene un producto de mala calidad. (Mendoza, 1997)

El tamaño de las partículas de los ingredientes: La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono, presenta la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbiológica. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas puede llevar a una compactación, favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico, que es desfavorable para la obtención de un buen abono orgánico fermentado. (Mendoza, 1997).

El pH: El pH necesario para la elaboración del abono es de un 6 a 7.5. Los valores extremos perjudican la actividad microbiológica en la descomposición de los materiales. (Mendoza, 1997).

Relación carbono-nitrógeno: La relación ideal para la fabricación de un abono de rápida fermentación es de 25:35 una relación menor trae pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, en cambio una relación mayor alarga el proceso de fermentación. (Mendoza, 1997).

2.3 Lixiviado:

Es el producido cuando el agua pasa a través de cualquier material permeable. Puede contener tanto materia en suspensión como disuelta, generalmente se da en ambos casos. Este líquido es más comúnmente hallado y asociado a rellenos sanitarios, en donde, como resultado de las lluvias percolando a través de los desechos sólidos y reaccionando con los productos de descomposición, químicos, y otros compuestos, es producido el lixiviado. Si el Relleno Sanitario no tiene sistema de recogida de lixiviados, éstos pueden alcanzar las aguas subterráneas y causar, como resultado, problemas medioambientales y de salud. Típicamente, el lixiviado es anóxico, ácido, rico en iones sulfato y con altas concentraciones de iones metálicos comunes, especialmente hierro. El lixiviado tiene un olor bien característico, difícil de ser confundido y olvidado.

Todo el lixiviado del estiércol recogido a la salida de la tinajas de almacenamiento es altamente concentrado en nutrientes ; colocándolo en un tanque plástico para producir biol y deberá regarse al potrero utilizando una bomba de mochila de espalda; de igual modo, puede aplicarse a los demás cultivos (Restrepo, 2002).

2.4 Biol:

Es un abono líquido, resultado de la descomposición de los residuos de animales y vegetales: excretas y rastrojos en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son muy asimilables por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. Presenta muchas ventajas tales como que no se requiere de una receta específica, se puede elaborar a partir de desechos de animales como vegetales. Una de las desventajas del biol es que su tiempo de maduración es un poco largo y que para ser utilizado en largas extensiones ocupa equipos de aspersión. (INIA, 2008).

2.5 Microorganismos eficientes:

El concepto de “Microorganismos Eficientes” fue desarrollado por el profesor japonés de Horticultura Teuro Higa de la Universidad de Ryukyus en Okinawa. En los años 70, reportó que aproximadamente 80 microorganismos diferentes podían influir positivamente en los procesos de descomposición de la materia orgánica. En cada medio (suelo, agua, aire, T.G.I.) existe una proporción o balance crítico entre microorganismos “positivos” y “negativos”. Higa propone que dicho balance puede modificarse con efectos positivos mediante la suplementación de microorganismos “positivos”. Microorganismos Efectivos (tecnología E.M.) es el nombre comercial para una serie de productos que utilizan inoculantes microbianos con la finalidad de mejorar la calidad del suelo y de los cultivos. Se cree que dichos microorganismos “benéficos” tienen la

capacidad de interactuar y mejorar la calidad del micro ambiente en el que son introducidos. (Higa, 1980).

Mediante experimentación e investigaciones, los M.E. han sido reconocidos como de utilidad en campos como: saneamiento ambiental, compostaje de desechos orgánicos, tratamiento de aguas residuales, reducción de malos olores en explotaciones pecuarias.

2.5.1 Tipos de microorganismos presentes:

Bacterias fototróficas: Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas; los metabolitos son absorbidos directamente por ellas y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes. (Biosca, 2001).

Bacterias ácido lácticas: Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por otras bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de la materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como lignina y la celulosa, transformando esos materiales causar influencias negativas en el proceso. (Biosca, 2001).

Levaduras: Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretadas por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa; sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto. (Biosca, 2001).

Actinomiceto: Orden de las bacterias que presentan alguna semejanza superficial con los hongos. Existen formas adaptadas a la vida terrestre y formas acuáticas. Se reproducen por escisión y por esporas. En conjunto son individuos de la flora edáfica, aunque comprenden también especies parasitas y patógenas, en este caso los inoculados usados como microorganismos eficientes son benéficos produciendo y liberando nutrientes de los procesos de descomposición de la materia orgánica haciéndolos accesibles al suelo y plantas. (Biosca, 2001).

3. MATERIALES Y METODOS:

3.1 SITIO EXPERIMENTAL

El presente estudio se realizó en la provincia de Chiriquí; distrito de Bugaba, corregimiento de Santa Marta, con siguientes coordenadas 0313515 UTM 0943367, con una altitud de 290 Metros sobre el nivel del mar, con un suelo arenoso franco y con un pH muy ácido 5,1. El escenario de la investigación fue la finca “Los Faraones”, (Figura 1) propiedad del Sr. Rubén Darío Sarracín, (Figura 2). Productor de leche grado A; considerando que el productor grado A presenta un mayor nivel de implementación de tecnologías “intensivo” término que indica un alto nivel de implementación de tecnologías y manejo integral de los sistemas de producción de leche.

La finca cuenta con aproximadamente 80 hectáreas divididas en 65 mangas de pasto mejorado los cuales son *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria arrecta* la misma está dividida con cercas perimetrales de árboles nativos, frutales y las mangas por cercas eléctricas, (Figura 3). Bañada por las aguas del río Divalá y la quebrada camarón, aunado a esto cuenta con un pozo brocal. En la finca se da un sistema de pastoreo constante. (Figura 4).

FIGURA 1: FINCA LOS FARAONES.



FIGURA 2: PROPIETARIO DE LA FINCA LOS FARAONES EL SR. RUBÉN DARÍO SARRACÍN.



FIGURA 3: PANORAMA DE LA FINCA, SE NOTA LA INTERACCIÓN DE UN SISTEMA DE ARBOLES EL CUAL RODEA LAS MANGAS DE PASTOS.



FIGURA 4: HATO DE ORDEÑO PASTOREANDO EN HORAS DE LA MAÑANA A LA SOMBRA DE LOS ARBOLES.



3.2 METODOLOGIA:

Se realizó una mezcla para la producción de Bocashi en las tinas de almacenamiento de estiércol, (Figura 5).Luego se colectó el lixiviado de estiércol mediante la caída del piso que es de dos por ciento, se midió el volumen y se dividió en dos tanques de (cinco galones) para crear un ambiente totalmente anaeróbico. El volumen recolectado se dividió en dos tanques de cinco galones rotulados: **T₁** y **T₂**.

En este estudio se evaluaron dos tratamientos para la fase química y la fase biológica:

T₁= lixiviado de estiércol bovino + fermentación anaeróbica.

T₂= lixiviado de estiércol bovino + fermentación anaeróbica + microorganismos eficientes activados al ocho por ciento. (Figura 6).

FIGURA 5: MEZCLA DE ESTIÉRCOL EN LAS TINAS DE RECOLECCIÓN VEMOS COMO SE LIBREA EL LIXIVIADO POR LA PENDIENTE DEL PISO.



FIGURA 6: TANQUES DE CINCO GALONES ROTULADOS T1 Y T2 DÍA DE INICIO DEL TRATAMIENTO.



Fase I. Recolección y procesamiento de los desechos:

El estiércol producido durante el tiempo en el cual las vacas están en la sala de espera y ordeño es recolectado con una carretilla y una pala, luego es llevado a las tinajas de recolección en donde por medio del declive de dos por ciento del piso el lixiviado se irá liberando y con la ayuda de un canal de concreto de 10 centímetros de ancho, llegara hasta el tubo de dos pulgadas que lleva a la fosa en la cual se colecta en un tanque de cinco galones. Mientras que el sólido es mezclado con aserrín para su secado y procesamiento como bocashi.

Una vez obtenido el volumen de lixiviado se procede a filtrar y dividir el mismo para la evaluación de dos tratamientos. Uno solo fermentación y otro fermentación + EM activado al ocho por ciento. (Figura 7).

Se procedió con las siguientes recomendaciones una vez envasado el biol para mejores resultados:

- Almacenar el líquido en un lugar fresco y oscuro.
- Fermentar el lixiviado en un ambiente totalmente anaerobio.
- Liberar el gas producto de la fermentación de vez en cuando.

A partir de este día inicia la fermentación y empezó el muestreo a los 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 días respectivamente para la caracterización química y biológica del biol. Para el muestreo semanal se extraen con jeringas estériles 100 mL de biol de cada tratamiento los cuales pasan a los laboratorios para sus análisis respectivos.

FIGURA 7: FILTRACIÓN DEL LIXIVIADO EN EL TANQUE DE CINCO GALONES.



Fase II Caracterización química del biol:

Las muestras se evaluaron con la siguiente metodología:

1. Análisis: Ca (calcio), Zn (zinc), Mg (magnesio), Fe (hierro), K (potasio), Cu (cobre), Na (sodio), Mn (manganeso). Metodología: Extracción con ácido clorhídrico a partir de ceniza (Espectrofotometría de absorción atómica). American Society of Agronomy 1965.
2. Determinación pH: Metodología: determinación de pH con potenciómetro de cátodo.
3. Análisis: N (nitrógeno). Metodología: determinación de nitrógeno por el método de Kjeldahl. Con un sistema Kjeltec I. (Figura 8).
4. Análisis: P (fósforo). Metodología: Espectrofotometría de color colorimetría (complejo coloreado con molibdeno – vanadato de amonio). El método colorimétrico fue tomado de Kidson, Mellon 1944. (Figura 9).

FIGURA 8: SISTEMA KJELTEC I. UTILIZADO PARA LA PRUEBA DE NITRÓGENO.



FIGURA 9: ESPECTROFOTÓMETRO UTILIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE FÓSFORO.



Fase III Caracterización biológica del biol:

1. Análisis de bacterias: Métodos diferenciales de cultivo para determinar el crecimiento de las bacterias presentes en el biol, los cuales son medio Papa Dextrosa, medio Sabouraud, medio MacConkey, a los 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 días se muestreo y se procedió a sembrar las bacterias tomando muestra con un hisopo y colocándola en su respectivo medio de cultivo. Agrios (2008). (Figura 10).
2. Conteo de UFC: Se utilizó un colorímetro con patrones de cloruro de bario según la escala de McFarland. (Figura 11).

FIGURA 10: PREPARACIÓN DE LOS CULTIVOS EN LA CÁMARA DE FLUJO LAMINAR PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DE LOS CULTIVOS.



FIGURA 11: CONTEO DE BACTERIAS MEDIANTE EL MÉTODO DE COLORÍMETRO UTILIZANDO LA ESCALA DE MCFARLAND. PROFESORA COLOMBIA WONG, COLABORADORA DE LA INVESTIGACIÓN.



