

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

**EVALUACIÓN DE CINCO ALTERNATIVAS DE FERTILIZACIÓN
PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA MEZCLA FORRAJERA EN LA
HACIENDA EL CHAPARRAL UBICADA EN EL CANTÓN MEJÍA,
PROVINCIA DE PICHINCHA.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AGROINDUSTRIAL**

MERCEDES ALICIA BAHAMONDE OROZCO
meche2483@hotmail.com

DIRECTOR: ING. PABLO MONCAYO

CODIRECTOR: ING. OSWALDO ACUÑA

Quito, Octubre 2009

© Escuela Politécnica Nacional 2009
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Mercedes Alicia Bahamonde Orozco, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Mercedes Bahamonde Orozco

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mercedes Alicia Bahamonde Orozco, bajo mi supervisión.

Ing. Pablo Moncayo
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Oswaldo Acuña
CODIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Familia Albuja León por su desinteresado apoyo en el desarrollo de este proyecto, de manera especial a la Srta. Nancy Albuja por ser una excelente persona y amiga.

De igual manera, correspondo mi gratitud a los Ingenieros Pablo Moncayo y Lucía Toledo por ayudarme con sus conocimientos y al Ingeniero Oswaldo Acuña por aceptar formar parte de la comisión para analizar este tema.

Y a mi familia, por apoyarme incondicionalmente en el transcurso de mi carrera estudiantil.

DEDICATORIA

A mis queridos mamá, papá y hermana.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Importancia del sector ganadero en el país.	1
1.2 Elaboración de abonos orgánicos sólidos y líquidos.	3
1.2.1 Abonos orgánicos. Definición e importancia.	3
1.2.2 Compost	3
1.2.2.1 Definición	4
1.2.2.2 Compostaje aeróbico	4
1.2.2.3 Características de los residuos a compostar	8
1.2.2.4 Diseño del camellón o parva	11
1.2.2.5 Preparación del compost	12
1.2.2.6 El tiempo de compostaje (Tc)	13
1.2.2.7 Rendimientos	13
1.2.3 Bocashi	13
1.2.3.1 Etapas en la elaboración del bocashi	14
1.2.3.2 Factores principales	14
1.2.3.3 Ingredientes básicos en la elaboración del bocashi	16
1.2.3.4 Lugar de preparación del abono.	19
1.2.3.5 Tiempo en la fabricación	20
1.2.3.6 Preparación del bocashi	20
1.2.3.7 Fermentación del bocashi	20
1.2.4 Té de estiércol	21
1.2.4.1 Materiales para la elaboración del té de estiércol	21
1.2.4.2 Elaboración del té de estiércol.	22
1.2.4.3 Uso y manejo del té de estiércol	22
1.2.5 Microorganismos catalizadores de abonos orgánicos	23
1.2.5.1 Composición	24
1.2.5.2 Dosificación	25
1.2.5.3 Modo de acción	25
1.3 Análisis del suelo	25
1.3.1 El suelo	25
1.3.2 Forrajes	26
1.3.2.1 Concepto de forraje	26
1.3.2.2 Calidad de forraje	26
1.3.2.3 Factores que controlan la producción de pastos	27
1.4 Análisis financiero	27

2	MATERIALES Y MÉTODOS	29
2.1	Descripción geográfica	29
2.1.1	Ubicación geográfica	29
2.1.2	Situación meteorológica	29
2.2	Utilización de desechos animales y vegetales para la elaboración de abonos orgánicos.	29
2.3	Evaluación del comportamiento del fertilizante orgánico frente a un fertilizante agroquímico	30
2.3.1	Compost	30
2.3.2	Bocashi	31
2.3.3	Té de estiércol	32
2.3.4	Fertilizante químico completo 8-20-20 y úrea 46%N	32
2.3.5	Análisis de los fertilizantes orgánicos elaborados	33
2.3.6	Desarrollo del diseño experimental	33
2.3.7	Caracterización de la mezcla forrajera antes de la aplicación de los fertilizantes	34
2.3.8	Diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones	34
2.3.9	Aplicación de los fertilizantes en el lote experimental	35
2.4	Análisis de costos de producción de fertilizantes orgánicos frente a precios de venta de fertilizantes químicos.	36
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
3.1	Descripción geográfica	37
3.1.1	Ubicación geográfica	37
3.1.2	Situación meteorológica	38
3.2	Utilización de desechos animales y vegetales para la elaboración de Abonos orgánicos	41
3.2.1	Composición química del estiércol	41
3.2.2	Composición química de la gallinaza	42
3.2.3	Composición química de la melaza de caña de azúcar	42
3.2.4	Composición química del follaje	43
3.2.5	Comparación del comportamiento entre los fertilizantes orgánicos y el fertilizante químico	44
3.3	Análisis de los fertilizantes orgánicos elaborados	46
3.3.1	Compost	46
3.3.1.1	Análisis nutricional del compost	47
3.3.2	Bocashi	47
3.3.2.1	Análisis nutricional del bocashi	48
3.3.3	Té de estiércol	48
3.3.3.1	Análisis nutricional y bacteriológico del té de estiércol	48

3.4	Análisis cuantitativo del diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones	49
3.4.1	Caracterización de la mezcla forrajera antes de la aplicación de los fertilizantes.	49
3.4.2	Caracterización de la mezcla forrajera después de 45 días de haber sido fertilizada.	50
3.4.3	Comparación de los resultados obtenidos con datos tomados antes de la iniciación del procedimiento experimental	52
3.5	Análisis estadístico del diseño experimental	54
3.6	Análisis de costos de producción de fertilizantes orgánicos frente a precios de venta de fertilizantes químicos.	56
3.6.1	Costo de producción de los fertilizantes	56
3.6.2	Indicadores financieros	58
3.6.2.1	Valor actual neto (VAN) y Tasa interna de retorno (TIR)	58
3.6.2.1.1	VAN y TIR aplicando compost	59
3.6.2.1.2	VAN y TIR aplicando bocashi	60
3.6.2.1.3	VAN y TIR aplicando té de estiércol	62
3.6.2.1.4	VAN y TIR aplicando fertilizante 8-20-20 y úrea 46% N	63
3.6.2.2	Costo/Beneficio	65
3.6.2.3	Punto de Equilibrio	66
3.6.2.3.1	Compost	66
3.6.2.3.2	Bocashi	68
3.6.2.3.3	Té de estiércol	70
3.6.2.3.3	Fertilizante Químico 8-20-20 y úrea 46%N	72
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
4.1	Conclusiones	75
4.2	Recomendaciones	76
	BIBLIOGRAFÍA	78
	ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1.	Parámetros de control de estabilidad del compost	7
Tabla 2.	Diseño del bloque experimental con las distribución de los tratamientos y repeticiones	35
Tabla 3.	Aplicación de fertilizantes en ensayo	35
Tabla 4.	Comportamiento climático en la zona de Tambillo durante los años 2004 y 2005	38
Tabla 5.	Variación de la precipitación en la zona de Tambillo durante los años 2004 y 2005	39
Tabla 6.	Comportamiento climático en la zona de Tambillo durante los años 2006 y 2007	39
Tabla 7.	Variación de la precipitación en la zona de Tambillo durante los años 2006 y 2007	39
Tabla 8.	Análisis nutricional del compost elaborado	47
Tabla 9.	Análisis nutricional del bocashi elaborado	48
Tabla 10.	Análisis de té de estiércol.	49
Tabla 11.	Análisis bacteriológico de té de estiércol.	49
Tabla 12.	Peso de las muestras tomadas en cada una de las parcelas experimentales	50
Tabla 13.	Pesos en kg de muestras tomadas en cada parcela	51
Tabla 14.	Longitud en m del pasto en cada una de las parcelas	51
Tabla 15.	Comparaciones de pesos del pasto en las distintas parcelas	52
Tabla 16.	Varianza de los pesos obtenidos en cada una de las parcelas del diseño experimental	54
Tabla 17.	Análisis de varianza a un nivel de significancia de 5%	55
Tabla 18.	Análisis de varianza a un nivel de significancia de 1%	55

Tabla 19.	Costos de producción de compost, bocashi, té de estiércol, agroquímico	56
Tabla 20.	Costos de producción en la hacienda El Chaparral	57
Tabla 21.	Ingreso anual aplicando compost	59
Tabla 22.	VAN y TIR del proyecto aplicando compost	60
Tabla 23.	Ingreso anual aplicando bocashi	61
Tabla 24.	VAN y TIR del proyecto aplicando bocashi	61
Tabla 25.	Ingreso anual aplicando té de estiércol	62
Tabla 26.	VAN y TIR del proyecto aplicando té de estiércol	63
Tabla 27.	Ingreso anual aplicando fertilizante químico	64
Tabla 28.	VAN y TIR del proyecto aplicando fertilizante químico	64
Tabla 29.	Costo/Beneficio de los fertilizantes evaluados	65
Tabla 30.	Volumen de venta de leche fertilizando con compost	67
Tabla 31.	Punto de equilibrio en la producción de compost	67
Tabla 32.	Volumen de venta de leche fertilizando con bocashi	68
Tabla 33.	Punto de equilibrio en la elaboración de bocashi	69
Tabla 34.	Volumen de venta de leche al fertilizar con té de estiércol	70
Tabla 35.	Punto de equilibrio en la elaboración de té de estiércol	70
Tabla 36.	Volumen de venta de leche al fertilizar con fertilizante químico	72
Tabla 37.	Punto de equilibrio en el empleo de fertilizante químico	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Estructura de un camellón o parva de compost	12
Figura 2. Foto satelital de las haciendas El Pegujal y El Chaparral	37
Figura 3. Variación de temperatura desde el año 2004 hasta el año 2007	40
Figura 4. Variación de precipitación entre los años 2004 y 2007	40
Figura 5. Peso del pasto con los distintos tratamientos y repeticiones	53
Figura 6. Variación del crecimiento del pasto con los fertilizantes aplicados	53
Figura 7. Punto de equilibrio en la elaboración de compost con relación a las unidades de venta de leche	68
Figura 8. Punto de equilibrio en la elaboración de bocashi con relación a las unidades de venta de leche	69
Figura 9. Punto de equilibrio en la elaboración de té de estiércol con relación a las unidades de venta de leche	71
Figura 10. Punto de equilibrio en el empleo de fertilizante químico con relación a las unidades de venta de leche	73

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Elaboración del compost	82
ANEXO II Elaboración del bocashi	83
ANEXO III Elaboración del té de estiércol	84
ANEXO IV División del lote experimental y siembra de la mezcla forrajera	85
ANEXO V Fertilización del lote experimental y corte del pasto	86
ANEXO VI Análisis nutricional de los fertilizantes orgánicos	87
ANEXO VII Análisis bacteriológico del té de estiércol	88
ANEXO VIII Costo de producción del compost	89
ANEXO VIX Costo de producción del compost en la hacienda El Chaparral	90
ANEXO X Costo de producción del bocashi	91
ANEXO XI Costo de producción del bocashi en la hacienda El Chaparral	92
ANEXO XII Costo de producción del té de estiércol	93
ANEXO XIII Costo de producción del té de estiércol en la hacienda El Chaparral	94
ANEXO XIV Costo de producción del fertilizante 8-20-20 y úrea 46%N	95
ANEXO XV Costo de producción del fertilizante 8-20-20 y úrea 46%N en la hacienda El Chaparral	96

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la mejor alternativa de fertilización orgánica o química en rendimiento y en costos de producción de una mezcla forrajera destinada como alimento para ganado lechero en la hacienda El Chaparral. Para llevar a cabo este proyecto se diseñó un lote experimental con bloques completos al azar de cinco tratamientos de fertilización que fueron: compost, bocashi, té de estiércol, fertilizante químico y testigo con tres repeticiones dando un total de quince parcelas experimentales, para lo cual se elaboraron todos los abonos orgánicos utilizando los recursos disponibles en la hacienda con el propósito de optimizar todos los materiales y productos que posee la propiedad. La elaboración de estos fertilizantes fue acelerada por la aplicación de microorganismos catalizadores de abonos orgánicos los cuales agilizaron el proceso de descomposición de los materiales tratados. El fertilizante químico utilizado fue el 8-20-20, es decir, 8% Nitrógeno, 20% Fósforo y 20% Potasio con úrea al 46% de Nitrógeno. La mezcla forrajera sembrada en el ensayo comprendió: pasto azul, trébol rojo, trébol blanco, alfalfa, tetralitre II ryegrass y bison ryegrass. Una vez que los abonos orgánicos estuvieron listos para su aplicación, cada parcela experimental fue fertilizada con el correspondiente tratamiento. Se esperó cuarenta y cinco días para proceder al corte de la mezcla forrajera. Se analizaron los contenidos de Nitrógeno, Fósforo, Potasio así como pH de cada uno de los abonos orgánicos con el fin de constatar la calidad de los mismos y se procedió a pesar todas las muestras de mezcla forrajera obtenidas al realizar el corte en cada parcela. Los resultados fueron analizados estadísticamente para determinar el fertilizante que tuvo el mejor rendimiento para lo cual se aplicó el método de análisis de varianza que permitió comprobar que hubo diferencias entre los tratamientos. Finalmente, se realizó un estudio de los costos de producción de cada uno de los fertilizantes utilizados siendo el compost y el químico los más costosos; con estos valores se calculó el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) así como también los puntos de equilibrio respectivos con el propósito de establecer la factibilidad del proyecto.

ABSTRACT

The objective of the following work was to determine the best alternative of organic or chemical fertilization both in yield and production costs for forage mixture used as food in dairy cattle in El Chaparral farm. To carry out this project an experimental lot was designed with full blocks randomly chosen of five treatments that were: compost, bocashi, manure tea, chemical fertilizer, and witness with three repetitions giving a total of fifteen experimental lots, for which all the organic fertilizers were elaborated using the resources that were available on the farm with the aim of optimizing all the materials and products that the property possess. The time of preparation of these fertilizers was reduced by the application of catalytic microorganisms of organic fertilizer which accelerated the decomposition process of the materials treated. The chemical fertilizer used was 8-20-20 with urea to 46% of nitrogen. The experimental lot was seeded with forage mixture whose content was: blue grass, red clover, white clover, alfalfa, ryegrass and tetralitre II ryegrass and bison ryegrass. Once the fertilizers were ready for application each experimental lot was fertilized with the corresponding treatment. Forty five days passed in order to cut the forage mixture. In that period of time, the nutritional contents were analyzed from each of the organic fertilizers in order to ascertain their quality and all the obtained samples of forage mixture were weighed when making the cut of each plot of land. The results were statistically analyzed to determine the fertilizer that had the best yield for which the analysis of variance method was applied, this method allowed to check the differences between the treatments. Finally a study of the production costs was made from each of the fertilizers that were used being the compost and the chemical fertilizer the most expensive; with these values the net present value (NPV) and the internal rate of return (IRR) were calculated well as the respective points of balance to establish the feasibility of the project.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador más del 41% del suelo de uso agropecuario se destina al cultivo de pastos debido al incremento de la actividad ganadera, por lo que el sector pecuario es una base importante del desarrollo social y económico del país. Sin embargo, si no se da una nutritiva y sana alimentación al ganado bovino los resultados no favorecerán económicamente. Los fertilizantes se emplean con el propósito de mejorar el suelo y obtener productos inocuos. Por esta razón, es importante trabajar con un sistema de fertilización adecuado para lograr un pasto de calidad. El empleo de fertilizantes en pastos ayuda a un crecimiento y desarrollo óptimos para que este alimento satisfaga las necesidades del ganado. Por varios años los fertilizantes químicos fueron considerados como la mejor alternativa de fertilización, pero tras el progresivo deterioro de los suelos ecuatorianos por el excesivo uso de químicos y la contaminación ambiental en constante aumento los agricultores ven como una nueva alternativa el empleo de abonos orgánicos elaborados a base de aquellos materiales que normalmente son considerados desecho con el fin de mejorar la situación nutricional del suelo, la calidad del pasto libre de químicos a la vez que se contribuye con el medio ambiente. Sin embargo, aún persiste duda entre los agricultores en cuanto a la efectividad de estos abonos ya que han trabajado con fertilizantes químicos por años y es difícil adaptarse a un nuevo sistema de fertilización. Por esta razón, es interesante e importante evaluar tanto fertilizantes químicos como orgánicos en su desempeño, acción y efectos que pueden ocasionar en cultivos como el pasto el cual incide en la salud de los bovinos y en la calidad de los productos derivados de ellos para que de esta manera se pueda formar un criterio acerca de las ventajas y desventajas de los fertilizantes químicos frente a los orgánicos y viceversa.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. IMPORTANCIA DEL SECTOR GANADERO EN EL PAÍS

La ganadería en el Ecuador representa una parte importante de la producción agropecuaria la cual ha crecido significativamente desde 1980. La producción ganadera en un principio estuvo destinada al consumo doméstico y fue uno de los pocos productos agropecuarios encontrados en todo el país. Aunque la producción animal estaba ampliamente difundida, se practicaba generalmente en pequeñas parcelas de tierra.

Las regiones de la Costa y del Oriente se dedican principalmente a la explotación de ganado de carne y doble propósito, mientras que el ganado lechero se encuentra mayormente en la Sierra, principalmente en los valles fértiles, como Riobamba, Cayambe, Machachi y la frontera con Colombia. El ganado de carne es relativamente nuevo en el Oriente, aunque grandes áreas son aptas para el pastoreo.

En la década de 1980 se observó un mejoramiento genético de las existencias con la introducción de razas europeas y asiáticas. “La raza nativa Creole representa alrededor de la mitad de todo el rebaño, siendo el resto cruzamientos entre Creole y Holstein, Brown Swiss o Jersey para leche, y Creole y Santa Gertrudis o Charolais para carne”. Sin embargo, la escasez de veterinarios y medicinas continúa siendo un problema mientras que las enfermedades y los parásitos son plagas en muchos rodeos. (Vera, 2002)

El sector pecuario del Ecuador es una base muy importante del desarrollo social y económico, satisface las demandas de la población en alimentos tan esenciales como la carne y la leche, y es fuente esencial de generación de mano de obra e ingreso. (Vera, 2002).

“La ganadería lechera es importante en la región interandina del Ecuador, su contribución al PIB pecuario en 1998 fue del 29%, otorgando empleo a más de 1.700.000 personas, con una inversión total estimada en 6.300 millones de dólares” (Vera, 2002). A pesar de ser un relevante contribuyente al producto interno bruto, tiene dificultades para mantener un desarrollo constante y sostenido debido a la mala y escasa alimentación suministrada a los bovinos, aún cuando nuestro país tiene condiciones favorables para producir pastos durante todo el año.

Para algunos autores, la baja productividad de la ganadería en la región se debe a la combinación de factores genéticos, aspectos sanitarios, prácticas de manejo y nutrición de los animales. En la nutrición, la limitada cantidad y calidad de forrajes disponible es el factor más limitante en el Ecuador. (Vera, 2002)

Por aspectos antes mencionados es importante fomentar el desarrollo de tecnologías que garanticen alta productividad por animal y por unidad de superficie mediante investigaciones. Estas tecnologías deben utilizar bajos insumos y gran énfasis en el desarrollo de leguminosas y gramíneas forrajeras adaptadas a las condiciones propias de la región, especialmente con relación al tipo de suelo, condiciones climáticas, plagas y enfermedades.

“La alimentación de los animales debe basarse en el uso de productos que no compitan con aquellos de consumo humano; los pastos son por lo tanto la fuente de alimento más económica para la ganadería” (Vera, 2002).

El aprovechamiento de los pastizales genera alimentos de origen animal reconocidos como más saludables. La alimentación o pastoreo, la suplementación estratégica, la sostenibilidad del sistema, y la contaminación ambiental, son temas cuyas problemáticas deben ser tomadas en cuenta para mejorar el manejo del ganado lechero en el país. (Vera, 2002).

1.2. ELABORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS, SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

1.2.1. Abonos Orgánicos. Definición e importancia

Los abonos orgánicos o bioabonos, son aquellas sustancias o compuestos de origen biógeno vegetal o animal que pertenecen al campo de la química orgánica, y que son en general incorporados directamente al suelo sin tratamientos previos. La aplicación de estiércoles y purines es una práctica tradicional de abonado orgánico, pero a pesar de la incorporación directa al suelo de estos residuos orgánicos puede ocasionar algún efecto beneficioso sobre la estructura y fertilidad de los suelos, no en todos los casos esto se cumple e inclusive el efecto puede ser perjudicial. Cuando se incorpora residuos orgánicos frescos o en proceso incipiente de biodegradación al suelo, el orden natural, conlleva a que se cumplan los procesos de mineralización. En algunos casos, se terminan favoreciendo los procesos anaerobios, con la consiguiente acidificación, movilización y pérdidas de nutrientes. (Sztern, 1999)

Por esta razón, para aprovechar el potencial que los desechos orgánicos tienen como abonos, estos deben pasar por un proceso previo antes de su integración al suelo, para que de esta manera el material que definitivamente se aporte, haya transcurrido por los procesos más enérgicos de la mineralización, se presente desde el punto de vista de la biodegradación de la forma más estable posible, y con los macro y micro nutrientes en las formas más asimilables posibles para los productores primarios.

1.2.2. Compost

Una de las técnicas que permite la biodegradación controlada de la materia orgánica previa a su integración al suelo es el *Compostaje* y el producto final es conocido como *Compost*. (Sztern, 1999)

La práctica del compostaje deriva probablemente del tradicional cúmulo de residuos en el medio rural, que se generaba en las tareas de limpieza y

mantenimiento de viviendas e instalaciones. Los desechos de las actividades de granja, agropecuarias y domiciliarias se acopiaban por un tiempo a la intemperie con el objetivo de que redujeran su tamaño para luego ser esparcidos empleándolos como abonos.

1.2.2.1. Definición

En términos generales el Compostaje se puede definir “como una biotécnica donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica”. La biodegradación es consecuencia de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición. Los productos finales de esta degradación dependerán de los tipos de metabolismo y de los grupos fisiológicos que hayan intervenido. (Sztern, 1999)

En una pila de material en compostaje, lo que debe prevalecer son los metabolismos respiratorios de tipo aerobio, evitando el surgimiento de procesos metabólicos anaeróbicos, debido a que los productos finales de este tipo no son adecuados para su aplicación agronómica por la pérdida de nutrientes.

Lo importante de este proceso es conducir esta biodegradación por rutas metabólicas que permitan la obtención de un producto final lo más apropiado posible, en el menor tiempo posible. Por lo tanto, el éxito de un proceso de compostaje, depende de la aplicación de los conocimientos microbiológicos, considerando a la pila de compost como un medio de cultivo. (Sztern, 1999)

1.2.2.2. Compostaje aeróbico

En este tipo de compostaje predominan los procesos metabólicos aeróbicos y la interacción de etapas mesotérmicas (10-40°C) con etapas termogénicas (40-75°C), lo cual implica la participación de microorganismos mesófilos y termófilos respectivamente. Las elevadas temperaturas que se producen en la pila o camellón, son consecuencia de la relación superficie/volumen de la misma y de la

actividad metabólica de los diferentes grupos fisiológicos participantes en el proceso. La biodegradación que se da es una sucesión natural de poblaciones de microorganismos que difieren en sus características nutricionales (quimioheterótrofos y quimioautótrofos), entre los que se establecen efectos sintróficos y nutrición cruzada. (Szttern, 1999)

Una pila o camellón presenta dos regiones o zonas importantes:

- La zona central o núcleo de compostaje, sujeta a los cambios térmicos más evidentes, y
- La corteza o zona cortical la cual rodea al núcleo y cuyo espesor depende de la compactación y textura de los materiales empleados.

El núcleo actúa como zona inductora sobre la corteza. Sin embargo, todos los procesos que se dan en el núcleo, no alcanzan la totalidad del volumen de la corteza. Considerando como criterio las temperaturas alcanzadas en el núcleo, se puede diferenciar las siguientes etapas:

- **Etapas de latencia**

Es la etapa inicial, desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con relación a la temperatura del material inicial. Este período, es evidente cuando el material ingresa fresco al compostaje. La duración de esta etapa es muy variable, ya que depende de numerosos factores tales como el estado inicial del material a descomponerse, la situación climatológica del sector, el diseño del camellón o parva. Con temperatura ambiente entre los 10°C y 12 °C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 24 a 72 horas. (Szttern, 1999)

- **Etapas mesotérmica 1 (10-40°C)**

En esta etapa, se destacan las fermentaciones facultativas de la microflora mesófila, en relación con oxidaciones aeróbicas (respiración aeróbica).

Intervienen en el proceso aerobios estrictos los cuales requieren concentraciones de oxígeno similares a la atmosférica (20%) y son importantes por su capacidad de producir antibióticos. Se dan también procesos de nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de Azufre, Fósforo, etc. La participación de hongos se da al inicio y al final del proceso, en zonas muy específicas de los camellones de compostaje. Esta etapa es particularmente sensible a la relación humedad-aireación. La actividad metabólica incrementa paulatinamente la temperatura. La falta de disipación del calor produce un incremento aún mayor y favorece el desarrollo de la microflora termófila que se encuentra en estado latente en los residuos. La duración de esta etapa es variable. (Sztern, 1999)

- **Etapa termogénica (40-75°C)**

La microflora termófila sustituye a la mesófila debido a la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos. Normalmente en esta etapa, se eliminan todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables. Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El dióxido de carbono se produce en volúmenes importantes que difunden desde el núcleo a la corteza. Este gas, participa en el control de larvas de insectos ya que la concentración que alcanza es letal para las larvas especialmente en las zonas más ricas en proteínas que es donde se produce la puesta de insectos. Conforme el ambiente se hace totalmente anaerobio, los grupos termófilos que intervienen en el proceso, entran en fase de muerte. Como esta etapa es muy importante para la higienización del material, es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de nutrientes. (Sztern, 1999).

- **Etapa mesotérmica 2**

O etapa de maduración. En esta fase comienza el descenso de la temperatura debido al agotamiento de nutrientes y la consecuente desaparición de los microorganismos termófilos. Cuando la misma se sitúa aproximadamente a temperaturas iguales o inferiores a los 40°C se desarrollan nuevamente los

microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación, tales como la celulosa y lignina restante en las pajas. La temperatura descenderá gradualmente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta estable biológicamente y se da por concluido el proceso. (Sztern, 1999).

Es importante tomar en cuenta ciertos parámetros de calidad que permiten diagnosticar el compost que se ha obtenido.

Tabla 1. Parámetros de control de estabilidad del Compost

Temperatura	Estable
Color	Marrón oscuro-negro ceniza
Olor	Sin olor desagradable
pH	Alcalino
C/N	≥ 20
Número de termófilos	Decreciente a estable
Respiración	$0 < 10$ mg/g composta
Media	$0 < 7.5$ mg/composta
ATP	Decreciendo a estable
Actividad de enzimas hidrosolubles	Incrementándose-estable
Polisacáridos	$< 30-50$ mg glúcidos/g peso seco
Reducción de azúcares	35%
Germinación	< 8
Nemátodos	Ausentes

* Sztern, 1999

Es importante remover las pilas del material durante el proceso debido a que las etapas anteriormente mencionadas no se cumplen en toda la masa en compostaje, de manera que el material que se presenta en la corteza, pase a

formar parte del núcleo. Estas remociones y reconfiguraciones de las pilas permiten airear el material, lo que provoca que la secuencia de etapas descrita se presente por lo general más de una vez. Desde el punto de vista microbiológico la finalización del proceso de compostaje se tipifica por la ausencia de actividad metabólica. Las poblaciones microbianas se presentan en fase de muerte por agotamiento de nutrientes. La biomasa puede permanecer constante por un cierto período aún cuando la gran mayoría de la población se haya hecho no viable. (Sztern, 1999).

1.2.2.3. Características de los residuos a compostar

Es importante detallar las características que son consideradas relevantes de los residuos, ya que inciden en forma directa en la evolución del proceso y en la calidad del producto final.

- **Relación Carbono-Nitrógeno (C/N)**

“La relación C/N, expresa las unidades de Carbono por unidades de Nitrógeno que contiene un material”. El Carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción. (Sztern, 1999).

Una relación C/N óptima de material "crudo o fresco" a compostar es de 25 unidades de Carbono por una unidad de Nitrógeno, es decir $C(25)/N(1) = 25$ es decir, una relación C/N inicial de 20 a 30 se considera como adecuada para iniciar un proceso de compostaje. Si la relación C/N está en el orden de 10 indica que el material tiene relativamente más Nitrógeno. Si la relación es de por ejemplo 40, manifiesta que el material tiene relativamente más Carbono. (Sztern, 1999)

Los residuos de origen vegetal, presentan por lo general una relación C/N elevada mientras que los residuos de origen animal presentan por lo general una baja relación C/N.

- **Base seca**

En algunas ocasiones puede suceder que el material disponible no presente una relación C/N inicial apropiada para el compostaje, para lo cual es aconsejable realizar una mezcla con otros materiales para lograr una relación apropiada. Este procedimiento se conoce como *Balance de Nutrientes*. (Sztern, 1999)

Con respecto al Balance de Nutrientes se pueden obtener las siguientes reglas básicas:

1. Utilizando materiales con una buena relación C/N, no es necesario realizar mezclas.
2. Los materiales con relativo alto contenido en Carbono deben mezclarse con materiales con relativo alto contenido en Nitrógeno y viceversa.

- **Estructura y tamaño de los residuos**

Algunos materiales al momento de interesar al proceso de compostaje pierden su estructura física rápidamente como es el caso de las excretas, pero hay otros que son muy resistentes como materiales leñosos y fibras vegetales. Cuando se da este caso, la superficie de contacto entre el microorganismo y los desechos es muy baja. (Sztern, 1999)

Para situaciones como ésta, es recomendable hacer una mezcla de este tipo de residuos con otros que tengan una estructura física diferente y menos resistente para que de esta manera la superficie de contacto aumente. Como por ejemplo se puede mezclar excretas con restos de poda en proporciones que permitan una buena relación C/N. (Sztern, 1999)

Si no se dispone de excretas u otro material de similares características, se debe recurrir al procesamiento del material. Para esto se emplean trituradoras o

chipeadoras con las cuales se obtienen tamaños adecuados para descomposición. Los diámetros óptimos están entre los 20 a 10 mm.

No es aconsejable diámetros inferiores a 3 mm, ya que “la acumulación de materiales con estos diámetros tienden a compactarse en los asentamientos de las parvas, con lo que disminuye en forma importante la capacidad de intercambio gaseoso” (Sztern, 1999).

- **Humedad**

El contenido de humedad que poseen los desechos orgánicos antes de ser sometidos al proceso de compostaje es muy variable, como es el caso de las excretas y los estiércoles, donde el contenido de humedad está estrechamente relacionado con la dieta del animal. Si la humedad inicial de los residuos es superior a un 50%, el material debe perder humedad antes de conformar la pila. Para esto se puede extender el material en capas delgadas o también se lo puede mezclar con desechos secos. (Sztern, 1999)

La humedad óptima para una biodegradación con participación adecuada de la respiración aeróbica, se sitúa en el orden del 15% al 35% (del 40% al 60%, si se puede mantener una buena aireación). Si se presenta una humedad superior a los valores indicados el medio se volvería anaerobio, originando los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Si la humedad se sitúa en valores inferiores al 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento. (Sztern, 1999)

La humedad adecuada para cada etapa, depende de la naturaleza, compactación y textura de los materiales de la pila. Los materiales fibrosos y finos retienen mayor humedad y aumentan la superficie específica de contacto.

- **pH**

El rango de pH tolerado por las bacterias se encuentra entre 6,5 y 7,5, ligeramente ácido o ligeramente alcalino, así, existen grupos fisiológicos resistentes a valores extremos. Sin embargo, pH cercano al neutro permite el desarrollo adecuado de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de pH inferiores a 5,5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los microorganismos. De igual modo sucede con valores superiores a 8 (alcalinos) haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos. (Sztern, 1999)

- **Aireación**

La aireación al igual que la relación C/N es uno de los principales parámetros a controlar en el proceso de compostaje aeróbico.

Se debe procurar que la concentración de oxígeno alrededor de las partículas no baje a valores inferiores al 20% ya que son condiciones favorables para ocasionar fermentaciones y respiraciones anaeróbicas.

Un signo que diagnostique esta situación es la aparición de olores nauseabundos, producto de respiraciones anaeróbicas (degradación por la vía de putrefacción, generación de dihidruro de azufre) o fuerte olor a Amoníaco producto de la Amonificación. A pesar de que la masa de compostaje posea una adecuada relación C/N el proceso anaeróbico se puede producir si hay exceso de humedad o también demasiada compactación del material. En estas situaciones, se debe proceder de inmediato a suspender los riegos y a la remoción del material y a la reconfiguración de los camellones. (Sztern, 1999)

1.2.2.4. Diseño del camellón o parva

Es importante caracterizar adecuadamente los residuos disponibles a compostar, como por ejemplo el asegurar que los residuos estén libres de contaminantes

químicos. Esta situación no es frecuente en desechos provenientes de la actividad agropecuaria, pero puede presentarse en algunos residuos de origen agroindustrial y en residuos sólidos domiciliarios.