CUADRO I. DISOLUCIÓN DE CLORURO DE BARIO UTILIZADO COMO PATRÓN EN EL CONTEO DE BACTERIAS CON EL COLORÍMETRO EXPERIMENTO. MCFARLAND.

| Tubo | Cl ₂ Ba 1% | SO ₄ H ₂ 1% | U.F.C./ml |
|------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 1 | 0.1 | 9.9 | 3,0x10 ⁸ |
| 2 | 0.2 | 9.8 | 6,0x10 ⁸ |
| 3 | 0.3 | 9.7 | 9,0x10 ⁸ |
| 4 | 0.4 | 9.6 | 1,2x10 ⁹ |
| 5 | 0.5 | 9.5 | 1,5x10 ⁹ |
| 6 | 0.6 | 9.4 | 1,8x10 ⁹ |
| 7 | 0.7 | 9.3 | 2,1x10 ⁹ |
| 8 | 0.8 | 9.2 | 2,4x10 ⁹ |
| 9 | 0.9 | 9.1 | 2.7x10 ⁹ |
| 10 | 1.0 | 9.0 | 3,0x10 ⁹ |

3.3. VARIABLES DEL ESTUDIO:

3.3.1 Variables a estudiar:

Se tomó una muestra para cada tratamiento en periodos de siete días a partir del día 0,7,14,21,28,35,42 del estudio para evaluar la composición química y biológica del biol de estiércol bovino en el periodo de fermentación reportado por (INIA, 2008). En la caracterización química se evaluaron las siguientes variables: N (nitrógeno), P (fósforo) Ca (calcio), Zn (zinc), Mg (magnesio), Fe (hierro), K (potasio), Cu (cobre), Na (sodio), Mn (manganeso), y pH.

En la caracterización biológica se evaluaron las siguientes variables:

Crecimiento de bacterias en los medios de cultivos agar Papa Dextrosa, agar Sabouraud, agar MacConkey, a los 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 días respectivamente para ambos tratamientos con la ayuda de un colorímetro se contaron las UFC/ mL de cada muestra, tinción de Gram para determinar si son bacterias (Gram+) y (Gram-).

3.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL:

Los parámetros de la composición química se analizaron a través de un Diseño de bloques completamente al azar DBCA; cuyo modelo lineal aditivo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta media.

μ = media de la población estimada por la media general.

β_i = efecto del i^{th} bloque y tiempo (0,7, 14, 21, 28,35,42 días)

T_j = efecto del j^{th} tratamiento (sin EM y con EM).

E_{ij} = error experimental.

Los parámetros de la composición biológica se analizaron a través de un diseño de bloque con arreglo de parcela dividida; cuyo modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + T\beta_{ij} + P_k + T_i * \beta_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta media.

μ = media de la población estimada por la media general.

β_i = efecto del i^{th} medio de cultivo

T_j = efecto del j^{th} tratamiento

$T\beta_{ij}$ = error A

P_k = efecto del k^{th} periodo (0,7, 14, 21, 28, 35,42 días)

$T_i * \beta_k$ = interacción tratamiento por periodo.

E_{ijk} = error experimental.

Además se realizaron análisis estadísticos descriptivos (media, desviación estándar), gráficos de barra y curvas de tiempo.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Producción de estiércol y biol:

El estudio se llevó a cabo en la finca los Faraones. Siendo una finca de producción de leche intensiva, en la cual la producción está orientada en aproximadamente 80 hectáreas divididas en 65 mangas de pasto mejorado entre ellos *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria arrecta*. La investigación se realizó con 60 vacas en ordeño, siendo ordeñadas en la mañana y la tarde con un tiempo de dos horas en la sala de espera por ordeño. La recolección del estiércol fresco fue realizada en horas de la mañana y en la tarde después de haber realizado el ordeño, de una forma manual. (Figura 12). Se caracterizó la producción de estiércol promedio del hato en base a una carretilla llena de estiércol bovino con un peso promediado en 88 libras/carretilla. (Figura 13). Esto resultó en 5 carretillas de excremento recolectado por día.

FIGURA 12: RECOLECCIÓN DEL ESTIÉRCOL FINALIZADO EL ORDEÑO DE LA MAÑANA.



FIGURA 13: EL PESO DEL ESTIÉRCOL RECOLECTADO EN ESTA CARRETILLA SE PROMEDIO EN 88 LIBRAS.



Durante ocho días se realizó la recolección del estiércol en un total de cuatro horas diarias con una producción de 440 libras de estiércol/ día, por vaca se produce 7.33 libras de estiércol / día; en ocho días se recolectó un total de 3520 libras de estiércol. El estiércol recolectado en una semana libero ocho galones de lixiviado. (Figura 14). El promedio de biol vaca/día es de 6.4 ml; lo que en 8 días resulta en 50.4 ml de biol.

Existen investigaciones que señalan que un bovino produce diariamente entre seis a siete por ciento de su peso vivo en heces (Botero, 2004). Alrededor del 2.5 por ciento de su peso vivo en orina, lo cual puede variar ampliamente de acuerdo con la condición climática, su condición fisiológica y la alimentación a la que está siendo sometido el animal. (Botero, 2004).

Según Botero (2004), si un animal pesa 450 kilogramos y produce el 6.5 por ciento de su peso vivo en heces, su producción diaria de estiércol es de 29.2 kilogramos por vaca, siendo 1.20 kilogramo por vaca por hora, resultado similar al promedio que se obtuvo en este trabajo (1.66 kilogramo por hora).

Una vez el estiércol a liberado la humedad por lixiviación se procede a sacarlo de la tina al piso de secado. (Figura 15).

FIGURA 14: SE PUEDE OBSERVAR COMO EL ESTIÉRCOL VA DESTILANDO EL BIOL.



FIGURA 15: ESTIÉRCOL + ASERRÍN RECOLECTADO EN OCHO DÍAS SACADO DE LA TINA DE RECOLECCIÓN AL PISO DE SECADO.



4.2 ANÁLISIS QUIMICO DEL BIOL:

❖ pH:

El análisis de varianza para la variable pH no indicó diferencias significativas entre periodos y tratamientos ($P > 0.05$), (Cuadro II). Sin embargo los resultados muestran que la media más alta fue para el tratamiento uno con un pH de 8.2; mientras que en el tratamiento dos la media fue de un pH de 7.9, (Figura 16). El pH necesario para la elaboración de abonos orgánicos debe ser de 6 a 7.5. La disminución no fue significativa; pero se disminuyó el pH al adicionar EM los valores de pH bajan por la acción de las bacterias ácido lácticas presentes (Biosca, 2001). (Figura 17). Las medias de los tratamientos ajustadas a través del tiempo nos muestran que el nivel más alto fue en el periodo 7 de 8.5 y el más bajo se dio en el periodo 21 de 7.5 del muestreo. (Figura 18). Los valores extremos perjudican la actividad microbiológica en la descomposición de los materiales (Restrepo, 1996),

CUADRO II. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE pH.

| <i>FV</i> | <i>G.L</i> | <i>C.M.</i> | <i>Valor F</i> | <i>Pr > F</i> | |
|-------------|------------|-------------|----------------|------------------|------------|
| Periodo | 6 | 0.23738095 | 0.60 | 0.7232 | N.S |
| Tratamiento | 1 | 0.28571429 | 0.73 | 0.4272 | N.S |

N.S= No existen diferencias estadísticamente significativas.

*= diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

**= diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

FIGURA 16: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE pH.

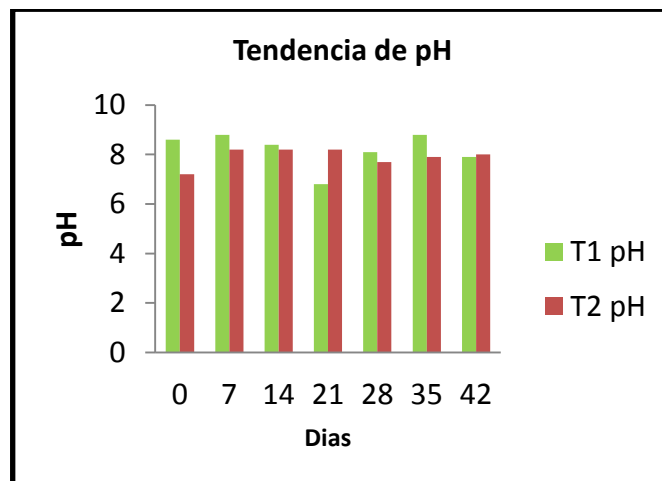


FIGURA 17: MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE pH.

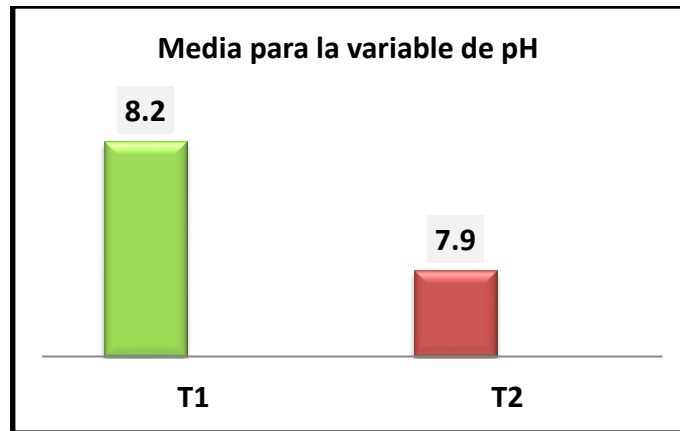
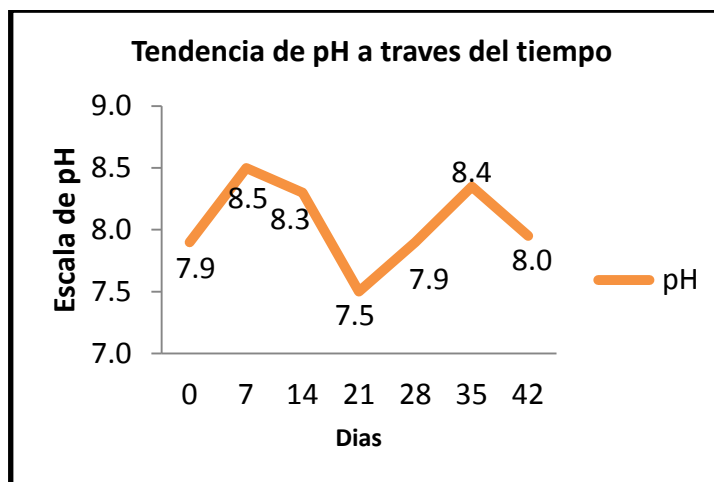


FIGURA 18: MEDIA AJUSTADA A TRAVÉS DEL TIEMPO DEL pH.