No es aconsejable la conformación de parvas o camellones de pequeños volúmenes, ya que las fluctuaciones de temperatura en estos volúmenes son muy bruscas. No se debe conformar camellones con base inferior a los 2 m (dos metros). Como regla general, se debe tomar como altura la mitad de la base, lo que permitirá obtener una buena relación Superficie/Volumen. (Sztern, 1999)

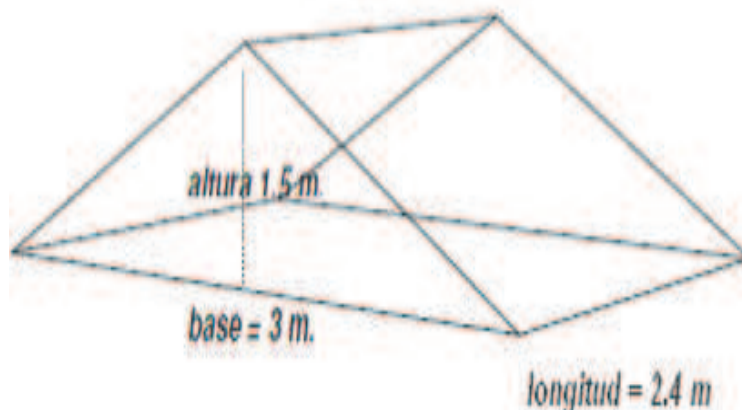


Figura 1. Estructura de un camellón o parva de compost.

1.2.2.5. Preparación del compost

Para la elaboración del camellón o parva se debe colocar los ingredientes en el siguiente orden:

- Material vegetal (residuos de cosechas, hojas, etc.)
- Material animal (estiércol, gallinaza, etc.)
- Material vegetal
- Cal agrícola

- Melaza
- Material animal
- Material vegetal

Esta secuencia se repetirá las veces que sean necesarias hasta que la parva alcance la altura requerida.

1.2.2.6. Tiempo de Compostaje (Tc)

“Se entiende por Tiempo de Compostaje (Tc), el transcurrido desde la conformación de una parva o camellón hasta la obtención de Compost estable.”(Sztern, 1999)

El Tc, varía según las características de los residuos a compostar, las condiciones climatológicas (temperatura, ambiente, % de humedad relativa, etc.); manejo físicoquímico; manejo microbiológico y características del producto final que se desea obtener.

1.2.2.7. Rendimientos

En términos generales, durante el proceso de compostaje se produce una pérdida del orden del 6 a 10% del volumen inicial de residuos, debido a los procesos bioquímicos y a la manipulación del material. (Sztern, 1999)

1.2.3. Bocashi

La elaboración del abono tipo Bocashi se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos y temperaturas controladas orgánicos a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos, que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición. La elaboración de este abono fermentado presenta algunas ventajas en comparación con otros abonos orgánicos:

- No se forman gases tóxicos ni malos olores.
- El volumen producido se puede adaptar a las necesidades.
- No causa problemas en el almacenamiento y transporte.
- Desactivación de agentes patógenos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos como causantes de enfermedades.
- El producto se elabora en un periodo relativamente corto (dependiendo del ambiente en 12 a 24 días).
- El producto permite ser utilizado inmediatamente después de la preparación.
- Bajo costo de producción. (Sztern, 1999)

1.2.3.1. Etapas en la elaboración del Bocashi.

En el proceso de elaboración del Bocashi hay dos etapas bien definidas:

- **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 (nutrientes). (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

- **Estabilización**

Solamente sobresalen los materiales que presentan mayor dificultad para degradarse a corto plazo para luego llegar a su estado ideal para su inmediata utilización.

1.2.3.2. Factores principales.

- **Temperatura**

Está en función del incremento de la actividad microbiana del abono, que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas de haberse

preparado el abono debe presentar temperaturas superiores a 50°C, pero menos de los 80 °C ya que si alcanza esta temperatura el material se quema y pierde los nutrientes para el suelo y por ende su utilidad. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

- **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. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

- **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 aireación y consecuentemente se obtiene un producto de mala calidad. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

- **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 negativo para la obtención de un buen abono orgánico fermentado. Cuando la mezcla tiene demasiadas partículas pequeñas, se puede agregar relleno de paja o carbón vegetal. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

- **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. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

- **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. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

1.2.3.3. Ingredientes básicos en la elaboración del bocashi.

La composición del Bocashi puede variar considerablemente y se ajusta a las condiciones y materiales existentes en la comunidad o a lo que cada productor dispone en su finca; es decir, no existe fórmula fija para su elaboración. Lo más importante es el entusiasmo, creatividad y la disponibilidad de tiempo por parte del fabricante. Entre los ingredientes que pueden formar parte de la composición del abono orgánico fermentado están los siguientes:

- **Gallinaza**

La gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración del Bocashi. El aporte consiste en mejorar las características de la fertilidad del suelo con nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro. Dependiendo de su origen, puede aportar otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad. La mejor gallinaza es de cría de gallinas ponedoras bajo techo y con piso cubierto. La gallinaza de pollos de engorde presenta residuos de coccidiostáticos y antibióticos que interfieren en el proceso de fermentación. También pueden sustituirse o incorporarse otros estiércoles; de

bovinos, cerdo, caballos y otros, dependiendo de las posibilidades en la comunidad o finca. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

- **Cascarilla de arroz**

La cascarilla de arroz mejora la estructura física del abono orgánico, facilitando la aireación, absorción de la humedad de la filtración de nutrientes en el suelo. También favorece el incremento de la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra, y al mismo tiempo estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. La cascarilla de arroz es una fuente rica en sílice, lo que confiere a los vegetales mayor resistencia contra el ataque de plagas y enfermedades. A largo plazo, se convierte en una constante fuente de humus. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

La cascarilla de arroz, puede alcanzar, en muchos casos, hasta una tercera parte del total de los componentes de los abonos orgánicos. En caso de no estar disponible, puede ser sustituida por la cascarilla de café, paja, abonos verdes o residuos de cosecha de granos básicos u hortalizas.

- **Afrecho de Arroz o Semolina**

Estas sustancias favorecen en alto grado la fermentación de los abonos y que es incrementada por el contenido de calorías que proporcionan a los microorganismos y por la presencia de vitaminas en el afrecho de arroz. El afrecho aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

En caso de no disponer el afrecho de arroz, puede ser sustituido por concentrado para cerdos de engorde.

- **Carbón**

El carbón mejora las características físicas del suelo en cuanto a aireación, absorción de humedad y calor. Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra; al mismo tiempo funciona como esponja con la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles de la planta, disminuyendo la pérdida y el lavado de los mismos en el suelo. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

Se recomienda que las partículas o pedazos del carbón sean uniformes de 1 cm y 2 cm de diámetro y largo respectivamente.

- **Melaza**

La melaza es la principal fuente de energía de los microorganismos que participan en la fermentación del abono orgánico, favoreciendo la actividad microbiológica. La melaza es rica en potasio, calcio, magnesio y contiene micronutrientes, principalmente boro. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

- **Suelo**

El suelo es un componente que nunca debe faltar en la formulación de un abono orgánico fermentado. En algunos casos puede ocupar hasta la tercera parte del volumen total del abono. Es el medio para iniciar el desarrollo de la actividad microbiológica del abono, también tiene la función de dar una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

Otra función del suelo es servir de esponja, por tener la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes a las plantas de acuerdo a sus necesidades. El suelo, dependiendo de su origen, puede variar en el tamaño de partículas, composición química de nutrientes e inoculación de microorganismos. Las partículas grandes del suelo como piedras, terrones y pedazos de palos

deben ser eliminados. El suelo debe obtenerse a una profundidad no mayor de 30cm, en las orillas de las labranzas y calles internas. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

- **Cal Agrícola**

La función principal de la cal es regular el nivel de acidez durante todo el proceso de fermentación, cuando se elabora el abono orgánico. Dependiendo del origen, puede contribuir con otros minerales útiles de la planta. La cal puede ser aplicada al tercer día después de haber iniciado la fermentación. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

- **Agua**

El efecto del agua es crear las condiciones favorables para el desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de la fermentación. También tiene la propiedad de homogeneizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono. Tanto el exceso como la falta de humedad son perjudiciales para la obtención de un buen abono orgánico fermentado. La humedad ideal, se logra gradualmente agregando cuidadosamente el agua a la mezcla de los ingredientes. La forma más práctica de probar el contenido de humedad, es a través de la prueba del puñado, la cual consiste en tomar con la mano una cantidad de la mezcla y apretarla. No deberán salir gotas de agua de los dedos pero se deberá formar un terrón quebradizo en la mano. Cuando tenga un exceso de humedad, lo más recomendable es aumentar la cantidad de cascarilla de arroz o de café a la mezcla. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

1.2.3.4. Lugar de preparación del abono

Los abonos orgánicos deben prepararse en un local protegido de lluvias, sol y el viento, ya que interfieren en forma negativa en el proceso de fermentación. El local ideal es una galera con piso ladrillo o revestido con cemento, por lo menos

sobre piso de tierra bien firme, de modo que se evite la pérdida o acumulación excesiva de humedad donde se fabrica. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

1.2.3.5. Tiempo en la fabricación

Algunos agricultores gastan en la fabricación del abono orgánico 12 a 20 días. Comúnmente en lugares fríos el proceso de duración dura más tiempo que en lugares cálidos. El tiempo requerido depende del incremento de la actividad microbiológica en el abono, que comienza con la mezcla de los componentes. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

1.2.3.6. Preparación del bocashi

Después de haber determinado la cantidad de abono orgánico fermentado a fabricar y los ingredientes necesarios, se procede a ubicarlos de la siguiente manera:

- Los ingredientes se colocan ordenadamente en capas tipo pastel
- La mezcla de los ingredientes se hace en seco en forma desordenada

Los ingredientes se subdividen en partes iguales, obteniendo dos o tres montones para facilitar su mezcla. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

En los tres casos el agua se agrega a la mezcla hasta conseguir la humedad recomendada. Al final en cualquiera de los casos la mezcla quedará uniforme.

1.2.3.7. Fermentación del bocashi

Una vez terminada la etapa de la mezcla de todos los ingredientes del abono y controlada la uniformidad de la humedad, la mezcla se extiende en el piso, de tal forma que la altura del montón no sobrepasa los 50cm. Se recomienda cubrir el abono con sacos de fibra o un plástico durante los tres primeros días con el objetivo de acelerar la fermentación. La temperatura del abono se debe controlar todos los días con un termómetro, a partir del segundo día de su fabricación. No

es recomendable que la temperatura sobrepase los 50 °C. La temperatura en los primeros días de fermentación tiende a subir a más de 80 °C, lo cual no se debe permitir. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

Para evitar temperaturas altas se recomienda hacer dos volteadas diarias, una por la mañana y otra por la tarde. Todo esto permite dar aireación y enfriamiento al abono hasta lograr la estabilidad de la temperatura que se logra el quinto y el octavo día. Después se recomienda dar una volteada al día. A los 10 a 15 días, el abono orgánico fermentado ya ha logrado su maduración y la temperatura del abono es igual a la del ambiente, su color es gris claro, seco, con un aspecto de polvo arenoso y de consistencia suelta. (Cooperación Técnica Alemana, 2008).

1.2.4. Té de estiércol

El té de estiércol es una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido, mediante un proceso de fermentación aeróbica. Durante la elaboración del té, el estiércol suelta sus nutrimentos en el agua y así estos se hacen disponibles para las plantas. (Suquilanda, 2003).

1.2.4.1. Materiales para la elaboración del té de estiércol

Para la elaboración del té de estiércol, se requieren los siguientes materiales:

- 1 caneca o tanque de plástico con capacidad para 200 litros. Si el tanque es de metal procurar pintar por dentro con pintura anticorrosiva o ponerle delgada capa de cemento para evitar la formación de óxidos.
- 1 costal o saquillo de yute o polipropileno
- 11.36 kilos (25 libras) de estiércol fresco (vacuno)
- 4 kilos de Sulfato de potasio y magnesio (Sulphomag)
- 4 kilos de leguminosa fresca y picada
- 1 litro de leche
- 1 litro de melaza
- 1 libra de levadura para pan
- 1 piedra 5 – 8 kilos de peso

- 1 cordel de 2 metros
- 1 pedazo de costal o saquillo para cerrar la boca de la caneca. (Suquilanda, 2003).

1.2.4.2. Elaboración del té de estiércol

Para la elaboración del té de estiércol se procede de la siguiente manera:

- Colocar en el costal las 25 libras de estiércol fresco, agregar los 4 kilos de leguminosa picada y los 4 kilos de Sulphomag, luego colocar dentro una piedra (para dar peso), amarrar bien el costal con la cuerda dejando una de sus puntas de 1,5 m de largo (se asemejará a una gran bolsa de té).
- Seguidamente meter el costal con el estiércol en un tanque con capacidad para 200 litros, agregar la leche, la melaza y los 2 litros de levadura agitando vigorosamente para que estos materiales se diluyan.
- Tapar la boca de la caneca o tanque con un pedazo de costal, lienzo o plástico (procurar que a la mezcla penetre oxígeno) y dejar fermentar por dos semanas.
- Concluido el periodo de fermentación, sacar el costal de la caneca procurando exprimirlo. De esta manera, el té de estiércol está listo para ser utilizado. (Suquilanda, 2003).

1.2.4.3. Uso y manejo del té estiércol

Para aplicar este abono, deben hacerse diluciones, por ejemplo para cultivos hortícolas y de ciclo corto se aplicará en diluciones entre el 10 y el 25% y para frutales (banano, cítricos, etc), cacao, palma africana, coco, palmito, de acuerdo a su estado pueden hacer aplicaciones que oscilen entre el 20 y 50%. (Suquilanda, 2003).

Las aplicaciones se pueden realizar al follaje de los cultivos cada 8 a 15 días, mediante aspersiones con una bomba de mochila manual o a motor, para pequeñas extensiones se pueden hacer aplicaciones con el auxilio de una

regadera, dirigiéndose el chorro en banda del cultivo o alrededor de las plantas frutales (hasta donde se extienden las ramas). (Suquilanda, 2003).

También puede aplicarse este abono a través de la línea de riego por goteo (200 litros/ha) cada 15 días, tanto en los cultivos hortícolas, florícolas, frutales de ciclo corto, café, cacao, etc. (Suquilanda, 2003).

1.2.5. Microorganismos catalizadores de abonos orgánicos

Los sistemas tradicionales para el procesamiento de materia orgánica están destinados a la elaboración de abonos orgánicos, los cuales se encuentran sujetos a procesos incompletos de tal manera que la biodisponibilidad orgánica y mineral se cumple solamente en una pequeña parte. (BioCiencia, 2008). La razón de tal afirmación es que, en la generalidad de estos sistemas o métodos están involucrados:

- Temperaturas extremas (8 °C – 80 °C)
- Condiciones de pH que van considerablemente bajos hasta altos y viceversa
- Acumulación y potencialización de sales
- Ruptura y precipitación de moléculas orgánicas frágiles o inestables
- Desdoblamiento de moléculas activas de pesticidas en muchos de los casos
- Poca consolidación en la secuencia de potencialización de materia orgánica
- Multiplicación de fitopatógenos o microorganismos nocivos.
- Mínima participación de eslabones del proceso de formación de abonos orgánicos. (BioCiencia, 2008)

Por esta razón, la utilización de biocatalizadores de abonos orgánicos permite acelerar el proceso de biodegradación de tal manera que se obtiene el producto en un tiempo menor al que normalmente se requiere. Estos biocatalizadores garantizan la estabilidad de elementos activos presentes en los abonos. Su versatilidad ocasiona el desdoblamiento, ruptura, descomposición de las sustancias orgánicas con las que toman contacto. (BioCiencia, 2008)

1.2.5.1. Composición

Los microorganismos más importantes que componen este producto son los siguientes:

- Acetobacter sp.
- Acidomonas sp.
- Actinomyces spp.
- Aminobacter sp.
- Bacillus amyloliquiefaciens
- Bacillus pasteurii
- Bacillus laevolacticus
- Bacillus mycoides
- Burkholderia cepacia
- Citrobacter sp.
- Clostridium sp.
- Lactobacillus spp.
- Hypocrea sp.
- Nitrospira sp.
- Pseudomonas fluorescens
- Pseudomonas putida
- Rhizobium spp.
- Rhodotorula sp.
- Saccharomyces spp.
- Trichoderma lignorum sp.
- Trichoderma spp.
- Nutrientes primarios: Nitrógeno orgánico 4%; Fósforo orgánico 1%; Potasio 3%
- Micronutrientes: B, Ca, Cr, Fe, Mg, Mn, S, Vn, Ni, Mo, Li, Zn, etc.
- Bacto – Citoquin 1%
- Bacto – Auxin 0.8%
- Pectinasas, ligninasas, proteasas. (BioCiencia, 2008)

1.2.5.2. Dosificación

En función del tipo de materia a descomponer, se recomiendan de 1 a 2 ml por litro de agua. Posteriormente este volumen debe completarse a un volumen de 15 a 20 litros de agua y luego debe aplicarse en pilas previamente preparadas de compost, bocashi o abonos líquidos. (BioCiencia, 2008)

1.2.5.3. Modo de acción

Estos microorganismos poseen una potente acción de descomposición de materia orgánica, bioremediativa, reconstitutiva, bioestimulativa, así como también de un importante biomecanismo inductivo en la dotación de elementos base de cadenas tróficas. (BioCiencia, 2008)

Estos componentes acondicionan moléculas de ingredientes activos haciéndolos medioambientalmente más compatibles para que puedan liberarse a sitios no involucrados por la actividad del agroquímico.