4.2.1 Macronutrientes primarios:

❖ Nitrógeno:

El análisis de varianza para los niveles de nitrógeno no indicó diferencias significativas para los periodos ni los tratamientos ($P > 0.05$); (Cuadro III). Sin embargo la adición de EM mejoró la disponibilidad de nitrógeno en el biol, dándose un leve incremento en los niveles de nitrógeno para el tratamiento dos (Figura 19). El estudio realizado muestra un nivel de 64.42 ppm al T2 mientras que el T1 es de 54.85 ppm un nivel de nitrógeno; el aumento del tratamiento dos fue de 9.57 ppm; (Figura 20). El comportamiento a través del tiempo de los niveles de nitrógeno fue regular dándose el nivel más alto en el día 35 de 64.00 ppm, mientras que el más bajo se dio el día 7 con 53.00 ppm (Figura 21).

El nitrógeno es muy abundante en la atmósfera, pero en forma molecular gaseosa (N_2), que no es asimilable por las plantas. Sin embargo, puede transformarse en nitrógeno fijado por medio de dos procesos: descargas eléctricas en la atmósfera y la fijación biológica ejercida por ciertos grupos de microorganismos, entre ellos los *Rhizobium* del suelo. El nitrógeno forma parte indispensable de la molécula de clorofila, lo es también de proteínas, ácidos nucleicos y muchos otros compuestos.

La deficiencia de nitrógeno en las plantas produce síntomas de palidez gradual, pasando del color verde profundo al amarillo (clorosis). El exceso de nitrógeno suele provocar una gran proliferación de tallos y hojas. (William, 1998).

CUADRO III. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE NITRÓGENO.

| <i>FV</i> | <i>G.L</i> | <i>C.M.</i> | <i>Valor F</i> | <i>Pr > F</i> | |
|-------------|------------|-------------|----------------|------------------|------------|
| Periodo | 6 | 0.00002295 | 0.61 | 0.7168 | N.S |
| Tratamiento | 1 | 0.00032064 | 8.56 | 0.0265 | N.S |

N.S= No existen diferencia estadísticamente significativas.

*= diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

**= diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

FIGURA 19: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE NITRÓGENO.

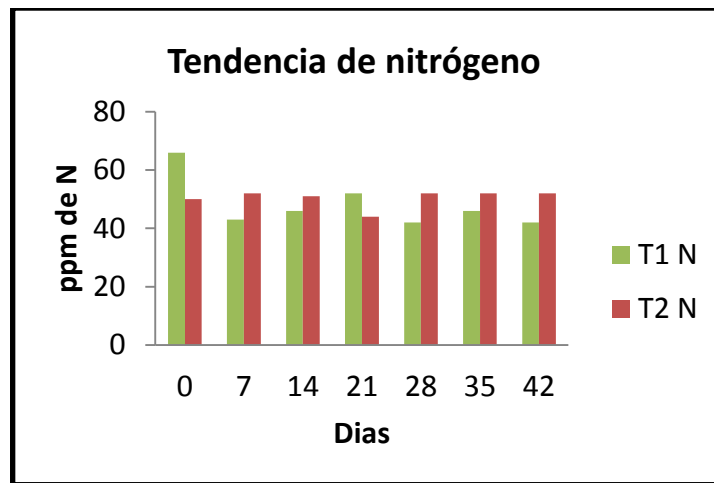


FIGURA 20: MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE NITRÓGENO.

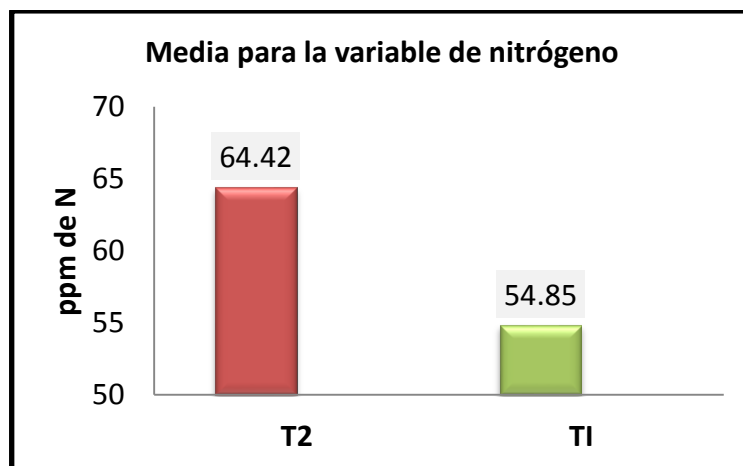
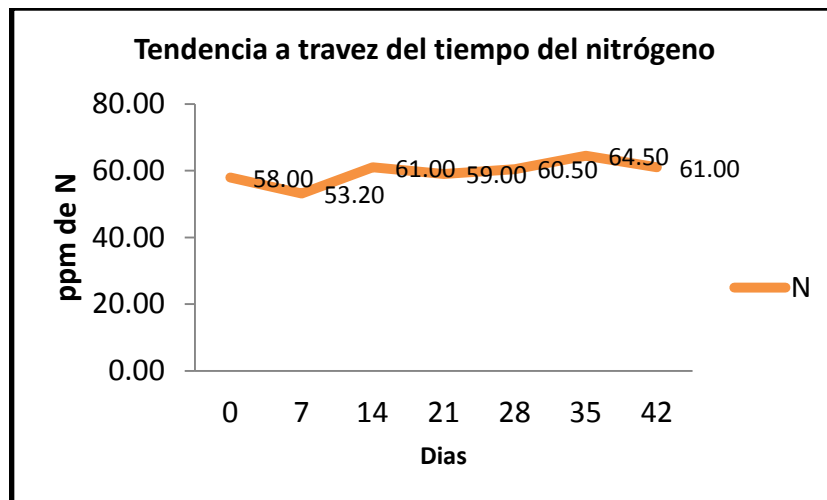


FIGURA 21: MEDIA AJUSTADA A TRAVÉS DEL TIEMPO DEL NITRÓGENO.



❖ **Fósforo:**

El análisis de varianza para la variable Fósforo no indicó diferencias estadísticamente significativas entre periodo y tratamientos ($P > 0.05$), (Cuadro IV). Sin embargo se notó una mejoría en la disponibilidad del elemento en el Tratamiento dos (Figura 22). El estudio realizado muestra que se dio un nivel más alto de fósforo en el Tratamiento dos con 645.94 ppm; mientras que el Tratamiento uno los niveles del son de 547.14 ppm del elemento dándose un incremento de 98.80 ppm con la adición de EM (Figura 23). La tendencia de los niveles de fósforo a través del tiempo presentó los niveles más altos el día 35 con 641.15 ppm, mientras que el nivel más bajo se dió el día 7 con 535.34 ppm (Figura 24).

Como el nitrógeno, el fósforo es un importante elemento nutriente de las plantas, pues forma parte estructural de compuestos fundamentales para su fisiología y además desempeña una función única y exclusiva en el metabolismo energético de la planta. Sin su intervención no sería posible la fotosíntesis, porque la fijación de energía luminosa en energía química se realiza mediante compuestos que llevan fósforo.

En el suelo el fósforo puede aparecer en forma orgánica (como elemento constituyente de diversos materiales orgánicos: restos vegetales o animales, humus, etc.) o inorgánica. Las formas inorgánicas incluyen a su vez dos fracciones: el fósforo que es constituyente estructural de partículas minerales del suelo y el fósforo que está en formas aniónicas, que es el único importante para las plantas. Las formas aniónicas de fósforo se localizan en la solución del suelo (fósforo solubilizado) o en el complejo adsorbente del suelo gracias a la intervención del calcio (fósforo adsorbido).

La deficiencia de fósforo afecta al metabolismo vegetal en general. Sus síntomas usuales son la lentitud o la parada del crecimiento de la planta, la adquisición de tonos verde oscuro en las hojas de mayor edad o la clorosis entre los nervios foliares. La aportación de un exceso de fósforo al suelo no se suele traducir en que la planta lo absorba en exceso, sino que únicamente toma lo que necesita, (Terranova. 1995).

CUADRO IV. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE FOSFORO.

| <i>FV</i> | <i>G.L</i> | <i>C.M.</i> | <i>Valor F</i> | <i>Pr > F</i> | |
|-------------|------------|-------------|----------------|------------------|------------|
| Periodo | 6 | 2143.52321 | 0.54 | 0.7616 | N.S |
| Tratamiento | 1 | 34168.99211 | 8.66 | 0.0258 | N.S |

N.S= No existen diferencias estadísticamente significativas.

*= diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

**= diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

FIGURA 22: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FÓSFORO.

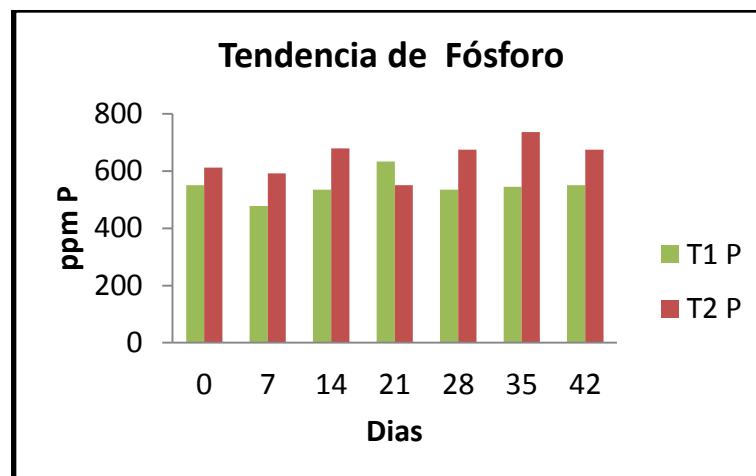


FIGURA 23: MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE FOSFORO.

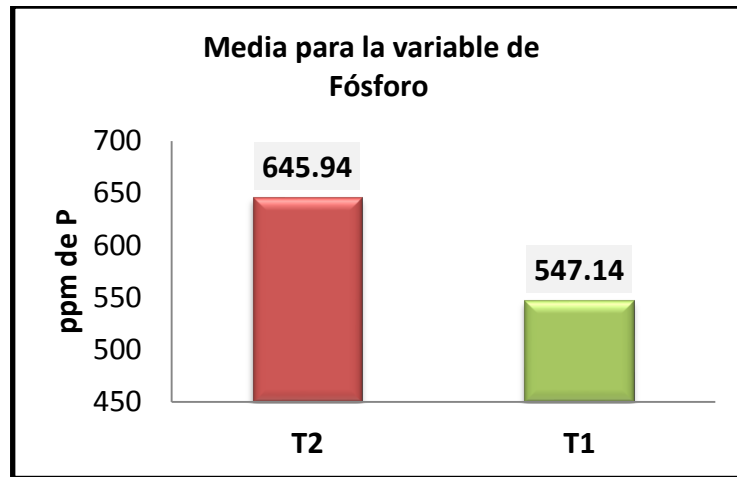
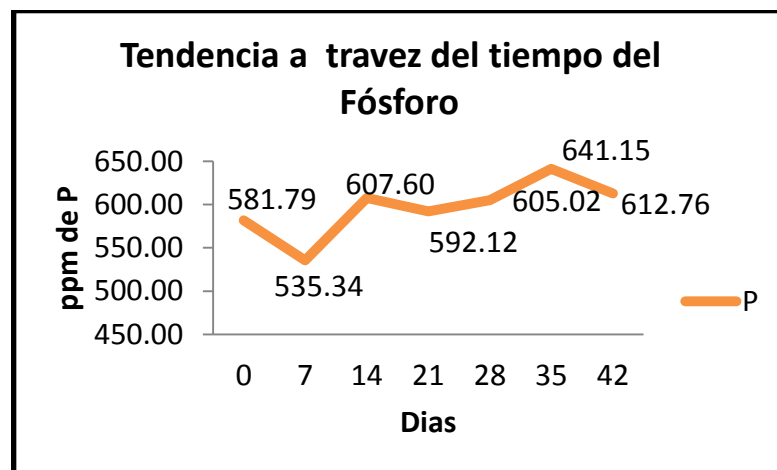


FIGURA 24: MEDIA AJUSTADA A TRAVÉS DEL TIEMPO DEL FÓSFORO.



❖ **Potasio:**

El análisis de varianza para la variable Potasio no indicó diferencias significativas entre periodo ($P > 0.05$). Sin embargo si existen diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$) (Cuadro V). El tratamiento de fermentación mantuvo la disponibilidad del elemento, mientras que la adición de microorganismos eficientes bajo los niveles de potasio considerablemente dato importante puesto que los EM utilizan en sus sistemas enzimáticos el potasio. (Figura 25). El análisis de varianza favoreció al tratamiento uno que dió los niveles más altos del elemento 1.04 por ciento y el tratamiento dos 0.50 por ciento, dándose una diferencia de 0.54 por ciento (Figura 26). La tendencia del potasio a través del tiempo tuvo sus niveles más bajos al día 7 con 0.23 por ciento y los niveles más altos al día 35 con 1.10 por ciento. (Figura 27).

En términos cuantitativos, el potasio es uno de los nutrientes que en mayores cantidades requieren las plantas, que incluso pueden llegar a consumir en exceso sin que se traduzca en mayor rendimiento: es lo que se llama, respecto al potasio, consumo de lujo.

Cualitativamente, tiene un gran interés en muchas de las reacciones metabólicas vegetales, ya que, aunque no realiza una intervención estructural, su presencia es indispensable para procesos fundamentales como la respiración y el metabolismo de los azúcares, que prácticamente quedarían interrumpidos sin él.

El potasio está presente en grandes cantidades en los suelos, ya que es un componente de rocas y minerales; pero solo una pequeña fracción de su total puede ser aprovechado por las plantas. El potasio asimilable es el catión potasio (K^+), es decir es decir, el potasio con carga eléctrica positiva. Este puede encontrarse bien en la solución del suelo (potasio solubilizado), bien en el complejo adsorbente (potasio adsorbido), (Terranova. 1995).

CUADRO V. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE POTASIO.

| FV | G.L | C.M. | Valor F | Pr > F | |
|-------------|-----|------------|---------|--------|-------------|
| Periodo | 6 | 0.20518333 | 2.33 | 0.1631 | N. S |
| Tratamiento | 1 | 1.04231429 | 11.85 | 0.0138 | * |

N.S= No existen diferencias estadísticamente significativas.

*= diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

**= diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

FIGURA 25: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE POTASIO.

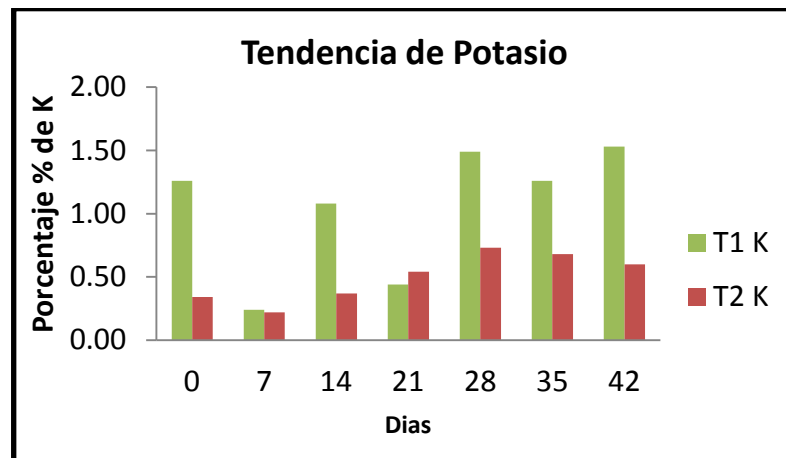


FIGURA 26: MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE POTASIO.

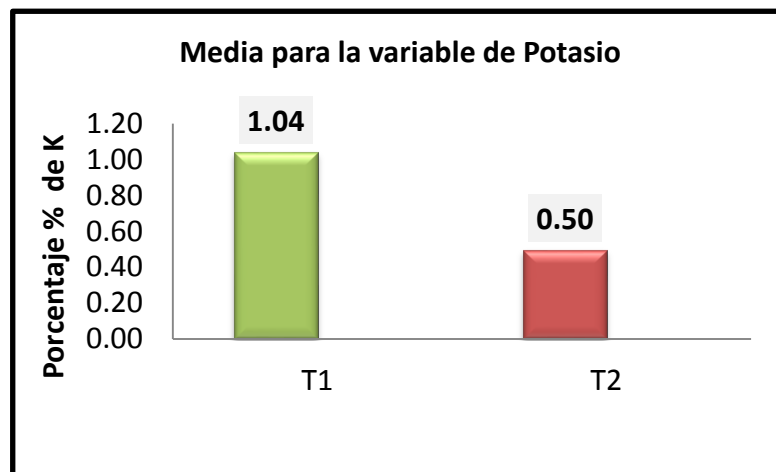
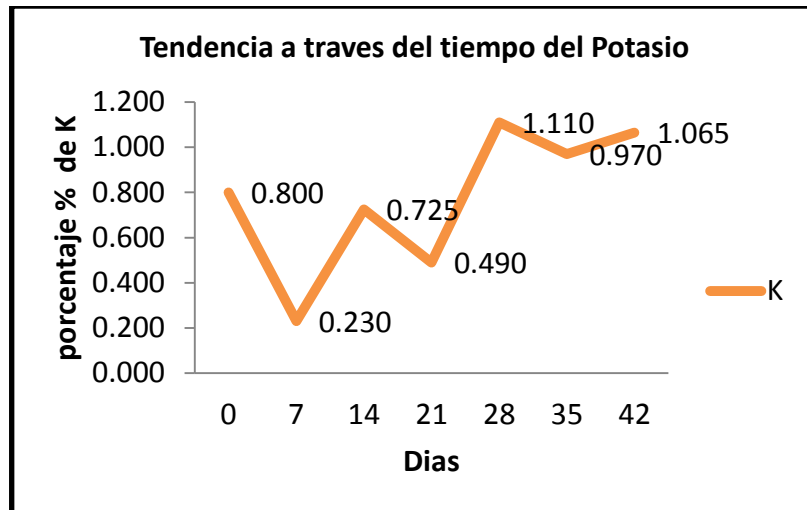


FIGURA 27: MEDIA AJUSTADA A TRAVÉS DEL TIEMPO DEL POTASIO.



4.2.2. Macronutrientes secundarios:

❖ Magnesio:

Para la variable Magnesio, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas ni entre periodos, ni entre tratamientos ($P > 0.05$), (Cuadro VI). La comparación de los niveles del magnesio fueron bajos aunque el tratamiento dos fue el más alto con 0.37 por ciento y el tratamiento uno 0.11 por ciento con una diferencia de 0.26 por ciento considerable al final del periodo (Figura 27). El estudio realizado indica que los mejores niveles del elemento se dieron en el tratamiento dos. (Figura 28). La tendencia a través del tiempo para el elemento se mantuvo sin mucha variación hasta el final del periodo donde mostró un incremento brusco en los niveles del mismo (Figura 29).

El magnesio forma parte de la molécula de clorofila y, por tanto, es esencial para la función fotosintética de las plantas. Además, desempeña importantes cometidos en muchas reacciones metabólicas. Suele encontrarse en los suelos con mucha abundancia, aunque pueden darse deficiencias en los suelos arenosos y algo ácidos; sus síntomas con clorosis entre los nervios foliares y los punteados de color rojo, naranja, amarillo o púrpura en las hojas que tienen mayor edad, (Terranova. 1995).

CUADRO VI. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES MAGNESIO.

| FV | G.L | C.M. | Valor F | Pr > F | |
|-------------|-----|------------|---------|--------|------------|
| Periodo | 6 | 0.16292381 | 0.98 | 0.5118 | N.S |
| Tratamiento | 1 | 0.17160714 | 1.03 | 0.3500 | N.S |

N.S= No existen diferencia estadísticamente significativas.

*= diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

**= diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

FIGURA 28: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE MAGNESIO.

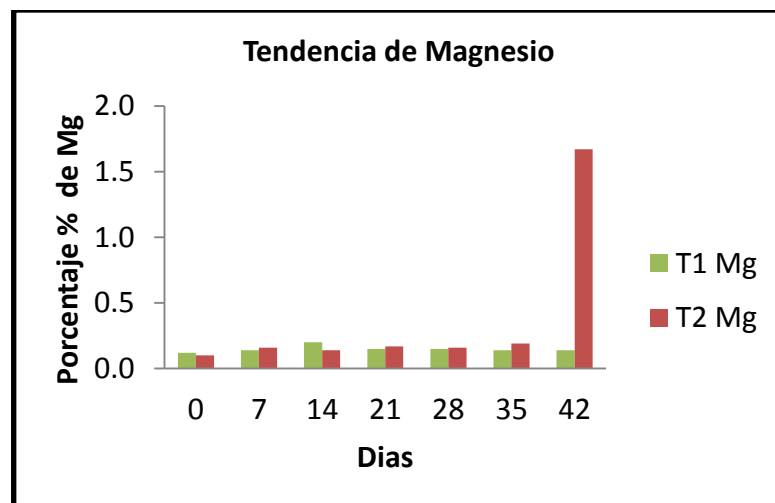


FIGURA 29: MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE MAGNESIO.