Reducen el volumen de materia orgánica y catalizan la ruptura de moléculas orgánicas para obtener productos más simples usados en sucesivas cadenas tróficas. (BioCiencia, 2008)

1.3. ANÁLISIS DEL SUELO

1.3.1. El Suelo

Las hierbas forrajeras así como cualquier cultivo son importantes al momento de realizar un análisis a nivel físico, químico y biológico de los suelos. De igual manera, los pastos responden positivamente si se prepara adecuadamente el terreno, se realizan labores culturales y se da una adecuada fertilización. (León, 2003).

1.3.2. Forrajes

1.3.2.1. Concepto de forraje

Según León (2003), el concepto de forraje comprende todo aquello que sirve como alimento a los animales domésticos, por lo que a los forrajes se les ha clasificado de acuerdo a su origen en:

- **Mineral:** sal común, fosfatos, úrea, etc.
- **Animal:** harina de sangre, harina de pescado, leche descremada, gallinaza, etc. se emplean en ganaderías de alta producción.
- **Vegetal:** Existen tres grupos:
 - **Residuos industriales:** de cervecería, de la molienda de trigo, de la industria azucarera, tortas de fabricación de aceites.
 - **Alimentos concentrados:** avena, maíz, trigo, sorgo, alfaharina.
 - **Plantas forrajeras:** alimento principal de los animales herbívoros, que a su vez pueden clasificarse de diferentes maneras:
 - **De pastoreo:** Son aquellas especies que pueden ser tomadas directamente del suelo por los animales. Esta forma de alimentación es la más accesible económicamente, típico de nuestro país. Los potreros deben estar formados por plantas resistentes al pisoteo y de ellas, las especies rastreras o cespitosas son las más convenientes. Ej: kikuyo, trébol blanco, micay, etc.
 - **De corte:** Crecen en forma de matas y deben ser cortadas previamente antes de suministrarlas al ganado, sea en forma verde, henificadas o ensiladas. Ej: alfalfa, maíz, king grass, etc. (León, 2003).

1.3.2.2. Calidad de forraje

El INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) define la calidad de los pastos como: el potencial alimenticio de una planta para poder satisfacer las

necesidades corporales con relación a mantenimiento y producción de los animales que lo consumen. (León, 2003).

La producción, que comprende la ganancia de peso y la producción de leche está directamente relacionada con la calidad de forraje. Si se suministra al ganado un forraje de bajo contenido nutricional el estado anímico del mismo se verá afectado y por ende bajará la producción de leche. (León, 2003).

La calidad de forraje, depende: del valor nutritivo del forraje (34%), el cual a su vez depende de la composición química y la digestibilidad; y del consumo voluntario (66%), que se encuentra directamente relacionado con palatabilidad, presión de pastoreo, efectos del medio ambiente sobre el animal y de las características fisiológicas del animal. (León, 2003).

Las leguminosas y gramíneas de clima frío satisfacen los requerimientos de composición química y digestibilidad de una vaca lechera de producción media. Les siguen en orden decreciente de calidad, los cereales forrajeros y las anuales de clima cálido como maíz y sorgo. (León, 2003).

1.3.2.3. Factores que controlan la producción de los pastos

Para el establecimiento de una pastura se consideran cinco factores que de igual manera influyen en la cantidad de pasto producido y estos son: clima, suelo, especie forrajera, factores bióticos y labores de cultivo. Estos factores inciden en los procesos metabólicos, en el rendimiento y en la calidad del cultivo. (León, 2003).

1.4. ANÁLISIS FINANCIERO

La elaboración de abonos orgánicos tiene no solo como finalidad aprovechar los recursos naturales disponibles y hacerlos útiles en la producción de alimento de mejor calidad sino también permite al productor mejorar su situación financiera debido a que estos fertilizantes son naturales y por lo tanto no tienen un valor comercial como sucede con los fertilizantes químicos.

Debido a que la situación económica mundial se encuentra en una fase de crisis los precios de los insumos y en especial agrícolas se han elevado en un porcentaje considerable, lo que ha obligado al agricultor mirar otras alternativas menos costosas que le permitan obtener su producto en muy buenas condiciones de calidad. Por esta razón, la producción de abonos como composta, bocashi, té de estiércol ha sido muy satisfactoria ya que no exige una inversión costosa y se obtienen excelentes resultados.

Es muy importante que el productor realice un análisis en el que se detalle el costo de producción de pastos y forrajes con la utilización de fertilizantes químicos y el costo de producción con empleo de fertilizantes orgánicos para que de esta manera se pueda observar la diferencia en cuanto a inversión económica y rendimiento entre estas alternativas y así optar por la mejor.

La importancia de realizar un análisis financiero radica en determinar los beneficios o pérdidas que pueden resultar de la producción de fertilizantes orgánicos y compararlos con los resultados que se obtienen al emplear fertilizantes químicos con el objetivo de apoyar de la mejor manera la toma de decisiones.

El análisis financiero es una herramienta que le permite al productor tomar decisiones a futuro en cuanto a expansión o cierre del proyecto, rentabilidad del producto, etc., y conforme se siga este proceso se obtendrán informes anuales que respaldarán con mayor precisión las decisiones que se tomen a futuro.

Es muy importante comparar entre sí el período de producción empleando fertilizante químico y el período de producción utilizando fertilizante orgánico para determinar el presupuesto que se encuentre más acorde a la situación económica actual del productor. Se deben analizar tendencias, índices o razones financieras cuyos resultados son graficados para tener una mejor interpretación y por consiguiente tomar la mejor decisión.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

2.1.1. Ubicación geográfica

Durante el desarrollo del proyecto se determinaron las coordenadas geográficas de la hacienda El Chaparral por medio del sistema satelital Google Earth para obtener una fotografía del lugar y su entorno.

2.1.2. Situación meteorológica

La hacienda El Chaparral se encuentra en una zona climática fría lluviosa, sin embargo, se requirió de información climatológica precisa debido a la importancia de este factor en el desarrollo del proyecto. Para cumplir este objetivo el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) proporcionó información referente al comportamiento climático en la zona de Tambillo entre los años 2004 y 2007.

2.2. UTILIZACIÓN DE DESECHOS ANIMALES Y VEGETALES PARA LA ELABORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS.

En la hacienda El Chaparral la producción de leche es su principal actividad, para lo cual posee ganado bovino y extensiones de mezcla forrajera que sirven de alimento para los animales. Los desechos que resultan de las actividades diarias de la hacienda y que son idóneos para la elaboración de abonos orgánicos son:

- Estiércol de ganado
- Gallinaza
- Hojas, ramas, hortalizas
- Melaza

Considerando las composiciones químicas de cada uno de los elementos mencionados se procedió a elaborar los abonos en estudio para la posterior aplicación en el lote experimental.

2.3. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL FERTILIZANTE ORGÁNICO FRENTE A UN FERTILIZANTE AGROQUÍMICO.

Para evaluar los diferentes fertilizantes orgánicos frente al fertilizante químico se requiere detallar el proceso que se siguió en la elaboración de cada uno de estos abonos para su posterior análisis y comparación.

2.3.1. Compost

La elaboración de este fertilizante se llevó a cabo el 02 de septiembre de 2008. Para cumplir este propósito se utilizaron los siguientes sustratos:

- 20 carretillas de 40kg de estiércol vacuno
- 10 costales de 50kg de gallinaza
- 10 costales de 50kg de desechos vegetales (hojas, aserrín).
- 3 litros de melaza disueltos en 3 litros de agua
- 2,5 libras de cal

Para evitar la concentración excesiva de calor en el centro de la parva se instalaron 2 tubos plásticos de 2 m de altura previamente agujereados. Además se realizaron dos remociones: 30 de septiembre de 2008 y 12 de diciembre de 2008 con el propósito de distribuir el calor por toda la extensión de la parva y evitar su concentración en un solo sitio fermentativo.

Una vez instalados los tubos se cubrió la parva con un plástico de invernadero para concentrar el calor y evitar la entrada de roedores.

El 27 de octubre de 2008 se dosificó 30 ml en 20 litros de agua de microorganismos catalizadores contenidos en el producto Biocontrol Science BTA40 de la casa comercial BioCiencia con la finalidad de acelerar el proceso de descomposición e higienización del abono.

2.3.2. Bocashi

Al igual que el compost, este fertilizante se elaboró el 02 de septiembre de 2008. Para la preparación de la parva se utilizaron:

10 carretillas de 40 kg de estiércol vacuno
8 costales de 50 kg de gallinaza
8 costales de 50 kg de desecho vegetal (hojas, aserrín)
2,5 litros de melaza
2 libras de cal

Similar al diseño del compost, se instaló un tubo plástico agujereado en medio de la parva para evitar la concentración excesiva del calor en el interior.

El 30 de septiembre de 2008 y el 12 de diciembre de 2008 se realizaron las respectivas remociones en la parva para distribuir uniformemente el calor y evitar que se queme.

Si durante el proceso de descomposición e higienización no se realiza una adecuada remoción del material para facilitar la aireación existe la posibilidad de que el producto se incinere tanto en compost como en bocashi por la concentración excesiva de calor, por lo que el abono ya no sirve, debido a la pérdida de nutrientes.

Para reducir el tiempo de descomposición, el 27 de octubre de 2008 se aplicaron 30 ml disueltos en 20 litros de agua con el objetivo de acelerar el proceso de microorganismos catalizadores contenidos en el producto Biocontrol Science BTA40 de la casa comercial BioCiencia.

2.3.3. Té de estiércol

La preparación de este fertilizante se realizó el 22 de enero de 2009 empleando los siguientes materiales:

- 1 saquillo de 50 kg
- 25 lb = 11,36 kg de estiércol vacuno
- 4 kg de Sulfato de potasio y magnesio (Sulphomag)
- 1 litro de leche
- 1 litro de melaza
- 1 lb de levadura disuelta en 2 litros de agua
- 1 piedra de 7 kg aproximadamente
- 1 cordel
- 1 caneca de 200 litros de capacidad
- 1 pedazo de saquillo para cerrar

En el saquillo se colocó el estiércol y Sulphomag, se amarró con el cordel y se introdujo en la caneca permaneciendo el cordel afuera simulando una bolsa de té. Inmediatamente se añadió la melaza, la leche y la levadura agitando vigorosamente para que se diluyan y mezclen bien. Posteriormente, se cerró la caneca con el pedazo de saquillo.

2.3.4. Fertilizante químico completo 8-20-20 y úrea 46%N

Los fertilizantes completos como se los conoce son obtenidos químicamente, sin incorporación de materia orgánica fertilizante de origen animal o vegetal.

El fertilizante 8-20-20 y la úrea 46%N que se utilizan en la hacienda son fertilizantes granulados adquiridos en el Banco Nacional de Fomento en sacos de 50 kg.

Este fertilizante contiene 8% de nitrógeno, 20% de fósforo y 20% de potasio. Para completar los requerimientos de nitrógeno se añadió úrea con 46% del elemento

en cuestión. Tanto el fertilizante como la úrea fueron mezclados homogéneamente para obtener el fertilizante final que fue aplicado en las parcelas.

2.3.5. Análisis de los fertilizantes orgánicos elaborados.

Una vez que los abonos orgánicos estuvieron listos para su aplicación el compost y el bocashi fueron sometidos a un análisis nutricional con 1 kg de muestra de cada uno en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), así como también el té de estiércol con 1 litro de muestra y adicionalmente este fertilizante fue sometido a un estudio bacteriológico en el Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical “Leopoldo Izquieta Pérez”.

2.3.6. Desarrollo del diseño experimental

El experimento se estableció en la hacienda El Chaparral ubicada en el Barrio El Belén, sector Tambillo. Se evaluaron cinco tratamientos que se generaron a partir de la combinación de compost, bocashi, té de estiércol y fertilizante químico 8-20-20 más úrea 46%N con la mezcla forrajera sembrada con anticipación cuya composición comprendió: pasto azul, trébol rojo, trébol blanco, alfalfa, pasto NAK, tetralitre II ryegrass y bison ryegrass.

Materiales

- Compost
- Bocashi
- Té de estiércol
- Fertilizante químico 8-20-20
- Úrea 46%N
- Mezcla forrajera

Tratamientos

- **T1:** Compost – mezcla forrajera
- **T2:** Bocashi – mezcla forrajera
- **T3:** Té de estiércol – mezcla forrajera
- **T4:** Fertilizante 8-20-20 más úrea 46%N – mezcla forrajera
- **T5:** Mezcla forrajera

2.3.7. Caracterización de la mezcla forrajera antes de la aplicación de los fertilizantes.

Antes de añadir los respectivos fertilizantes en las parcelas, se tomaron muestras aleatoriamente para determinar el peso, la longitud y pigmentación iniciales del pasto con el propósito de comparar esta información con la que se obtuvo después de aplicar los fertilizantes.

2.3.8. Diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones.

El lote experimental tuvo un área de 423,46 m², y cada parcela 39,44 m² aproximadamente, debido a que el terreno era irregular.

La ubicación de los tratamientos y las repeticiones se realizó aleatoriamente para evitar alguna alteración en el resultado final.

Cada tratamiento fue sometido a tres repeticiones de tal manera que el lote experimental se dispuso como se explica a continuación:

Tabla 2. Diseño del lote experimental con la distribución de los tratamientos y repeticiones.

	Lindero vecino (E)					
Criadero de (N) cerdos	T1R1	T3R1	T5R2	T2R2	T4R1	Potrero (S)
	T3R3	T4R3	T1R2	T5R1	T2R3	
	T2R1	T4R2	T5R3	T3R2	T1R3	
	Casa (O)					

2.3.9. Aplicación de los fertilizantes en el lote experimental

Tomando en cuenta la cantidad de fertilizante por hectárea que se debe aplicar en un lote, el día lunes 02 de marzo de 2009 se procedió a fertilizar cada una de las parcelas establecidas en el lote experimental.

Tabla 3. Aplicación de fertilizantes en ensayo

Fertilizante	Tratamiento	Referencia de aplicación			Cantidad aplicada	
		kg/m ²	qq/ha	l/ha	Kg	ml
Compost	T1	0,23	20-50		9	
Bocashi	T2	0,23	20-50		9	
Té estiércol	T3			4-5		300
Químico	T4	0,009	2		0,364	

T5: Testigo

No se aplicó ningún fertilizante.

Una vez realizada la fertilización, se esperaron 45 días aproximadamente para el próximo corte.

2.4. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS FRENTE A PRECIOS DE VENTA DE FERTILIZANTES QUÍMICOS.

Para analizar los costos de producción de los fertilizantes orgánicos frente al precio de venta del fertilizante químico se consideraron los siguientes factores: materiales directos, materiales indirectos, mano de obra (salarios), los cuales fueron analizados con el propósito de determinar los costos de producción de cada uno de los abonos orgánicos elaborados y una vez establecido el monto total, se comparó financieramente con el valor comercial del fertilizante químico.

Además, a nivel estadístico, los valores obtenidos fueron sometidos a evaluación para determinar con exactitud los resultados finales del diseño experimental.

Finalmente, se tomaron en consideración índices financieros tales como: VAN, TIR y punto de equilibrio para saber el grado de factibilidad del proyecto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

3.1.1. Ubicación geográfica

La hacienda El Chaparral, se encuentra a una latitud $0^{\circ}23'33.42''$ s y longitud $78^{\circ}33'44.43''$ s, en Tambillo, barrio El Belén, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha. Tiene una extensión de 31ha los cuales están divididos en dos partes: en la hacienda El Pegujal y la hacienda El Chaparral propiamente dicha.