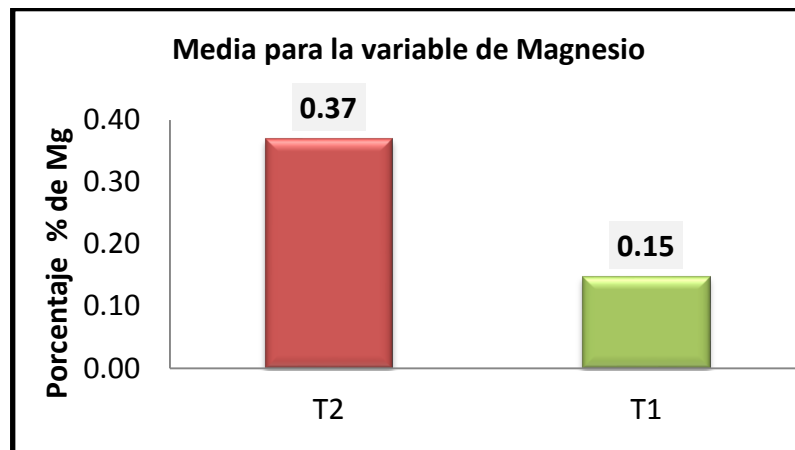
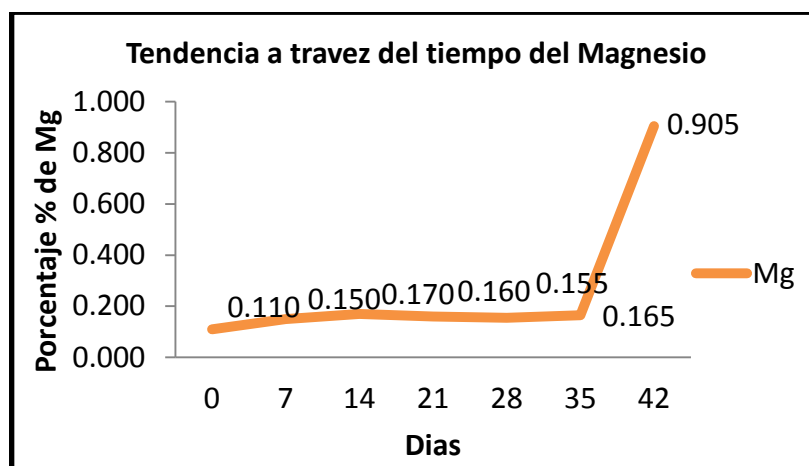


FIGURA 30: MEDIA AJUSTADA A TRAVÉS DEL TIEMPO DEL MAGNESIO.



❖ Calcio:

El análisis de varianza para la variable Calcio no mostró diferencias estadísticamente significativas para el periodo ni para los tratamientos ($P > 0.05$), (Cuadro VII). La comparación de los tratamientos muestra niveles más altos y sostenidos registrados en el tratamiento dos en los diferentes periodos, mientras que se dio un incremento notable en el periodo 21 en los niveles de calcio con el tratamiento uno, (Figura 30). El tratamiento dos presentó los niveles más altos de 0.137 por ciento; mientras que el tratamiento uno fue el más bajo con 0.072 por ciento con una diferencia de 0.065 por ciento favorable al tratamiento dos, (Figura 31). La tendencia a través del tiempo muestra los niveles más bajos al día cero con 0.075 por ciento y el más alto al día 28 con un 0.120 por ciento, (Figura 32).

El Calcio desempeña un doble papel en la nutrición de las plantas: por una parte, tiene participación directa en la formación de paredes y orgánulos celulares y por otra parte, interviene indirectamente en el complejo adsorbente del suelo, como intermediario en la adsorción del potasio.

No es corriente la deficiencia en calcio, pues suele ser abundante en los suelos; se manifiesta en diferentes zonas en crecimiento de la planta, como el encorvamiento de los extremos foliares, la clorosis del margen de las hojas jóvenes y la formación de raíces atrofiadas, (Terranova. 1995).

CUADRO VII. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE CALCIO.

| FV | G.L | C.M. | Valor F | Pr > F | |
|-------------|-----|------------|---------|--------|------------|
| Periodo | 6 | 0.00046667 | 0.15 | 0.9829 | N.S |
| Tratamiento | 1 | 0.01446429 | 4.55 | 0.0770 | N.S |

N.S= No existen diferencia estadísticamente significativas.

*= diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

**= diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

FIGURA 31: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE CALCIO.

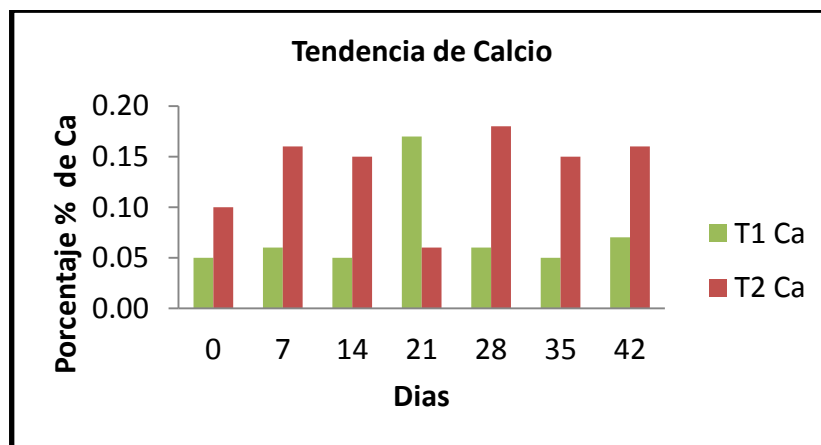


FIGURA 32: MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE CALCIO.

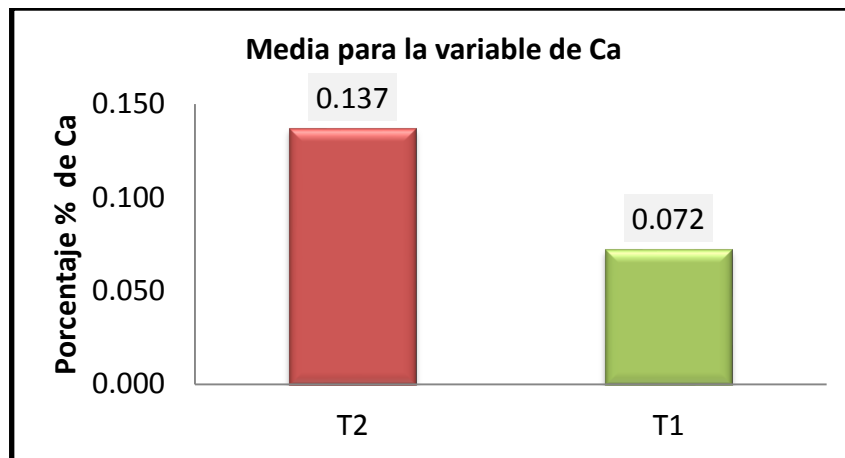
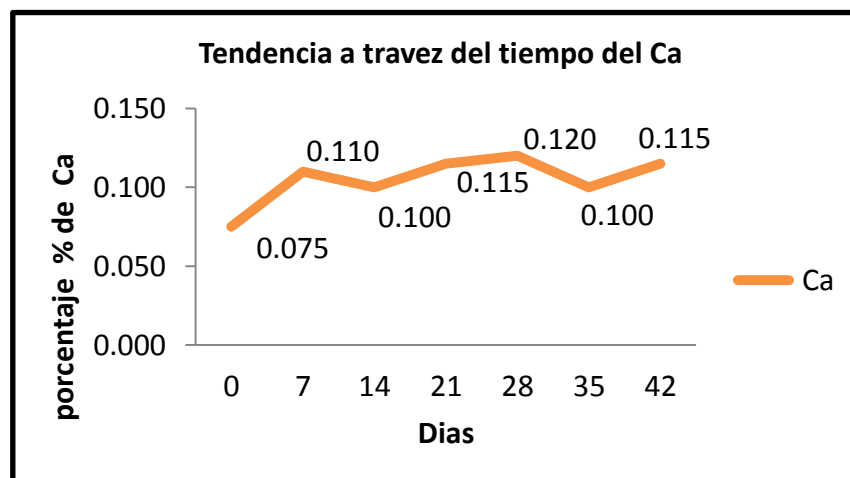


FIGURA 33: MEDIA AJUSTADA A TRAVÉS DEL TIEMPO DEL CALCIO.



4.2.3 Micronutrientes:

❖ Hierro:

El análisis de varianza para los niveles de Hierro no mostró diferencias estadísticamente significativas ni entre periodo, ni entre tratamientos ($P > 0.05$), (Cuadro VIII). Los niveles de Hierro a lo largo del muestreo fueron muy irregulares en ambos tratamientos que incluso no se dieron lecturas (Figura 34). Los niveles más altos de hierro se dieron con el tratamiento uno con una media de 2.82 ppm, mientras que con el tratamiento dos la media fue de 1.14 ppm; con una diferencia entre medias de 1.68 ppm, (Figura 35). La tendencia a través del tiempo muestra el promedio más bajo el día cero con 0.000 ppm, mientras que el nivel más alto se da a los 42 días con 5.125 ppm (Figura 36). Al igual que el potasio el hierro es utilizado por los EM en sus sistemas enzimáticos, (Biosca 2001).

El hierro es un oligoelemento que las plantas absorben en mayor cantidad. Entre las múltiples funciones que desempeña hay que destacar su importantísimo papel en la fotosíntesis y en la formación de clorofila. Los síntomas de deficiencia de hierro suelen darse más frecuentemente en los suelos calizos o alcalinos, en los que, aunque se halle presente, lo está en forma insoluble. Los síntomas se manifiestan sobre todo en la clorosis de las hojas más jóvenes, (Terranova. 1995).

CUADRO VIII. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE HIERRO.

| FV | G.L | C.M. | Valor F | Pr > F | |
|-------------|-----|------------|---------|--------|------------|
| Periodo | 6 | 6.91071429 | 0.50 | 0.7883 | N.S |
| Tratamiento | 1 | 9.86160714 | 0.72 | 0.4295 | N.S |

N.S= No existen diferencia estadísticamente significativas.

*= diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

**= diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

FIGURA 34: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE HIERRO.

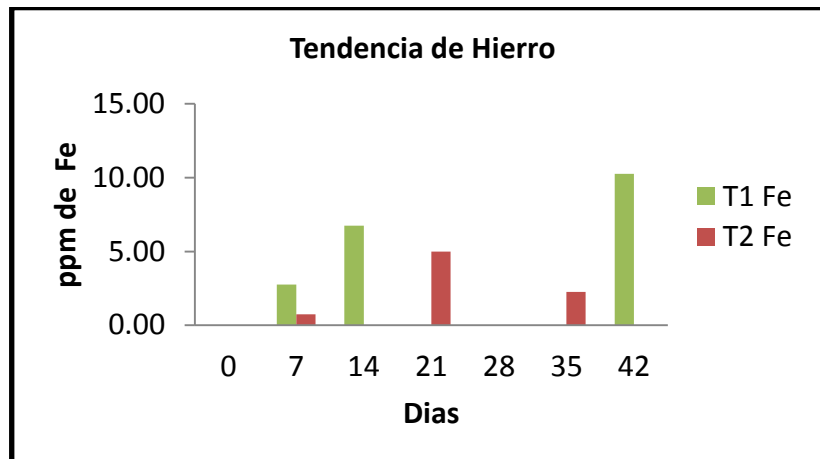


FIGURA 35: MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE HIERRO.

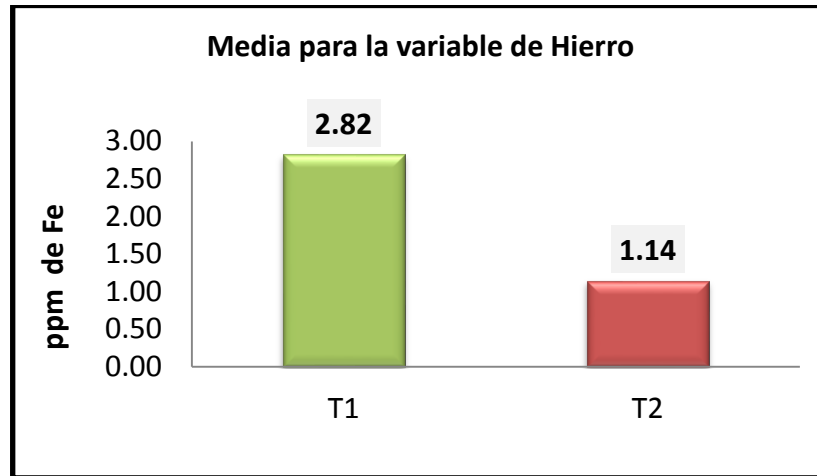
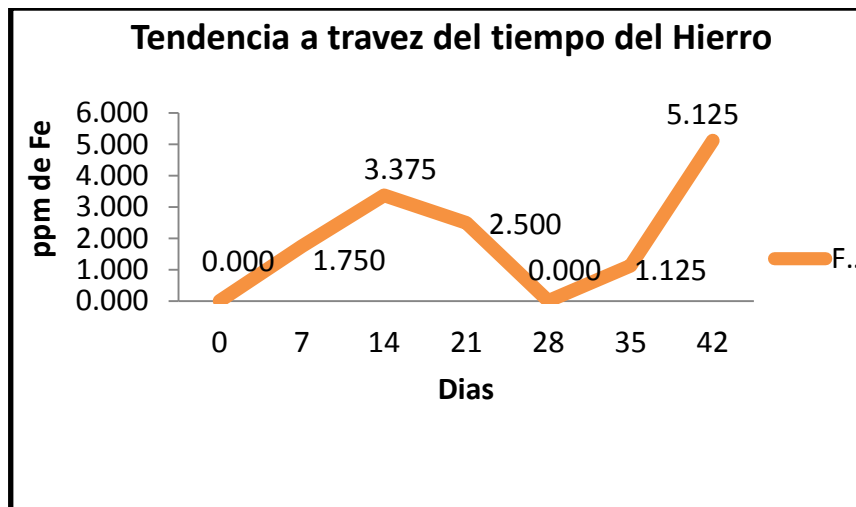


FIGURA 36: MEDIA AJUSTADA A TRAVÉS DEL TIEMPO DEL HIERRO.



❖ **Manganeso:**

El análisis de varianza para los niveles de Manganeso en los períodos no mostró diferencias estadísticamente significativas, al igual que en los tratamientos ($P > 0.05$), (Cuadro IX). Sin embargo en la comparación de tratamientos claramente se ve que los niveles más altos se dan en el tratamiento dos, lo que sugiere que la adicción de microorganismos eficientes si mejoró la disponibilidad de manganeso (Figura 37). La media más alta para el elemento se dio en el tratamiento dos 4.7 ppm, y la más baja en el tratamiento uno 1.8 ppm dándose un incremento en los niveles del elemento de 2.9 ppm (Figura 38). La tendencia a través del tiempo del elemento muestra que los niveles más bajos se dan el día cero con 2.125 ppm; mientras que el nivel más alto se dio el día 42 con 3.625 ppm, (Figura 39).

El manganeso como el cobre, es activador de diversas reacciones metabólicas de las plantas y cumple un destacado papel en la fotosíntesis y la respiración. En suelos básicos o alcalinos puede llegar a insolubilizarse y, por tanto, a no ser disponible para la planta. Los síntomas de la deficiencia se manifiestan en la aparición de manchas necróticas en las hojas y amarilleamiento rojizo entre sus nervios, (Terranova. 1995).

CUADRO IX. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE MANGANESO.

| FV | G.L | C.M. | Valor F | Pr > F | |
|-------------|-----|-------------|---------|--------|------------|
| Periodo | 6 | 0.55208333 | 0.11 | 0.9908 | N.S |
| Tratamiento | 1 | 28.57142857 | 5.91 | 0.0510 | N.S |

N.S= No existen diferencia estadísticamente significativas.

*= diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

**= diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

FIGURA 37: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE MANGANESO.

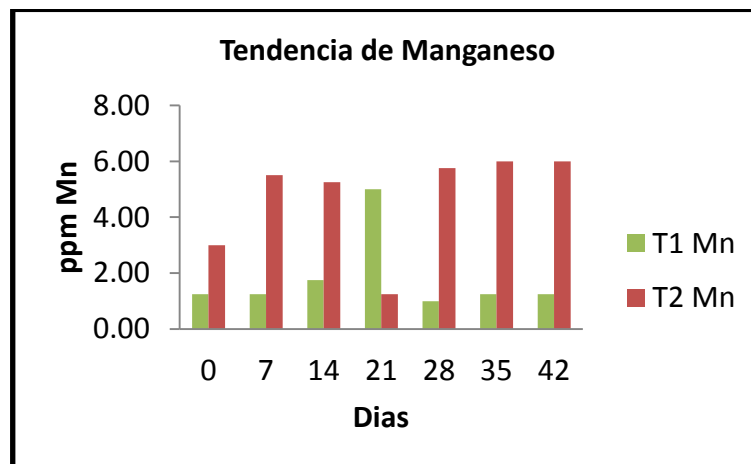


FIGURA 38: MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE MANGANESO.

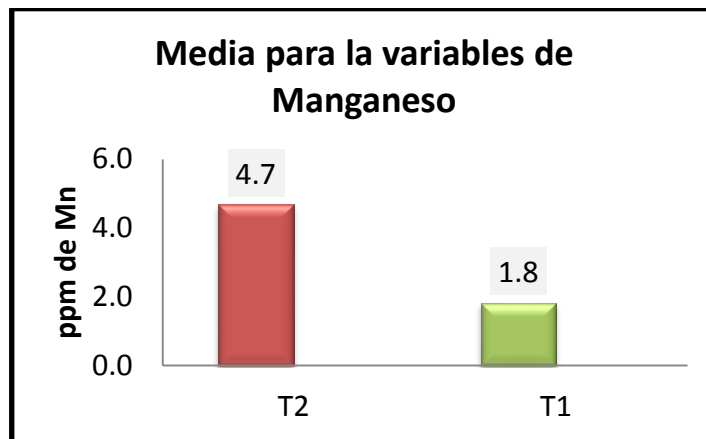
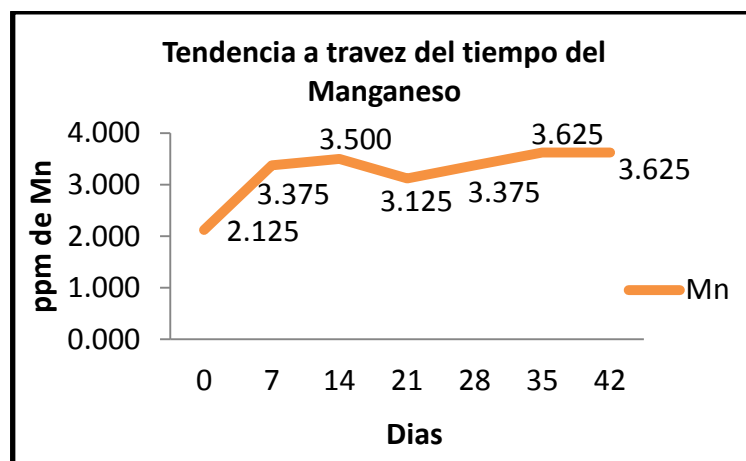


FIGURA 39: MEDIA AJUSTADA A TRAVÉS DEL TIEMPO DEL MANGANESO.



❖ Zinc:

El análisis de varianza para los niveles de Zinc no mostró diferencias estadísticamente significativas ni entre periodos ni entre tratamientos ($P > 0.05$), (Cuadro X). Sin embargo, los niveles de Zinc tuvieron un incremento con el efecto de periodo y fermentación (Figura 40). La media de los tratamientos Sin embargo en la comparación de tratamientos claramente se ve que los niveles más altos se dan en el tratamiento uno, lo que nos indica que el efecto de periodo y fermentación mejoran la disponibilidad del Zinc (Figura 40). La media más alta para el elemento se dio en el tratamiento uno 4.286 ppm, y la más baja en el tratamiento dos 4.214 ppm dándose un incremento en los niveles del elemento de 0.072 ppm (Figura 41). La tendencia a través del tiempo del elemento muestra que los niveles más bajos se dan al inicio (0 días) con 3.375 ppm; mientras que el nivel más alto se dio el día 35 con 6.125 ppm, (Figura 42). El zinc interviene en distintos procesos bioquímicos de la planta, como síntesis de proteínas y de algunas hormonas vegetales. El riesgo de que su insolubilización haga imposible el suministro de zinc asimilable por las plantas crece a medida que aumenta el pH del suelo. Los síntomas se manifiestan fundamentalmente en alteraciones del crecimiento, como atrofiamiento y reducción de la talla de las hojas y arrosado de la planta, (Terranova. 1995).

CUADRO X. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE ZINC.

| FV | G.L | C.M. | Valor F | Pr > F | |
|-------------|-----|------------|---------|--------|------------|
| Periodo | 6 | 1.60416667 | 1.15 | 0.4341 | N.S |
| Tratamiento | 1 | 0.01785714 | 0.01 | 0.9135 | N.S |

N.S= No existen diferencia estadísticamente significativas.

*= diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

**= diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

FIGURA 40: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE ZINC.

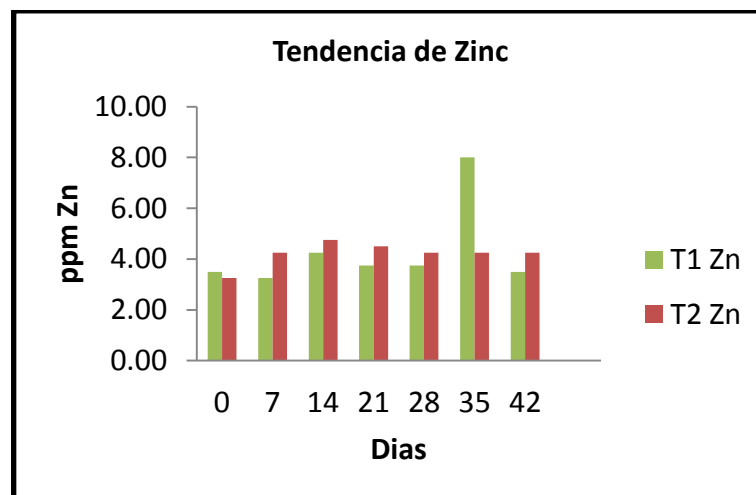


FIGURA 41: MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE ZINC.