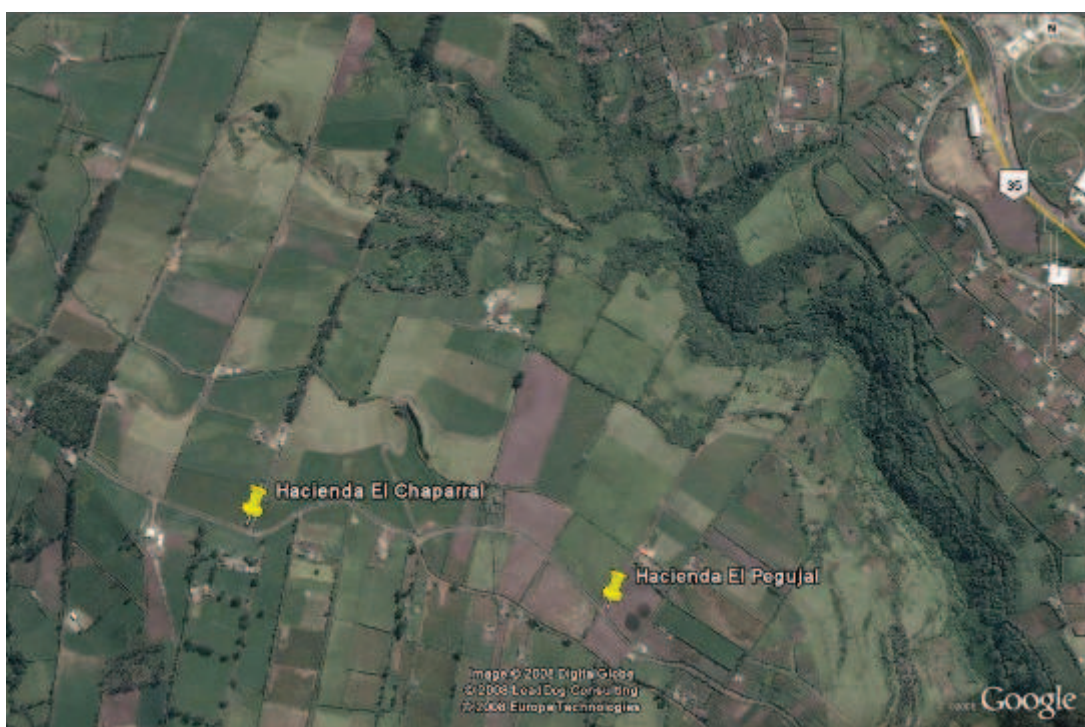


Figura 2. Foto satelital de las haciendas El Pegujal y El Chaparral
(Google Earth, 2008)

3.1.2. Situación meteorológica

El sector de Tambillo cuenta con un clima frío lluvioso con una normal al mes de 172,3 ml aproximadamente siendo los meses de mayor precipitación Febrero, Marzo, Noviembre y Diciembre. Presenta una temperatura promedio de 12°C, una humedad relativa que oscila entre el 70% y 80% y una nubosidad media de 6 octas.

Durante los últimos cinco años la situación climatológica de la zona no ha variado en gran escala a pesar de los cambios climáticos que se han venido presentando a causa de la contaminación que provoca el incremento del efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono. Sin embargo, en esta región, las épocas lluviosa y seca aún mantienen su período de duración similar a la de años anteriores en los que el factor contaminación todavía no ocasionaba problemas a nivel ambiental.

Las tablas que se presentan a continuación indican el comportamiento climático en la zona desde el año 2004 hasta el año 2007 tomando como referencia la estación Izobamba monitoreada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI):

Tabla 4. Comportamiento climático en la zona de Tambillo durante los años 2004 y 2005.

AÑO	MES	HELIOFANÍA (horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						
			Absolutas				Medias		
			Máxima	día	Mínima	día	Máxima	Mínima	Mensual
2004	DICIEMBRE	176,4	21,3	31	1	30	18,8	6,7	12,2
2005	DICIEMBRE	121,1			2,4	5	17,2	6,4	11,3

* INAMHI, 2008

Tabla 5. Variación de la precipitación en la zona de Tambillo durante los años 2004 y 2005.

AÑO	MES	PRECIPITACIÓN (mm)		
		Suma	Máxima en	
		Mensual	24 horas	día
2004	DICIEMBRE	187,7	71,4	14
2005	DICIEMBRE	159,4	26,6	25

* INAMHI, 2008

Tabla 6. Comportamiento climático en la zona de Tambillo durante los años 2006 y 2007.

AÑO	MES		TEMPERATURA (°C)					
			Día	Normal	Mes	Máxima Absoluta	día	Mínima Absoluta
2006	DICIEMBRE	20	12,2	12,3	19,9	11	5	5
2007	DICIEMBRE	15	12,2	11,9	19,2	10	0,5	5

* INAMHI, 2008

Tabla 7. Variación de la precipitación en la zona de Tambillo durante los años 2006 y 2007.

AÑO	MES	PRECIPITACIÓN (mm)		
		Normal	Mes	Máxima 24h.
2006	DICIEMBRE	129	172,3	31,2
2007	DICIEMBRE	129	117,8	25,8

* INAMHI, 2008

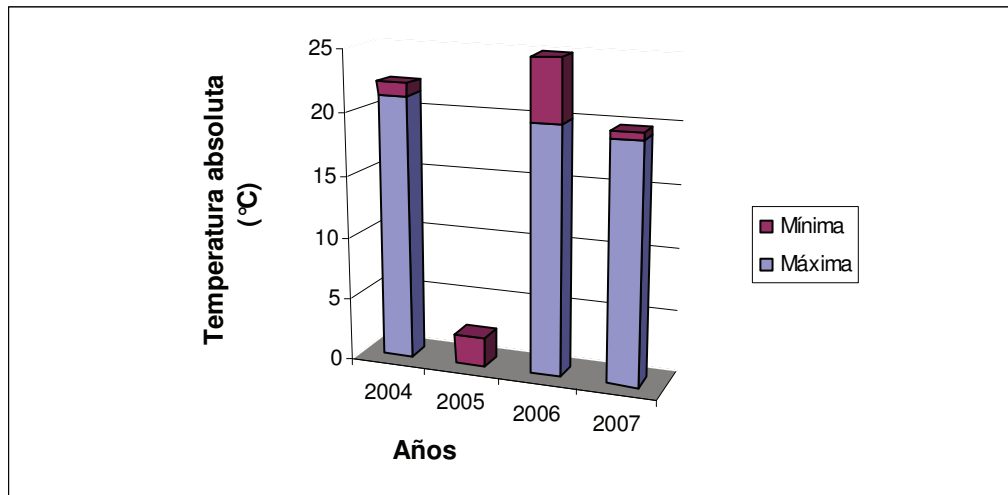


Figura 3. Variación de Temperatura desde el año 2004 hasta el año 2007.

Como se puede observar en el gráfico, la variación de la temperatura mínima durante los años 2004 – 2006 se ha ido incrementando, sin embargo, en el año 2007 vuelve a descender incluso por debajo de la temperatura registrada en el 2004. Por otro lado, la temperatura máxima registra una disminución leve durante estos últimos años terminando en diciembre del 2007 con dos grados menos que en diciembre del 2004.

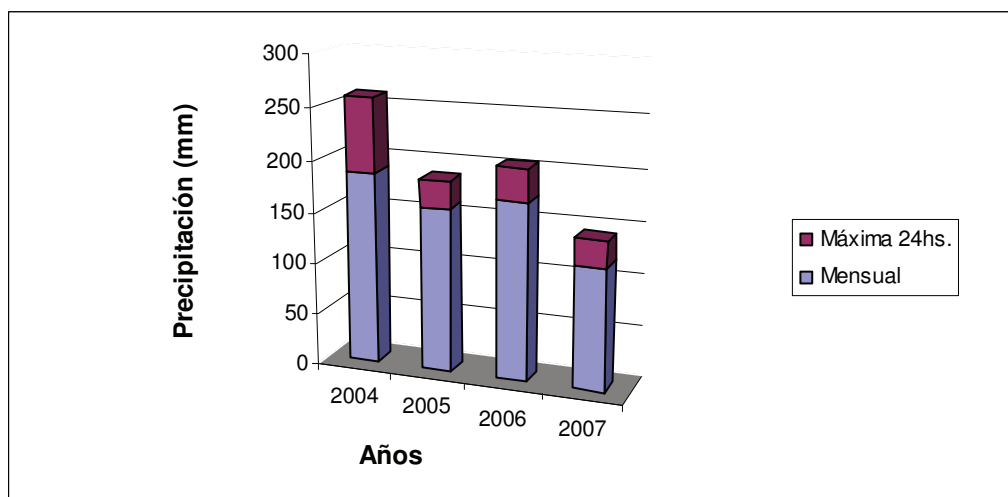


Figura 4. Variación de precipitación entre los años 2004 y 2007.

3.2. UTILIZACIÓN DE DESECHOS ANIMALES Y VEGETALES PARA LA ELABORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS.

Diariamente en la hacienda se obtiene material de desecho tanto animal como vegetal los cuales normalmente son ignorados y no se aprovechan las propiedades que poseen para elaborar productos alternativos a bajo costo que reintegren los elementos que del suelo son extraídos y mejoren otras características del mismo como son: estructura, aireación, retención de agua, capacidad amortiguadora del pH del suelo, etc.

Al dar un buen manejo a estos materiales se crea un sistema en el cual el ganado se alimenta del pasto que se encuentra fertilizado con abono orgánico a partir de la utilización de los desechos que los animales generan, es decir, lo que en un principio es alimento al final será abono, de esta manera, se reduce la contaminación ambiental ocasionada por el abandono de estos desechos que es lo que usualmente sucede en la mayoría de las haciendas del país.

3.2.1. Composición química del estiércol

Los nutrientes encontrados en el estiércol ayudan a construir y mantener la fertilidad del suelo. La composición química del estiércol es variable debido a diversos factores tales como: la edad y especie del ganado, el tipo de alimentación, tipo de ración y digestibilidad. El porcentaje normal de humedad se encuentra en un rango de 68-85%; el contenido de Nitrógeno está entre 50-100%; el contenido de fósforo se ubica entre 9-20% y el porcentaje normal de Potasio se encuentra entre 13-92% en animales con pesos entre 364 a 432 kg.

Autores como Pérez-Gavilán (2008), señalan algunas características del estiércol como son: que el nitrógeno se encuentra soluble en un 50%, del cual 20%, está en forma de proteína y 30% en forma de urea y amoníaco. Además, el crecimiento microbiano está limitado principalmente por la poca cantidad de carbohidrato que se encuentra disponible y presenta un pH entre 7,79 y 8,19.

3.2.2. Composición química de la gallinaza

La gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la fabricación de abonos fermentados. Su principal aporte consiste en mejorar las características de fertilidad del suelo con algunos nutrientes como fósforo, potasio, calcio, cobre. Dependiendo de su origen pueden aportar otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejorarán las condiciones físicas del suelo.

La gallinaza con la que se trabajó es originaria de la cría de gallinas ponedoras bajo techo y con piso cubierto. De acuerdo a estas características presenta un gran contenido de proteína y ceniza. Según Gélvez (2008), la composición nutricional de la gallinaza comprende materia seca (89%), energía metabolizable (0,8 Mcal/kg), Nitrógeno (3,71%), proteína (23,19%), grasa (1,3%), Fibra (15,2%) y ceniza (24%).

3.2.3. Composición química de la melaza de caña de azúcar

La melaza es la principal fuente energética para la fermentación de abonos orgánicos. Favorece la multiplicación de la actividad microbológica; es rica en potasio, calcio y magnesio. Para lograr una aplicación homogénea de la melaza durante la elaboración de abonos orgánicos fermentados, es recomendable diluirla proporcionalmente en agua de acuerdo a la cantidad de abono que se va a elaborar por ejemplo, en el caso del compost se diluyen 3 litros de melaza en 3 litros de agua; para la elaboración de bocashi se disuelven 2,5 litros de melaza en 2,5 litros de agua y para la preparación de té de estiércol se requiere de 1 litro de melaza disuelto en 1 litro de agua

La composición química de la melaza presenta componentes mayores, minerales, aminoácidos y vitaminas. Entre los componentes mayores se encuentran materia seca (78%) en peso, proteínas (3%), sacarosa (60-63%), azúcares reductores (3-5%), diferentes azúcares disueltos (4-8%), agua (16%), grasas (0,4%) y cenizas (9%). Los minerales que se encuentran en la melaza son los siguientes: Calcio (0,74%), Magnesio (0,35), Fósforo (0,08%), Potasio (3,67%). Los aminoácidos presentes son: Glicina, Leucina, Lisina, Treonina, Valina; estos componentes se encuentran entre 0,01% a 0,10%. Mientras que entre las vitaminas más representativas están: Colina, Niacina, Ácido pantoténico, Piridoxina, Riboflavina, Tiamina con una presencia de 0,88 a 600 ppm siendo la Colina la más abundante. (Fajardo, 2007). Estos valores varían de acuerdo a la calidad de melaza; los rangos mencionados anteriormente son de una melaza en óptimas condiciones.

3.2.4. Composición química del follaje

La composición química del follaje varía debido a factores tales como: especie, época del año, condiciones de crecimiento, actividad fotosintética, etc. Todos estos aspectos colaboran en los procesos de formación y degradación de las sustancias biológicamente activas en las plantas.

Para este estudio, se dividen las sustancias químicas contenidas en el follaje en diferentes grupos: proteínas, carbohidratos, lípidos, compuestos fenólicos, vitaminas, ácidos orgánicos y sustancias minerales. Los carbohidratos en especial la celulosa es el componente con mayor presencia en el follaje (21,03-27,9%). Los compuestos fenólicos se encuentran entre 15,6% a 25,93%; lípidos 5,5%-14,9%, cenizas 2,02%-3,56% y entre las vitaminas se encuentran la C y E con una presencia entre 36,4 a 711 mg/%.

3.2.5. Comparación del comportamiento entre los fertilizantes orgánicos y el fertilizante químico.

La aplicación de fertilizantes en pastos y en cualquier tipo de cultivo es de gran importancia, ya que la función primordial de un fertilizante es suministrar los nutrimentos necesarios a la planta para su correcto crecimiento y desarrollo a la vez que fortalece el suelo para las próximas siembras que se realicen. Los fertilizantes orgánicos por la razón de que son elaborados por el mismo agricultor en su lugar de trabajo necesitan mayor atención durante el proceso de elaboración que los fertilizantes químicos. Por ejemplo, en los casos de compost y bocashi, el agricultor no debe descuidar las remociones que debe realizar en las parvas para evitar que se queme el material en descomposición.

Para la elaboración de abonos orgánicos se requiere de cantidades significativas de material animal y vegetal, así por ejemplo, para levantar la parva de compost se utilizaron 20 carretillas de 40 kg de estiércol vacuno así como 10 costales de 50 kg de gallinaza, en cuanto a material vegetal se emplearon 10 costales de 50 kg entre hojas y aserrín. Para la elaboración de bocashi se utilizaron los mismos materiales pero en menor cantidad, sin embargo, la parva levantada fue significativa con una base de 2,5 m y una altura de 1,5 m. Además, como se utilizan materiales de desecho animal y vegetal existe el riesgo de la presencia de roedores en el lugar de compostaje, entonces, el agricultor debe estar pendiente de que estos animales no ingresen a las parvas.

Finalmente, para la preparación del té de estiércol se necesitó de 11,36 kg de estiércol vacuno además de leche, melaza, 1 lb de levadura y 4 kg de Sulfato de potasio y magnesio.

Una vez conformadas las parvas de compost y bocashi se hicieron remociones para una adecuada aireación en el interior de las mismas. En el caso del té de estiércol a los 15 días de su preparación, el producto estuvo listo para ser aplicado, pero antes debe pasar por un proceso de filtración para obtener un producto lo más puro posible.

Para la elaboración del fertilizante químico, el agricultor no está directamente involucrado debido a que lo adquiere en casas comerciales y de acuerdo a lo que debe aplicar compra el producto. En el caso del ensayo, solamente se utilizaron 364 g de fertilizante químico mezclado con úrea al 46% N.

En cada parcela experimental previamente seleccionada al azar se aplicaron las cantidades correspondientes a cada uno de los fertilizantes así se aplicaron 9 kg de compost, 9 kg de bocashi, 300 ml de té de estiércol y 364 g de fertilizante químico. Estas cantidades se las obtuvieron estableciendo una relación con las dimensiones de las parcelas obteniendo un área promedio de 39,44 m².