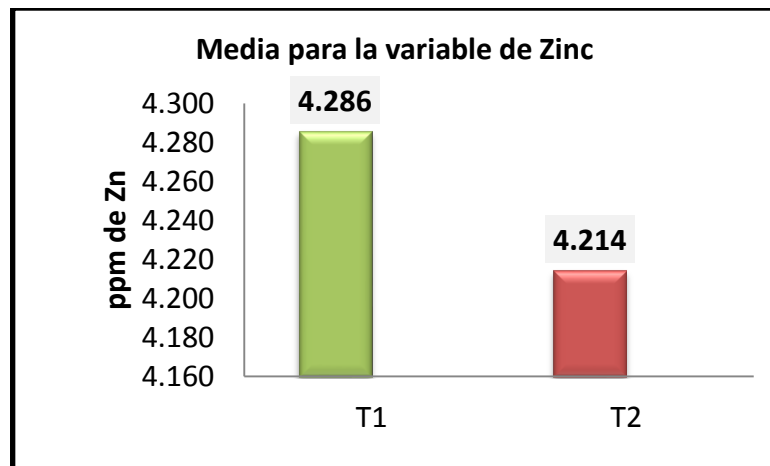
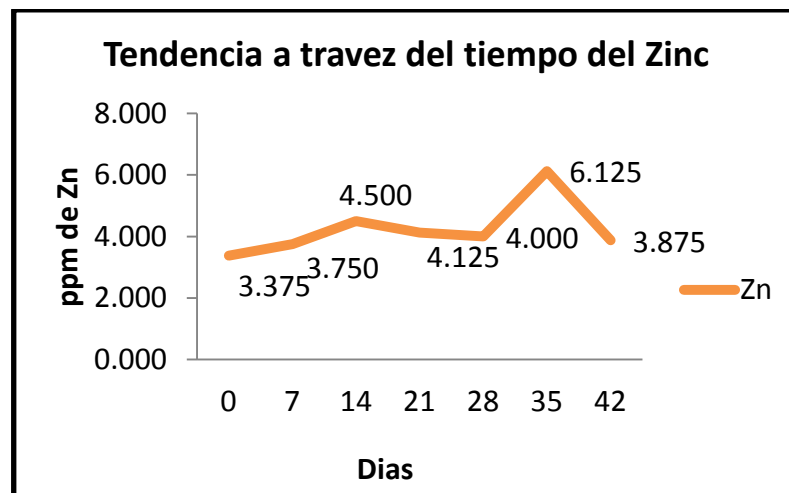


FIGURA 42: MEDIA AJUSTADA A TRAVÉS DEL TIEMPO DEL ZINC.



❖ **Cobre:**

El análisis de varianza de varianza para los niveles de Cobre no mostró diferencias estadísticamente significativas ni entre los periodos, ni entre los tratamientos ($P > 0.05$), (Cuadro XI). Los niveles de Cobre a lo largo del muestreo fueron muy irregulares en ambos tratamientos que incluso no se dieron lecturas (Figura 43). Los niveles más altos de cobre se dieron con el tratamiento dos con una media de 0.75 ppm, mientras que con el tratamiento uno la media fue de 0.64 ppm; con una diferencia entre medias de 0.11 ppm, (Figura 44). La tendencia a través del tiempo muestra el promedio más bajo el día 42 con 0.375 ppm, mientras que el nivel más alto se da a los 35 días con 1.250 ppm (Figura 45).

El cobre desempeña funciones de activador de diversas reacciones metabólicas de las plantas. En la mayoría de los suelos hay cobre suficiente como para garantizar sus necesidades y por ello no se producen problemas de deficiencia. Puede ocurrir que se insolubilice en algunas ocasiones, como, por ejemplo, a consecuencia de una exagerada fertilización fosfatada, y entonces es posible que aparezcan síntomas de deficiencia: necrosis de hojas y frutos de forma irregular y con moteados pardorrojizos, (Terranova. 1995).

CUADRO XI. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS NIVELES DE COBRE.

| FV | G.L | C.M. | Valor F | Pr > F | |
|-------------|-----|------------|---------|--------|------------|
| Periodo | 6 | 0.16517857 | 0.32 | 0.9054 | N.S |
| Tratamiento | 1 | 0.04017857 | 0.08 | 0.7902 | N.S |

N.S= No existen diferencia estadísticamente significativas.

*= diferencias significativas al 5 % de probabilidad.

**= diferencias significativas al 1 % de probabilidad.

FIGURA 43: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE COBRE.

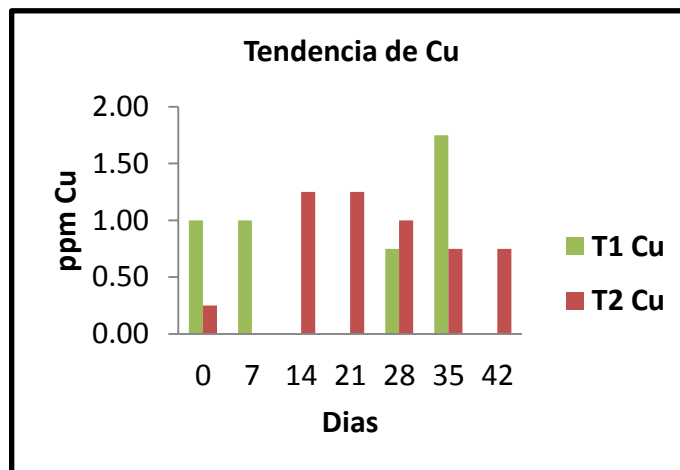


FIGURA 44: MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE COBRE.

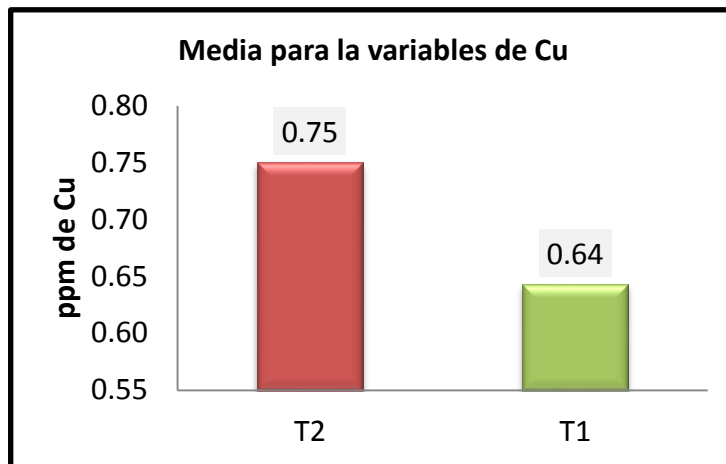
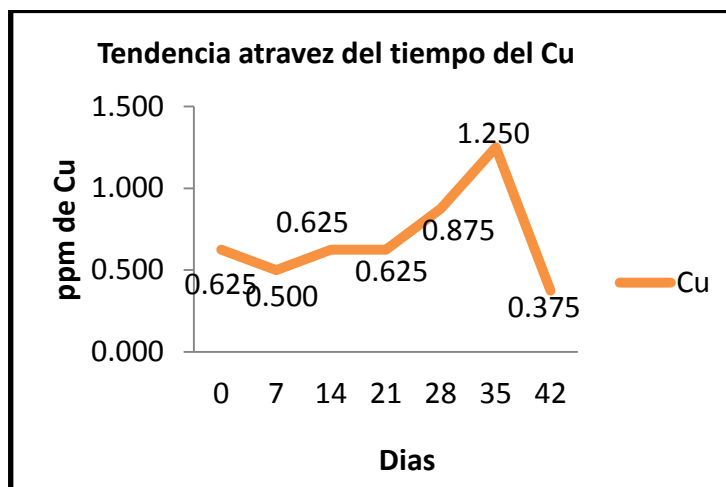


FIGURA 45: MEDIA AJUSTADA A TRAVÉS DEL TIEMPO DEL COBRE.



4.3 ANÁLISIS BIOLÓGICO DEL BIOL:

En el análisis biológico del biol hubo diferencias significativas en los bloques ($P < 0.05$). Sin embargo no se dieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, periodo y la interacción de tratamiento por periodo, ($P > 0.05$), (Cuadro XII). Sin embargo bajaron los niveles de las bacterias aisladas en los medios de cultivo; lo que quiere decir que al adicionar microorganismos eficientes al biol se logra bajar los niveles de bacterias patógenas presentes en el biol.

En la definición clásica de una *Enterobacteriaceae* se usan siete criterios básicos, adicional a la aparición de nuevos métodos taxonómicos para incluir a ciertos géneros que no cumplen con todos los siguientes criterios, pero que forman parte de esta familia:

- Son bacterias gram negativas, la mayoría bacilos, otros cocobacilos y otros pleomórficos.
- No son exigentes, son de fácil cultivo.
- Son oxidasa negativo (excepto *Plesiomonas*, que es oxidasa positivo), es decir, carecen de la enzima citocromo oxidasa.
- Son capaces de reducir nitrato en nitrito.
- Son anaeróbicos facultativos.

- Son fermentadores de carbohidratos en condiciones anaeróbicas con o sin la producción de gas (en especial glucosa y lactosa), y oxidadores de una amplia gama de substratos en condiciones aeróbicas.
- Muchos géneros tienen un flagelo que sirve para desplazarse, aunque algunos géneros no son móviles.

Adicional a ello, las *Enterobacteriaceae* no forman esporas, algunas producen toxinas y pueden ser encapsuladas. Por otro lado son organismos catalasa positivos, son quimioheterótrofos, y necesitan para su crecimiento compuestos simples de carbono y nitrógeno, generalmente sólo con D-glucosa, aunque algunas requieren aminoácidos y vitaminas. La temperatura óptima de crecimiento es de entre 22 °C y 37 °C.

CUADRO XII. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CRECIMIENTO DE LAS BACTERIAS EN LOS DIFERENTES MEDIOS DE CULTIVO.

| FV | G.L | C.M. | Valor F | Pr > F | |
|-----------------------|-----|-------------|---------|--------|------------------------|
| Bloque | 2 | 487.6737881 | 55.80 | 0.0176 | S |
| Tratamiento | 1 | 5.2930500 | 0.61 | 0.5179 | N.S |
| Bloque * tratamiento | 2 | 8.7400929 | 0.05 | 0.9529 | |
| Periodo | 6 | 124.9378603 | 0.69 | 0.6588 | N.S |
| Tratamiento * periodo | 6 | 12.6245889 | 0.07 | 0.9984 | N.S^o |
| error | 24 | 180.754238 | | | |

G.L= grado de libertad, CM= cuadrado medio (varianza estimada).

N.S= No existe diferencia estadísticamente significativas.

*= diferencia significativas al 5 % de probabilidad.