En el caso del té de estiércol, no requiere de tanto cuidado como en el compost y el bocashi, sin embargo, el agricultor se preocupa en el producto que vaya a obtener ya que es él mismo quien lo prepara y este abono como los antes mencionados van a ser aplicados en el pasto de su propiedad, entonces, estos fertilizantes deben ser bien elaborados para obtener los resultados esperados. En cambio, con un fertilizante químico, no sucede esto; el agricultor no se encarga de su preparación, sino que lo compra en la casa comercial de su preferencia ya preparado y con las especificaciones de uso, por lo que el agricultor solo debe leer las indicaciones y de acuerdo a la cantidad de pasto que tenga por fertilizar deberá realizar la correspondiente conversión matemática para aplicar la cantidad necesaria.

Se puede decir que desde el punto de vista del agricultor los fertilizantes orgánicos requieren de mayores cuidados durante su proceso de elaboración que un fertilizante químico y a la vez involucra más al agricultor con su trabajo.

A nivel ambiental, Por el clima frío-lluvioso de la zona con una pluviosidad promedio de 172,3 ml al mes favorece la descomposición adecuada de los materiales. Además, los fertilizantes orgánicos por el hecho de que son elaborados con materia animal y vegetal son menos contaminantes que los fertilizantes químicos. En los últimos años se ha incrementado los casos de mutaciones genéticas, problemas cardiovasculares y dermatológicos tanto en el

hombre como en los animales, debido al uso excesivo de fertilizantes químicos en los diferentes cultivos.

En los años 60 se consideraba al abono orgánico como insuficiente, es decir, no cubría los requerimientos básicos que un cultivo necesitaba, por esta razón se veía al químico como el único recurso óptimo para obtener cultivos de buena calidad sin pensar en las consecuencias que esto podría acarrear al pasar los años. Ahora, se ha comprobado que los fertilizantes orgánicos son tan efectivos y hasta mejores que los químicos satisfaciendo todas las necesidades nutricionales de un cultivo para su correcto crecimiento y desarrollo.

Los fertilizantes químicos y su uso desmedido han ocasionado problemas a niveles ambiental y social. Por esta razón, se ha ido fomentando cada vez más el uso de abonos orgánicos en reemplazo de los químicos para mejorar la calidad de vida.

3.3. ANÁLISIS DE LOS FERTILIZANTES ORGÁNICOS ELABORADOS.

3.3.1. Compost

Para la elaboración del compost se invirtieron 1,8 Tn de material animal y vegetal que fueron dispuestos en capas para conformar la parva. Una vez instalada y cubierta se realizaron las correspondientes remociones y al cumplirse el tiempo de fermentación se perdió un 10% aproximadamente del peso inicial debido a la descomposición de los materiales y pérdida de agua, es decir, que se obtuvieron 1,62 Tn de abono al final del proceso.

Para acelerar la fermentación de los materiales se aplicaron 30 ml de microorganismos catalizadores con el propósito de obtener el producto en menor tiempo, de manera que después de 97 días, el 02 de febrero de 2009, el camellón o parva de abono estuvo lista para su utilización.

3.3.1.1. Análisis nutricional del compost.

Una muestra de 1 kg fue analizada en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas del INIAP, en donde se determinaron los valores en cuanto a pH, Nitrógeno total, Fósforo, y Potasio, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8. Análisis nutricional del compost elaborado

IDENTIFICACIÓN	pH	%		
		N TOTAL	P	K
Compost	8,0	1,02	0,41	0,94

El INIAP no cuenta con una referencia que sirva de base para determinar la calidad del abono. Con respecto al pH se puede decir que es aceptable ya que los rangos óptimos son de 6,5 a 7,5 (Sztern, 1999); sin embargo, el que se encuentre sobre el rango normal no afecta significativamente en los resultados que se obtengan después de su aplicación.

3.3.2. Bocashi

Para obtener este fertilizante se procedió a conformar una parva de material animal, vegetal y melaza. Al igual que en el compost, se aplicaron 30 ml de microorganismos catalizadores para acelerar el proceso, por esta razón después de 67 días, el 03 de enero de 2008 este fertilizante estuvo listo para su empleo.

La parva contenía 1200 kg o 1,2 Tn de material animal y vegetal de los cuales se perdió aproximadamente un 10% debido al proceso de descomposición, es decir, que al cumplirse el tiempo de fermentación se obtuvieron 1,08 Tn de bocashi.

3.3.2.1. Análisis nutricional del bocashi

Para saber el contenido nutricional del producto obtenido se analizó una muestra de 1 kg en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas del INIAP obteniendo los siguientes resultados en la tabla 13:

Tabla 9. Análisis nutricional del bocashi elaborado

IDENTIFICACIÓN	pH	%		
		N TOTAL	P	K
Bocashi	7,2	1,29	0,83	0,80

El INIAP no cuenta con una referencia que permita establecer la calidad nutricional del bocashi elaborado, sin embargo, con respecto al pH, el abono se encuentra en los parámetros normales ya que el máximo aceptable es 7,5 (Cooperación Técnica Alemana, 2008) por lo que una vez aplicado en las parcelas respectivas no afectará a la mezcla forrajera.

3.3.3. Té de estiércol

El proceso de fermentación duró dos semanas por lo que a partir del 12 de febrero de 2009 el fertilizante estuvo listo para su aplicación.

3.3.3.1. Análisis nutricional y bacteriológico del té de estiércol

Dos muestras de un litro fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas del INIAP y en el Instituto Nacional de Higiene y Medicina Tropical “Leopoldo Izquieta Pérez” con el objetivo de conocer la composición nutricional y el contenido bacteriológico del producto, obteniendo los resultados que se indican en las tablas 14 y 15:

Tabla 10. Análisis de té de estiércol.

IDENTIFICACIÓN	pH	%		
		N TOTAL	P	K
Té de estiércol	6,7	0,07	0,02	0,09

Tabla 11. Análisis bacteriológico de té de estiércol.

pH	Salmonella sp.	E. coli
5,9	Ausencia	-0-

Los resultados indicados en la tabla 15 señalan que el producto tiene bajos niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio frente a los análisis de compost y bocashi, sin embargo, no se cuenta con una referencia debido a que el INIAP no posee aun estudios en abonos orgánicos.

En cuanto al análisis bacteriológico, los resultados muestran que el té de estiércol ha sido elaborado satisfactoriamente debido a que no hay presencia de Salmonella sp. y Escherichia coli. Una razón para este acontecimiento es el pH que tiene el té; haciendo un promedio entre los valores que otorgan el INIAP y el Instituto Izquieta Pérez, el pH estaría alrededor de 6,3 lo cual es un ambiente ligeramente ácido y por lo tanto desfavorable para el desarrollo de bacterias.

3.4. ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR CON CINCO TRATAMIENTOS Y TRES REPETICIONES.

3.4.1. Caracterización de la mezcla forrajera antes de la aplicación de los fertilizantes.

Longitud: Tres medidas fueron las predominantes en todo el lote: 50cm, 70cm y 1,25m, siendo la última abundante en las parcelas ubicadas en el extremo del lindero vecino.

Coloración: En todo el lote se pudo apreciar el verde intenso que presentaba el pasto.

Peso: Se tomaron aleatoriamente de cada parcela una muestra equivalente a 1m² y se pesó obteniendo los siguientes valores:

Tabla 12. Peso de las muestras tomadas en cada una de las parcelas experimentales.

Parcela	Peso(kg)
T1R1	2,5
T1R2	2,5
T1R3	3,2
T2R1	2,3
T2R2	2,8
T2R3	2,5
T3R1	2,5
T3R2	3
T3R3	3,5
T4R1	1,6
T4R2	2,6
T4R3	3,8
T5R1	2,5
T5R2	3,5
T5R3	2,7

3.4.2. Caracterización de la mezcla forrajera después de 45 días de haber sido fertilizada.

Después de 45 días de haber sido aplicados los fertilizantes orgánicos y el fertilizante químico en las distintas parcelas experimentales, el 17 de abril de 2009 se procedió a cortar el pasto para analizarlo cuantitativa y cualitativamente obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 13. Pesos en kg de pasto en cada parcela

TRATAMIENTOS	1	2	3	4	5
REPETICIONES					
I	3,5	2,5	2,3	4,5	3
II	3	3,2	3,5	4,5	3,3
III	4,5	2,5	2,6	4	2,6

Las muestras de pasto fueron tomadas al azar en cada una de las parcelas utilizando un cuadrado de madera con un área de 1m². Se puede observar que el cuarto tratamiento correspondiente a fertilizante químico-mezcla forrajera presenta los pesos más altos: 4,5; 4,5; 4 (kg) seguidos por el tratamiento 1 que corresponde al compost: 3,5; 3; 4,5 (kg). Los tratamientos 2 (bocashi), 3 (té de estiércol) y 5 (testigo) presentan pesos similares. De igual manera, se midió la longitud del pasto obteniendo los resultados que se indican a continuación en la tabla 18:

Tabla 14. Longitud en m del pasto en cada una de las parcelas

TRATAMIENTOS	1	2	3	4	5
REPETICIONES					
I	0,96	0,83	1,10	1,22	0,92
II	1,02	1,04	1,07	1,02	1,35
III	1,06	1,03	0,98	1,03	1,05

En el tratamiento 5 (testigo) el pasto ha crecido más que en el resto de tratamientos ya que tiene un promedio de crecimiento de 1,10 m. cabe resaltar que en el testigo no se aplicó ningún fertilizante. El siguiente es el tratamiento 4 (químico) con un promedio de crecimiento de 1,09 m, a continuación está el té de estiércol con 1,05 m; con el tratamiento 1 (compost) la mezcla forrajera presenta un promedio de crecimiento de 1,01 m y finalmente en el tratamiento 2 (bocashi) hubo un promedio de crecimiento de 0,96 m. Si se comparan los tratamientos 1, 2, 3, 4 con el testigo se observa que no han incidido en el crecimiento en longitud del pasto.

3.4.3. Comparación de los resultados obtenidos con datos tomados antes de la iniciación del procedimiento experimental.

Al analizar los datos obtenidos y compararlos con los que se tomaron antes de la aplicación de los respectivos fertilizantes los cuales se indican en la tabla 16 (peso de muestras tomadas en cada una de las parcelas experimentales), se obtuvieron los resultados que se indican en la tabla 19 a continuación:

Tabla 15. Comparaciones de pesos del pasto en las distintas parcelas

	ANTES	DESPUÉS
PARCELA	PESO (kg)	PESO (kg)
T1R1	2,5	3,5
T1R2	2,5	3
T1R3	3,2	4,5
T2R1	2,3	2,5
T2R2	2,8	3,2
T2R3	2,5	2,5
T3R1	2,5	2,3
T3R2	3	3,5
T3R3	3,5	2,6
T4R1	1,6	4,5
T4R2	2,6	4,5
T4R3	3,8	4
T5R1	2,5	3
T5R2	3,5	3,3
T5R3	2,7	2,6

Estos resultados son representados en los gráficos siguientes en los que se puede observar el efecto de los distintos fertilizantes en la mezcla forrajera:

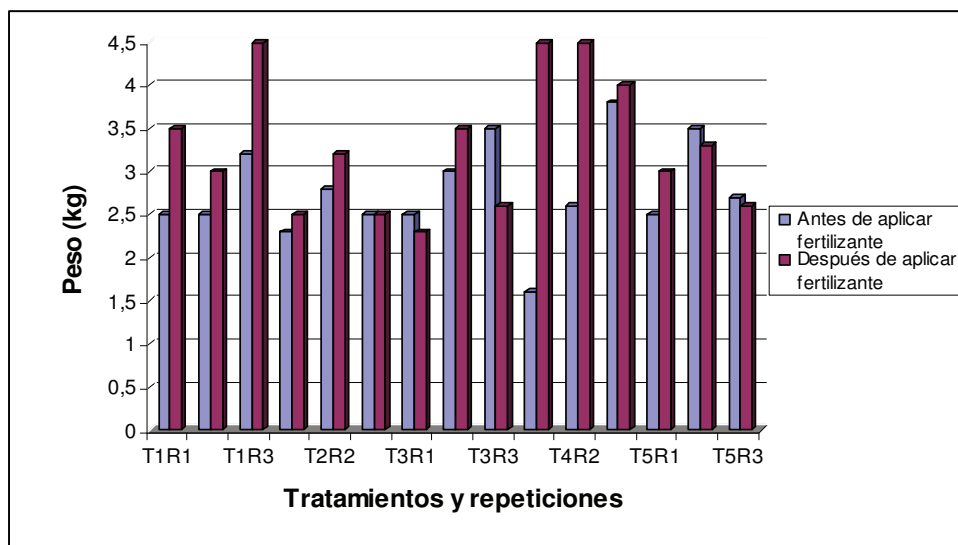


Figura 5. Peso del pasto con los distintos tratamientos y repeticiones.

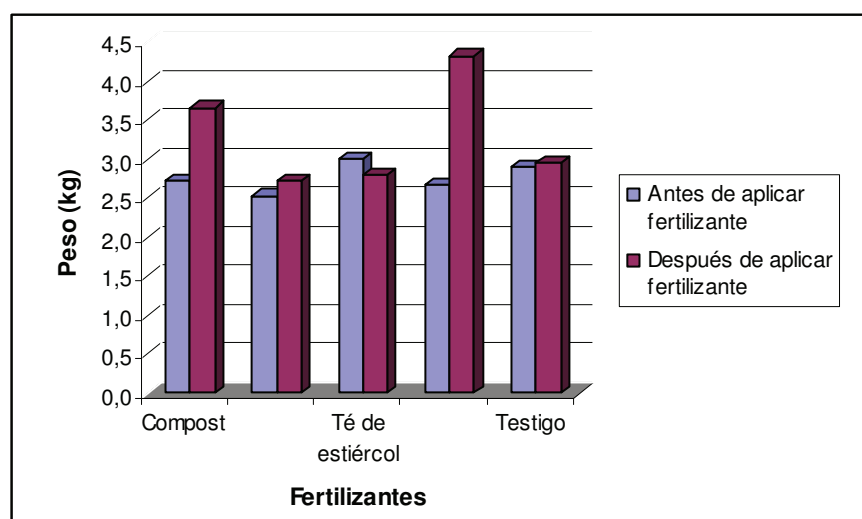


Figura 6. Variación del crecimiento del pasto con los fertilizantes aplicados.

De acuerdo a las figuras 7 y 8, se observa que el fertilizante que menos ha incidido en el crecimiento de la mezcla forrajera ha sido el bocashi, y los que más han influido son el compost y el fertilizante químico. También se observa que en el testigo hubo un crecimiento paralelo en comparación con el resto de tratamientos lo que permite observar que la composición nutricional del suelo del lote experimental incidió en el crecimiento y desarrollo del pasto con y sin fertilizantes. Si se desea aumentar el rendimiento del lote se deberá aplicar fertilizante con más frecuencia, por ejemplo, el té de estiércol para hacerlo más eficiente es recomendable regarlo cada quince días si se desea obtener mejores resultados.

El compost y el bocashi pueden ser aplicados una vez al mes en un inicio e ir paulatinamente ampliando la frecuencia de aplicación ya que a diferencia de los fertilizantes químicos sus nutrientes son absorbidos por el suelo y se fijan con el paso del tiempo.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.

Los valores que se obtuvieron a partir del diseño de bloques al azar si bien indican el fertilizante con mejor rendimiento, no se los considera como resultados definitivos. Para corroborar estos valores es necesario evaluarlos estadísticamente con el fin de obtener una conclusión más clara y específica.

Para analizar los tratamientos y sus repeticiones se plantearon dos hipótesis:

Ho: No existen diferencias significativas entre tratamientos.

Ha: Sí existen diferencias significativas entre tratamientos.

A partir de estas hipótesis, se someten los valores con relación a los pesos obtenidos en cada una de las parcelas a un análisis de varianza considerando niveles de significancia del 5% y 1%.

Tabla 16. Varianza de los pesos obtenidos en cada una de las parcelas del diseño experimental.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Compost	3	11	3,67	0,58
Bocashi	3	8,2	2,73	0,16
Té de estiércol	3	8,4	2,80	0,39
Fertilizante Químico	3	13	4,33	0,08
Testigo	3	8,9	2,97	0,12

Tabla 17. Análisis de varianza a un nivel de significancia de 5%.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5,65	4	1,41	5,26	0,02	3,48
Dentro de los grupos	2,69	10	0,27			
Total	8,34	14				

Tabla 18. Análisis de varianza a un nivel de significancia de 1%

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5,65	4	1,41	5,26	0,02	5,99
Dentro de los grupos	2,69	10	0,27			
Total	8,34	14				

De acuerdo al análisis de varianza a un nivel de significancia del 5% (tabla 21), el valor calculado F (5,26) es mayor que el valor de tabla crítico (3,48) de esta manera se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto quiere decir que los tratamientos no son iguales y presentan una probabilidad de ocurrencia del 2%, valor que se encuentra dentro del margen de error.

En cambio, el análisis de varianza a un nivel de significancia del 1% (tabla 22), indica que el valor de F es menor al valor de tabla crítico (5,99); por esta razón, en este caso se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula señalando que no hay diferencia entre los tratamientos a este nivel.

En relación a estos resultados, el fertilizante químico es el que mejor rendimiento ha tenido, seguido por el compost, testigo, té de estiércol y bocashi. Además, el suelo es rico en nutrientes, y se debe a eso el color oscuro que presenta la tierra, por esta razón el tratamiento testigo presenta un significativo crecimiento del pasto.

3.6. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS FRENTE A PRECIOS DE VENTA DE FERTILIZANTES QUÍMICOS.

A pesar de los análisis cualitativo, cuantitativo y estadístico que se han realizado, es importante evaluar los costos de producción de cada uno de los fertilizantes para posteriormente realizar un análisis costo/beneficio de los mismos.

3.6.1. Costo de producción de los fertilizantes.

Para la elaboración y aplicación de los fertilizantes estudiados se tomaron en consideración factores como: materias primas, insumos y mano de obra. Dentro de materia prima constan el empleo de estiércol vacuno, gallinaza, aserrín, cal, melaza, agua, leche, sulphomag, levadura, fertilizante 8-20-20, úrea; en inventario de insumos se utilizaron: plásticos para invernadero, tubos pvc, carretillas, palas, saquillo, tonel. La mano de obra directa e indirecta fue relacionada con sueldos, horas extras y capacitación al personal. También se consideraron otros gastos como transporte, el empleo de los biocatalizadores de abonos orgánicos y el costo de terreno por hectárea al año. Para analizar los costos de producción de cada fertilizante se tomaron en cuenta referencias comerciales de los productos y del sector geográfico de la hacienda.

Los costos de producción de cada uno de los fertilizantes son los siguientes:

Tabla 19. Costos de producción de compost, bocashi, té de estiércol, agroquímico

FERTILIZANTE	COSTO DE PRODUCCIÓN PARA UNA HECTAREA (\$)	COSTO DE PRODUCCIÓN AL AÑO (\$)
COMPOST	356,41	1.825,63
BOCASHI	280,28	1.521,13
TÉ DE ESTIÉRCOL	185,93	1.143,70
QUÍMICO	388,80	1.955,20

Los valores que se indican en la tabla 23 se detallan en los anexos VIII, X, XII, XIV. Estos resultados se dan en el caso de que la hacienda no cuente con ningún material ni insumo, sin embargo, la hacienda posee todos los materiales que se requieren para elaborar los fertilizantes a excepción de la gallinaza y el aserrín, por esta razón los costos de producción son más bajos como se indica a continuación en la tabla 24:

Tabla 20. Costos de producción en la hacienda El Chaparral.

FERTILIZANTE	COSTO DE PRODUCCIÓN PARA UNA HECTAREA (\$)	COSTO DE PRODUCCIÓN AL AÑO (\$)
COMPOST	185,92	1.143,67
BOCASHI	122,29	889,17
TÉ DE ESTIÉRCOL	134,67	938,69
QUÍMICO	247,50	1.390,00

Los valores indicados se detallan en los anexos IX, XI, XIII, XV. El fertilizante que mayor costo de producción requiere es el compost, esto se justifica por la cantidad de abono que se necesita elaborar para cubrir una hectárea de terreno. El fertilizante químico es el segundo más costoso y se debe al precio de venta del fertilizante 8-20-20 y la úrea 46%N. El bocashi y el té de estiércol son los fertilizantes que presentan costos de producción bajos.

Para sincronizar la aplicación de los fertilizantes se sugiere realizar un plan de fertilización para organizar los gastos que se deban hacer al momento de elaborar y aplicar estos fertilizantes, sobre todo en la elaboración de compost y bocashi con los cuales se lleva más tiempo en prepararlos.

De acuerdo a los datos obtenidos se puede observar la diferencia económica entre los fertilizantes orgánicos y el químico. Los costos de producción de los abonos orgánicos están sujetos a la condición de que una hacienda tendrá esos costos de producción aproximadamente si no tuviese ningún material o insumo, pero la hacienda El Chaparral posee todos los insumos y recursos orgánicos a excepción de la gallinaza y el aserrín, por lo que los costos para esta propiedad

son más bajos ya que el estiércol, leche, material vegetal son producidos por la hacienda y no hay necesidad de adquirirlos. Con respecto al fertilizante químico, debido a que se lo adquiere en el Banco Nacional de Fomento tiene un precio más accesible lo que representa una ayuda significativa para la hacienda.

Al analizar estos costos se puede decir que los fertilizantes orgánicos requirieron de una inversión inicial considerable para su elaboración ya que el costo varió entre \$122, 29 y \$185,92 siendo el bocashi el menos costoso y el compost el que mayor gasto exigió. El fertilizante químico también presentó un costo de producción alto de \$247,50. Junto con los resultados estadísticos, el fertilizante químico es el que mejor rendimiento ha tenido con un promedio en peso de 4,33kg, sin embargo, los abonos orgánicos también han colaborado para un buen desarrollo del pasto como es el caso del compost que presenta un promedio en peso de 3,67 kg y si se analiza a largo plazo estos fertilizantes rinden más porque conservan la calidad del suelo y nutren saludablemente al pasto, alimento primordial del ganado lechero, situación que no sucede con el fertilizante químico ya que se ha comprobado que el empleo prolongado de químicos disminuye el tiempo de vida útil del suelo y ocasiona el desarrollo de enfermedades tanto en los animales como en los seres humanos.

3.6.2. Indicadores financieros

3.6.2.1. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa interna de retorno (TIR)

El valor actual neto (VAN) permitió determinar el valor neto presente de la inversión a partir de una tasa anual de descuento (12%) y una serie de pagos futuros que fueron proyectados a partir del costo de producción de cada fertilizante. La tasa interna de retorno (TIR) indicó la recuperación de la inversión a una tasa de interés de acuerdo a los egresos e ingresos que ocurrieron en los períodos proyectados y se tomaron en consideración los siguientes factores:

- Costo de producción anual (\$)
- Rendimiento por ha al año (kg/ha/año)
- Producción promedio de leche (litros/vaca/día)

- Consumo promedio de pasto por vaca al día (kg pasto/día)
- Precio de venta de la leche (\$/litro)

3.6.2.1.1. VAN y TIR aplicando compost

Tabla 21. Ingreso anual aplicando compost

COMPOST	Cantidad	Unidades	Ciclo de crecimiento del pasto	Días
Rendimiento del pasto por ciclo	0,931	Tn/ha/ciclo	ocupación	21
Consumo vaca/día	45	Kg pasto/día	descanso	45
Producción promedio de leche	12	litros/vaca/día	sumatoria ciclo	66
Rendimiento por año	5,15	Tn/ha/año	total año	365
consumo/producción	3,75	kg pasto/litro	ciclos/año	5,5
Rendimiento por año	5149	kg/ha/año		
producción/ha por año	1373	litros/ha/año		
precio/litro	0,3575	\$/litro		
Ingreso total considerando costo de venta de leche	490,84	\$		

Para obtener el rendimiento de producción se hizo un promedio del peso obtenido en las parcelas que se aplicaron compost. El promedio fue de 3,67 kg en 39,44m², es decir, 0,931 Tn/ha/ciclo. Una vaca promedio consume 45 kg de pasto al día y tiene una producción de leche de 12 litros. A partir de la relación consumo de vaca al día y producción promedio de leche se determinó que hay un consumo de 3,75 kg de pasto para producir un litro de leche. El rendimiento del pasto por año es de 5,15 Tn/ha/año considerando que existen 5,5 ciclos de crecimiento del pasto al año. Al relacionar el rendimiento por año con el consumo/producción se obtuvo la producción de leche por hectárea por año 1373 litros/ha/año. Este valor por el precio de venta de la leche 0,3575 \$/litro se determinó el ingreso total si se fertiliza con compost \$490,84

Tabla 22. VAN y TIR del proyecto aplicando compost

Datos	Descripción
12%	Tasa anual de descuento
-1.143,67	Costo inicial de inversión
490,84	Rendimiento 1 año
539,93	Rendimiento 2 año
593,92	Rendimiento 3 año
\$ 147,75	VAN para esta inversión
19%	TIR

Se consideró el costo producción anual de compost (\$ 1143,67) como el costo inicial de inversión. El rendimiento del primer año es el ingreso total según costo de venta de leche (\$490,84). A partir de este valor se proyectaron los rendimientos dentro de los próximos dos años tomando en cuenta un factor de actualización del 10%. Por lo tanto, el valor presente neto para esta inversión fue de \$ 147,75 con una tasa interna de retorno del 19%, valor que se encuentra sobre la tasa anual de descuento (12%) lo cual indica que la inversión será recuperada a esa tasa con un sobrante de \$ 147,75; por lo tanto el proyecto es rentable.

3.6.2.1.2. VAN y TIR aplicando bocashi

Para obtener el rendimiento de producción se hizo un promedio del peso obtenido en las parcelas que se aplicaron bocashi. El promedio fue de 2,73 kg en 39,44m², es decir, 0,692 Tn/ha/ciclo. Una vaca promedio consume 45 kg de pasto al día y tiene una producción de leche de 12 litros. A partir de la relación consumo de vaca al día y producción promedio de leche se determinó que hay un consumo de 3,75 kg de pasto para producir un litro de leche. El rendimiento del pasto por año es de 3,83 Tn/ha/año considerando que existen 5,5 ciclos de crecimiento del pasto al año. Al relacionar el rendimiento por año con el consumo/producción se obtuvo la producción de leche por hectárea por año 1021 litros/ha/año. Este valor

por el precio de venta de la leche 0,3575 \$/litro se determinó el ingreso total si se fertiliza con bocashi \$ 364,84

Tabla 23. Ingreso anual aplicando bocashi

BOCASHI	Cantidad	Unidades	Ciclo de crecimiento del pasto	Días
Rendimiento pasto por ciclo	0,692	Ton/ha/ciclo	ocupación	21
Consumo vaca/día	45	kg pasto/día	descanso	45
Producción promedio	12	litros/vaca/día	sumatoria ciclo	66
Rendimiento por año	3,83	Ton/ha/año	total año	365
consumo/producción	3,75	kg pasto/litro	ciclos/año	5,5
Rendimiento por año	3827	kg/ha/año		
producción/ha por año	1021	litros/ha/año		
precio/litro	0,3575	\$/litro		
Ingreso total aplicando bocashi	364,84	\$		

Tabla 24. VAN y TIR del proyecto aplicando bocashi

Datos	Descripción
12%	Tasa anual de descuento
-889,17	Costo inicial de inversión
364,84	Rendimiento 1 año
401,32	Rendimiento 2 año
441,45	Rendimiento 3 año
\$ 70,73	VAN para esta inversión
16%	TIR

Se consideró el costo producción anual de bocashi (\$ 889,17) como el costo inicial de inversión. El rendimiento del primer año es el ingreso total según costo de venta de leche (\$364,84). A partir de este valor se proyectaron los rendimientos dentro de los próximos dos años tomando en cuenta un factor de

actualización del 10%. Por lo tanto, el valor presente neto para esta inversión fue de \$ 70,73 con una tasa interna de retorno del 16%, valor que se encuentra sobre la tasa anual de descuento (12%) lo cual indica que la inversión será recuperada a esa tasa con un sobrante de \$ 70,73; por lo tanto el proyecto es rentable.

3.6.2.1.3. VAN y TIR aplicando té de estiércol

Tabla 25. Ingreso anual aplicando té de estiércol

TÉ DE ESTIÉRCOL	Cantidad	Unidades	Ciclo de crecimiento del pasto	Días
Rendimiento pasto por ciclo	0,709	Ton/ha/ciclo	Ocupación	21
Consumo vaca/día	45	kg pasto/día	Descanso	45
Producción promedio	12	litros/vaca/día	sumatoria ciclo	66
Rendimiento por año	3,92	Ton/ha/año	total año	365
Consumo/producción	3,75	kg pasto/litro	ciclos/año	5,5
Rendimiento por año	3921	kg/ha/año		
producción/ha por año	1046	litros/ha/año		
precio/litro	0,3575	\$/litro		
Ingreso total aplicando té de estiércol	373,80	\$		

Para obtener el rendimiento de producción se hizo un promedio del peso obtenido en las parcelas que se aplicaron té de estiércol. El promedio fue de 2,8 kg en 39,44m², es decir, 0,709 Tn/ha/ciclo. Una vaca promedio consume 45 kg de pasto al día y tiene una producción de leche de 12 litros. A partir de la relación consumo de vaca al día y producción promedio de leche se determinó que hay un consumo de 3,75 kg de pasto para producir un litro de leche. El rendimiento del pasto por año es de 3,92 Tn/ha/año considerando que existen 5,5 ciclos de crecimiento del pasto al año. Al relacionar el rendimiento por año con el consumo/producción se obtuvo la producción de leche por hectárea por año 1046 litros/ha/año. Este valor por el precio de venta de la leche 0,3575 \$/litro se determinó el ingreso total si se fertiliza con té de estiércol \$ 373,80.

Tabla 26. VAN y TIR del proyecto aplicando té de estiércol

Datos	Descripción
12%	Tasa anual de descuento
-938,69	Costo inicial de inversión
373,80	Rendimiento 1 año
411,18	Rendimiento 2 año
452,30	Rendimiento 3 año
\$ 44,79	VAN para esta inversión
15%	TIR

Se consideró el costo producción anual de té de estiércol (\$ 938,69) como el costo inicial de inversión. El rendimiento del primer año es el ingreso total según costo de venta de leche (\$373,80). A partir de este valor se proyectaron los rendimientos dentro de los próximos dos años tomando en cuenta un factor de actualización del 10%. Por lo tanto, el valor presente neto para esta inversión fue de \$ 44,79 con una tasa interna de retorno del 15%, valor que se encuentra sobre la tasa anual de descuento (12%) lo cual indica que la inversión será recuperada a esa tasa con un sobrante de \$ 44,79; por lo tanto el proyecto es rentable.

3.6.2.1.4. VAN y TIR aplicando fertilizante 8-20-20 y úrea 46% N

Para obtener el rendimiento de producción se hizo un promedio del peso obtenido en las parcelas que se aplicaron fertilizante químico. El promedio fue de 4,33 kg en 39,44m², es decir, 1,1 Tn/ha/ciclo. Una vaca promedio consume 45 kg de pasto al día y tiene una producción de leche de 12 litros. A partir de la relación consumo de vaca al día y producción promedio de leche se determinó que hay un consumo de 3,75 kg de pasto para producir un litro de leche. El rendimiento del pasto por año es de 6,08 Tn/ha/año considerando que existen 5,5 ciclos de crecimiento del pasto al año. Al relacionar el rendimiento por año con el consumo/producción se obtuvo la producción de leche por hectárea por año 1622 litros/ha/año. Este valor

por el precio de venta de la leche 0,3575 \$/litro se determinó el ingreso total si se fertiliza con agroquímico \$ 579,94.

Tabla 27. Ingreso anual aplicando fertilizante químico

F. QUÍMICO	Cantidad	Unidades	Ciclo de crecimiento de pasto	Días
Rendimiento	1,1	Ton/ha/ciclo	ocupación	21
consumo vaca/día	45	kg pasto/día	descanso	45
producción promedio	12	litros/vaca/día	sumatoria ciclo	66
Rendimiento por año	6,08	Ton/ha/año	total año	365
consumo/producción	3,75	kg pasto/litro	ciclos/año	5,5
rendimiento por año	6083	kg/ha/año		
producción/ha por año	1622	litros/ha/año		
precio/litro	0,3575	\$/litro		
ingreso total	579,94			

Tabla 28. VAN y TIR del proyecto aplicando fertilizante químico

Datos	Descripción
12%	Tasa anual de descuento
-1.390,00	Costo inicial de inversión
579,94	Rendimiento 1 año
637,94	Rendimiento 2 año
701,73	Rendimiento 3 año
\$ 135,85	VAN para esta inversión
17%	TIR

Se consideró el costo producción anual de fertilizante químico (\$ 1390) como el costo inicial de inversión. El rendimiento del primer año es el ingreso total según costo de venta de leche (\$579,94). A partir de este valor se proyectaron los rendimientos dentro de los próximos dos años tomando en cuenta un factor de

actualización del 10%. Por lo tanto, el valor presente neto para esta inversión fue de \$ 135,85 con una tasa interna de retorno del 17%, valor que se encuentra sobre la tasa anual de descuento (12%) lo cual indica que la inversión será recuperada a esa tasa con un sobrante de \$ 135,85; por lo tanto el proyecto es rentable.