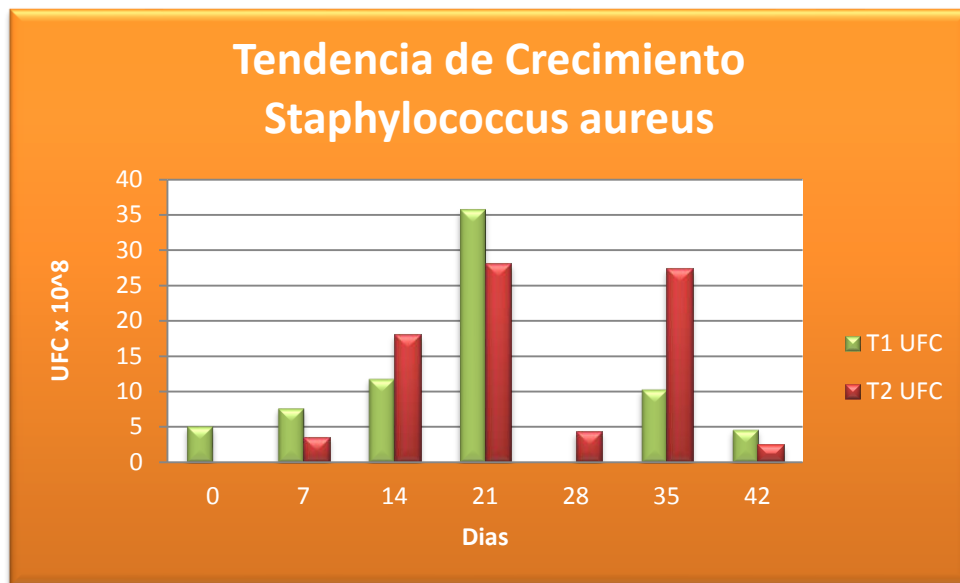
**= diferencia significativa al 1 % de probabilidad.

4.3.1 *Staphylococcus aureus*:

El *Staphylococcus aureus* es un coco inmóvil, de 0.8 a 1 micrómetro de diámetro, que se divide en tres planos para formar grupos de células irregulares semejantes a racimos de uvas, es una bacteria anaerobia gram positiva productora de coagulasa y catalasa. El *S. aureus* es un microorganismo gram positivo pero las células viejas y los microorganismos fagocitados se tiñen como gram negativos. Este microorganismo fue descrito por vez primera en el año 1880, concretamente en la ciudad escocesa de Aberdeen, por el cirujano Alexander Ogston.

Agar Sabouraud: Medio para la detección y aislamiento de hongos en muestras mediante técnica de filtración por membrana. Para que ocurra el crecimiento selectivo de hongos sobre bacterias en la muestra depende tan solo de la reacción ácida (pH 5.6).

FIGURA 46: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA TENDENCIA DE CRECIMIENTO EN EL AGAR 1.

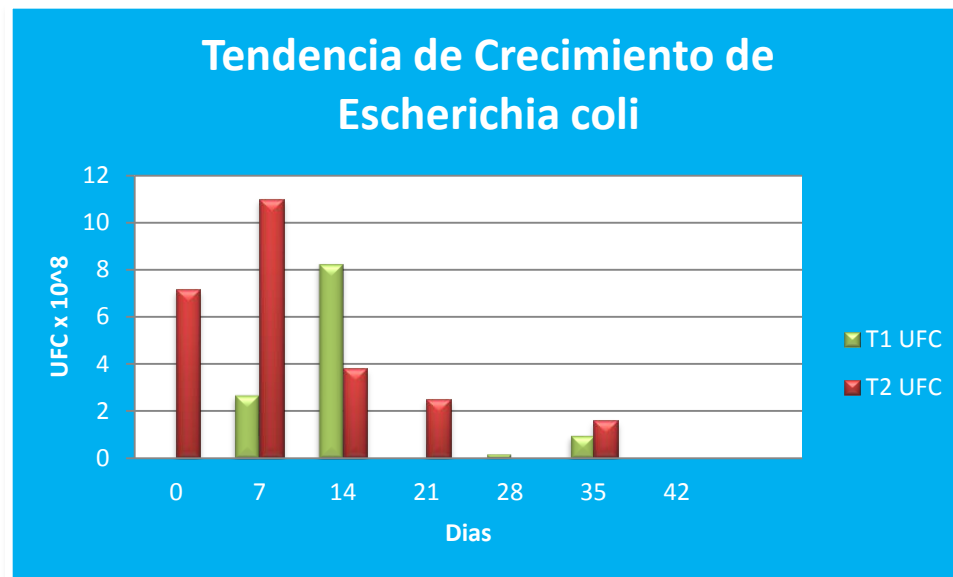


4.3.2 *Escherichia coli*:

La *Escherichia coli* es quizás el organismo procariota más estudiado por el ser humano, se trata de una bacteria que se encuentra generalmente en los intestinos animales, y por ende en las aguas negras. Fue descrita por primera vez en 1885 por Theodore Von Escherich, bacteriólogo alemán, quién la denominó *Bacterium coli*. Posteriormente la taxonomía le adjudicó el nombre de *Escherichia coli*, en honor a su descubridor. Esta y otras bacterias son necesarias para el funcionamiento correcto del proceso digestivo, además de producir las vitaminas B y K. Es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram (gram negativo), es anaerobio facultativo, móvil por flagelos peritricos.

Agar MacConkey: Medio diferencial para la detección, aislamiento y enumeración de bacterias coniformes y patógenas intestinales en aguas, productos lácteos y muestras biológicas. Su acción diferencial está basada en que los microorganismos capaces de fermentar lactosa producen una caída de pH, junto con una absorción del colorante, apareciendo en la colonia el color rojo, las colonias de microorganismos que no fermentan la lactosa permanecen incoloras.

FIGURA 47: COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA TENDENCIA DE CRECIMIENTO EN EL AGAR 2.



CONCLUSIONES

1. Con 60 vacas, con un tiempo de estadía en la sala de espera, de dos horas por ordeño se recolectaron 440 libras de estiércol; que liberaron 1 galón de lixiviado por día.
2. Se dieron diferencias significativas con la adición de EM en la variable biológica; al igual que en la variable K para los tratamientos.
3. Se dio un alto consumo por los EM para los elementos K, Fe y Zn.
4. La adición de EM al biol mejoran los niveles de pH requeridos.
5. No hubo diferencias significativas entre tratamientos ni periodos para las variables de N, P, Mg, Ca, Mn y Cu; sin embargo si se mejora la disponibilidad de estos elementos.

RECOMENDACIONES:

1. Después de cada ordeño recolectar las heces con pala y carretilla, esta práctica disminuye el tiempo de lavado y el desperdicio de agua.
2. Evitar que los desechos orgánicos sin previo tratamiento lleguen al suelo y a fuentes de agua, y así no sean un factor de riesgo ambiental.
3. El biol obtenido en una explotación lechera puede ser utilizado como fuente de fertilización foliar; ya que el mismo cuenta con macroelementos y microelementos muy asimilables para las plantas.
4. Es importante crear conciencia de la importancia que tiene el manejo de los desechos orgánicos; producidos en explotaciones lecheras intensivas, ya que los mismos con un tratamiento adecuado son sub productos con un valor agregado.
5. Implementar tecnologías en las fincas como el sistema de tratamiento de desechos orgánicos sólidos y líquidos.

5. REFERENCIAS CITADAS

Biosca, A. 2001. Modo de acción de los microorganismos eficientes. Enciclopedia básica visual. Editorial océano Tomo VII (en línea).

Botero, R. 2004. Manejo de excretas en sistemas agropecuarios integrados amigables con el ambiente tropical. [www. Manejo de excretas Reducidas. Pdf.com.](http://www.Manejo.de.excretas.Reducidas.Pdf.com)

Duque y Restrepo, G. 2006. Diagnostico de empresas del sector lácteo. En producción más limpia del sector lácteo. Autoridad nacional del ambiente ANAM. Programa nacional ambiental ANAM-PAN-BID.

es.wikipedia.org/wiki/Lixiviado.

www.fao.org/agriculture/lead/themes0/pollution/waste/es/

Fuentes, A. 2008. Tecnologías para el manejo de desechos orgánicos en las explotaciones ganaderas en X congreso científico agropecuario 2008 UP. FCA:

Higa, T. 1980. Desarrollo de tecnologías sobre el uso de microorganismo eficientes (EM), Profesor de horticultura de la universidad de Ryukus en Okinagua. www.terralia.com/revista8/pagina16.htm. 2001.

Jackson, M. L. Análisis Químico de los suelos Barcelona 1982.

INIA 2008. Tecnologías innovadoras apropiadas para la conservación in situ de la agro biodiversidad. Capitulo 7 usos del biol. Marzo 2008.

Mendoza, A. 1997. Evaluación de la calidad de abonos fermentados tipo bocashi elaborados con desechos que se generan en las fincas del trópico húmedo de Costa Rica. EARTH. PG. Guácimo, CR. 31p.

Restrepo, J. 1996. Abonos orgánicos fermentados experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. S.N.T 189 p.

Restrepo, J. 1998 SIMAS, Managua - Nicaragua. La idea y el arte de fabricar los abonos agrícolas fermentados.

Restrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes Foliare, Experiencias con agricultores en San José, Costa Rica. P 1-49.

Soto. R. 1999. Alternativas eco-amigables para el uso de estiércol bovino, 1ra. Parte. [www. Estiércol bovino manejo excretas Alternativas eco-amigables para el uso de estiércol bovino, 1ra_ Parte - - - 11-9-2005- www.Engormix_com.htm.](http://www.Engormix.com)

Shintani, M. 2000. Elaboración de abonos orgánicos fermentados tipo EM bocashi. Guía 1 uso práctico.

Sort, S. 2001. Efectos de los microorganismos eficientes sobre los cultivos.

Tabora, P. 1999. La microbiología del Bocashi-EM de banano y el compost común, una comparación. Guácimo, EARTH, CR. 7 p.

Yasukawa, K; Quintero, M.1995. El sistema de agricultura orgánica. Panamá programa de agricultura orgánica convenio MIDA-JICA. Volumen N° 1 5.

American Society of Agronomy. 1965. Methods of Soil Analysis Part. 2. Chemical and Microbiological Properties, C.A. Black, Editor, Madison Wisconsin, U.S.A.

William, F. 1998 Funciones metabólicas de los nutrientes revista bioagrolatina. El Salvador. www. Bioagrolat.com

Fassbender, H. Y E. Bornemiza. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina IICA. San José, Costa Rica. 420 páginas.

Jackson; M.L. 1964. Análisis Químico de Suelos. Ediciones Omega, Barcelona, España.

BLACK, C.A., 1965. Methods of soil analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Inc. Publisher, Madison, wisconsin, U.S.A..

Terranova. 1995. Enciclopedia agropecuaria. Terranova editores, Ltda., 1995.