3.6.2.2. Costo/Beneficio

Este indicador permitió determinar si el proyecto es rentable a partir de la inversión inicial que se realizó. Para esto, se tomaron en consideración los siguientes factores:

- Rendimientos en los tres años (\$)
- Factor de actualización (1,12)
- Inversión inicial (\$)

Los rendimientos en los tres años en cada tratamiento fueron divididos para el factor de actualización (1,12), es decir, en el caso del compost: el rendimiento del primer año fue \$490,84 dividido para 1,12 es igual a \$438,25 y éste es el valor en el presente. Posteriormente, se realizó una relación costo/beneficio dividiendo la sumatoria de los rendimientos de los tres años para la inversión y se dieron los siguientes resultados:

Tabla 29. Costo/Beneficio de los fertilizantes evaluados.

Fertilizante	Rendimiento 1er año \$	Rendimiento 2do año \$	Rendimiento 3er año \$	Total \$	Inversión \$	Costo/Beneficio
Compost	438,25	430,43	422,74	1.291,42	1.143,67	1,13
Bocashi	408,62	503,42	620,21	1.532,25	889,17	1,72
Té de estiércol	418,66	515,78	635,45	1.569,89	938,69	1,67
Químico	649,54	800,23	985,88	2.435,65	1.390,00	1,75

Si el índice de costo/beneficio es igual o mayor a 1, quiere decir que el proyecto es viable. De acuerdo a los resultados que se muestran en la tabla 34 el

costo/beneficio de cada fertilizante es mayor a 1 lo que determina que el proyecto con la inversión realizada es rentable y puede continuar su ejecución.

3.6.2.3. Punto de equilibrio.

El punto de equilibrio es un índice financiero que permite determinar en qué momento del proceso se produce un determinado volumen de ventas sin tener pérdida ni ganancia. Con el propósito de saber estos valores se aplica la siguiente fórmula:

$$px = vx + F \quad px = \text{Ingresos totales} \quad vx + F = \text{Costos totales}$$

Donde:

p : precio unitario de venta

x : volumen de ventas

v : costo unitario variable

F : costo fijo

3.6.2.3.1. Compost

Para determinar el punto de equilibrio de este fertilizante se tomaron en consideración los siguientes factores:

- El costo variable por la producción de 1800 kg de abono fue de \$49,67, por lo que \$0,028 corresponde a la producción de 1 kg de compost.
- El propósito de la hacienda es la venta de leche, con lo cual se tomó en consideración el precio unitario de venta de este producto que es de \$0,3575.
- El costo fijo de producción del compost fue de \$536,25 debido a los costos de mano de obra, transporte, arriendo, valores que se detallan en el anexo IX.

Al seguir estos parámetros se determinó el punto de equilibrio:

Tabla 30. Volumen de venta de leche fertilizando con compost

Fertilizante	Costo unitario variable (\$)	Costos Fijos (\$)	Precio unitario de venta (\$)	Costos totales (\$)	Ingresos (\$)	Volumen de ventas (l)
Compost	0,028	536,25	0,3575	581,10	581,10	1625,47

Tabla 31. Punto de equilibrio en la producción de compost

Volumen ventas (l)	Costo unitario variable (\$)	Costo fijo (\$)	Ingresos (\$)	Costos totales (\$)
0	0	536,25	0	536,25
1625,47	0,028	536,25	581,10	581,10

Para determinar el volumen de ventas se trabajó con la siguiente fórmula:

Volumen de ventas = Costos fijos / (Precio unit. de venta – Costo unit. variable)

* unit. : unitario

Volumen de ventas = $536,25 / (0,3575 - 0,028)$

= 1625,47 litros de leche

Para determinar los ingresos se trabajó con la siguiente fórmula:

Ingresos = Precio unit. Venta * [Costos fijos / (Precio unit. Venta – Costo unit. Variable)].

Ingresos = $0,3575 * [536,25 / (0,3575 - 0,028)]$

= \$ 581, 10

Costos totales = (Costo unit. Variable * volumen de ventas) + Costos fijos

Costos totales = $(0,028 * 1625,47) + 536,25$

= \$ 581,10

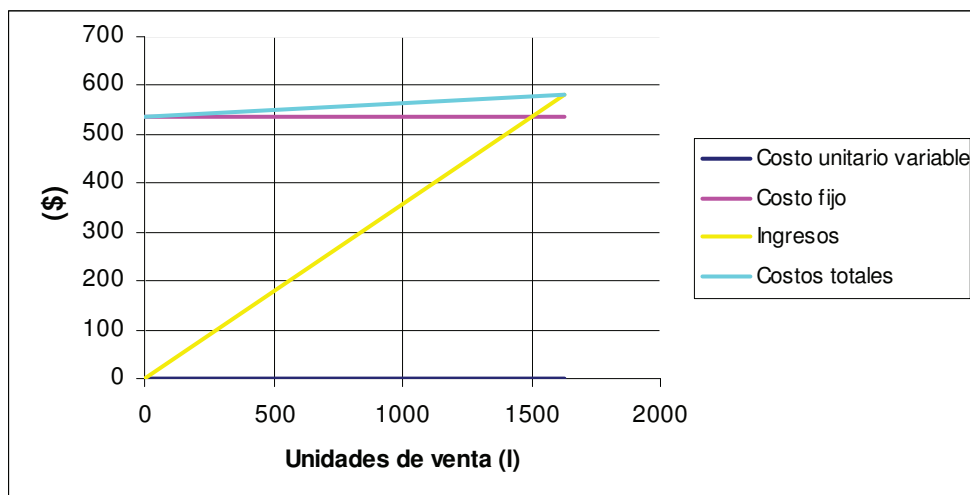


Figura 7: Punto de equilibrio en la elaboración de compost con relación a las unidades de venta de leche.

El gráfico indica que el punto de equilibrio en la producción de compost sucede en el momento en que tanto ingresos como costos totales alcanzaron el valor de \$581,10 con una producción de 1625,47 litros de leche al mes; cuando se llegue a este punto el proceso no estará perdiendo pero tampoco recibiendo utilidades.

3.6.2.3.2. Bocashi

Los parámetros que se siguieron para determinar el punto de equilibrio en este caso fueron los siguientes:

- El costo variable para elaborar 1200 kg de bocashi fue de \$26,04 por lo que 1kg de este fertilizante tuvo un costo variable de \$0,022.
- El costo fijo fue de \$496,25 debido a mano de obra, transporte y arriendo que se detallan en el anexo XI
- El precio de venta de la leche es de \$0,3575

Tabla 32. Volumen de venta de leche fertilizando con bocashi

Fertilizante	Costo unitario variable (\$)	Costos Fijos (\$)	Precio unitario de venta (\$)	Costos totales (\$)	Ingresos (\$)	Volumen de ventas (l)
Bocashi	0,022	496,25	0,3575	528,32	528,32	1477,81

Tabla 33. Punto de equilibrio en la elaboración de bocashi

Volumen ventas (l)	Costo unitario variable (\$)	Costo fijo (\$)	Ingresos (\$)	Costos totales (\$)
0	0	496,25	0	496,25
1477,81	0,022	496,25	528,32	528,32

Para determinar el volumen de ventas se trabajó con la siguiente fórmula:

Volumen de ventas = Costos fijos / (Precio unit. de venta – Costo unit. variable)

* unit. : unitario

$$\begin{aligned} \text{Volumen de ventas} &= 496,25 / (0,3575 - 0,022) \\ &= 1477,81 \text{ litros de leche} \end{aligned}$$

Para determinar los ingresos se trabajó con la siguiente fórmula:

Ingresos = Precio unit. Venta * [Costos fijos / (Precio unit. Venta – Costo unit. Variable)].

$$\begin{aligned} \text{Ingresos} &= 0,3575 * [496,25 / (0,3575 - 0,022)] \\ &= \$ 528,32 \end{aligned}$$

Costos totales = (Costo unit. Variable * volumen de ventas) + Costos fijos

$$\begin{aligned} \text{Costos totales} &= (0,022 * 1477,81) + 496,25 \\ &= \$ 528,32 \end{aligned}$$

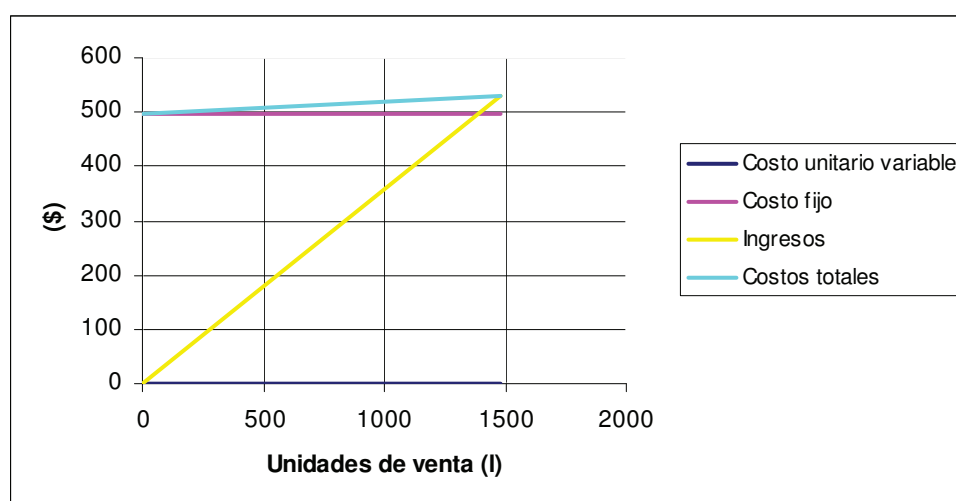


Figura 8. Punto de equilibrio en la elaboración de bocashi con relación a las unidades de venta de leche.

El punto de equilibrio en la elaboración de bocashi fue de \$528,32, precisamente cuando los ingresos y los costos totales alcanzaron este valor con una producción de leche de 1477,81 litros al mes. Al ser el indicador bajo si se compara con los costos de producción totales, no está en riesgo la situación financiera de la hacienda si se decide elaborar este fertilizante continuamente.

3.6.2.3.3. Té de estiércol

El punto de equilibrio en la producción del té de estiércol se obtuvo a partir de los siguientes factores:

- El costo variable fue de \$72,92 al producir 709 kg de pasto fertilizado con este abono, por lo que el costo unitario variable por producir 1 kg de pasto fue de \$0,103.
- El costo fijo en la elaboración del té de estiércol fue de \$461,75 debido a mano de obra, transporte y arriendo que se detallan en el anexo XIII
- Se consideró el precio de venta de la leche que es de \$0,3575.

Tabla 34. Volumen de venta de leche al fertilizar con té de estiércol

Fertilizante	Costo unitario variable (\$)	Costos Fijos (\$)	Precio unitario de venta (\$)	Costos totales (\$)	Ingresos (\$)	Volumen de ventas (l)
Té de estiércol	0,103	461,75	0,3575	648,24	648,24	1813,27

Tabla 35. Punto de equilibrio en la elaboración de té de estiércol

Volumen ventas (l)	Costo unitario variable (\$)	Costo fijo (\$)	Ingresos (\$)	Costos totales (\$)
0	0	461,75	0	461,75
1813,27	0,103	461,75	648,24	648,24

Para determinar el volumen de ventas se trabajó con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de ventas} = \text{Costos fijos} / (\text{Precio unit. de venta} - \text{Costo unit. variable})$$

* unit. : unitario

$$\begin{aligned} \text{Volumen de ventas} &= 461,75 / (0,3575 - 0,103) \\ &= 1813,27 \text{ litros de leche} \end{aligned}$$

Para determinar los ingresos se trabajó con la siguiente fórmula:

$$\text{Ingresos} = \text{Precio unit. Venta} * [\text{Costos fijos} / (\text{Precio unit. Venta} - \text{Costo unit. Variable})].$$

$$\begin{aligned} \text{Ingresos} &= 0,3575 * [461,75 / (0,3575 - 0,103)] \\ &= \$ 648,24 \end{aligned}$$

$$\text{Costos totales} = (\text{Costo unit. Variable} * \text{volumen de ventas}) + \text{Costos fijos}$$

$$\begin{aligned} \text{Costos totales} &= (0,103 * 1813,27) + 461,75 \\ &= \$ 648,24 \end{aligned}$$

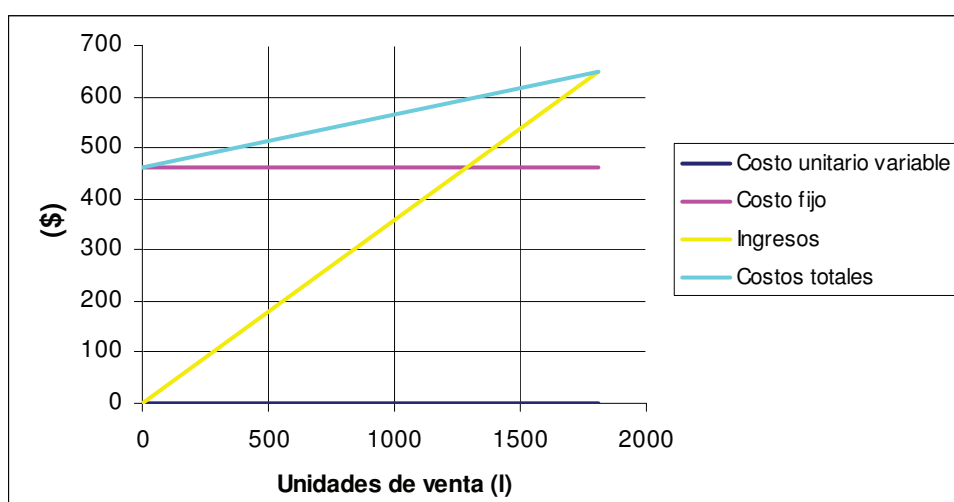


Figura 9. Punto de equilibrio en la elaboración de té de estiércol con relación a las unidades de venta de leche.

El punto de equilibrio en este caso se dio cuando los ingresos y los costos totales alcanzaron un valor de \$648,24 con una producción de leche de 1813,27 litros al mes. Al igual que los anteriores análisis, este valor indica que a este nivel la hacienda no gana pero tampoco pierde y no representa algún riesgo para su situación financiera.

3.6.2.3.4. Fertilizante completo 8-20-20 y úrea 46% N.

Al emplear este fertilizante y determinar su punto de equilibrio se consideraron los siguientes parámetros:

- El costo unitario variable por producir 1097,8 kg de pasto fertilizado fue de \$54, de manera que 1 kg de pasto fertilizado tiene un costo variable de \$ 0,063.
- El costo fijo en este caso fue de \$593,5 debido a mano de obra, transporte y arriendo que se detallan en el anexo XV
- El precio de venta de la leche es de \$0,3575

Con estos factores se calculó el punto de equilibrio que se indica a continuación:

Tabla 36. Volumen de venta de leche al fertilizar con fertilizante químico

Fertilizante	Costo unitario variable (\$)	Costos Fijos (\$)	Precio unitario de venta (\$)	Costos totales (\$)	Ingresos (\$)	Volumen de ventas (l)
Químico	0,050	593,5	0,3575	688,95	688,95	1927,13

Tabla 37. Punto de equilibrio en el empleo de fertilizante químico

Volumen ventas (l)	Costo unitario variable (\$)	Costo fijo (\$)	Ingresos (\$)	Costos totales (\$)
0	0	593,5	0	593,5
1927,13	0,050	593,5	688,95	688,95

Para determinar el volumen de ventas se trabajó con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de ventas} = \text{Costos fijos} / (\text{Precio unit. de venta} - \text{Costo unit. variable})$$

* unit. : unitario

$$\begin{aligned} \text{Volumen de ventas} &= 593,5 / (0,3575 - 0,050) \\ &= 1927,13 \text{ litros de leche} \end{aligned}$$

Para determinar los ingresos se trabajó con la siguiente fórmula:

$$\text{Ingresos} = \text{Precio unit. Venta} * [\text{Costos fijos} / (\text{Precio unit. Venta} - \text{Costo unit. Variable})].$$

$$\begin{aligned} \text{Ingresos} &= 0,3575 * [593,5 / (0,3575 - 0,050)] \\ &= \$ 688,95 \end{aligned}$$

$$\text{Costos totales} = (\text{Costo unit. Variable} * \text{volumen de ventas}) + \text{Costos fijos}$$

$$\begin{aligned} \text{Costos totales} &= (0,050 * 1927,13) + 593,5 \\ &= \$ 688,95 \end{aligned}$$

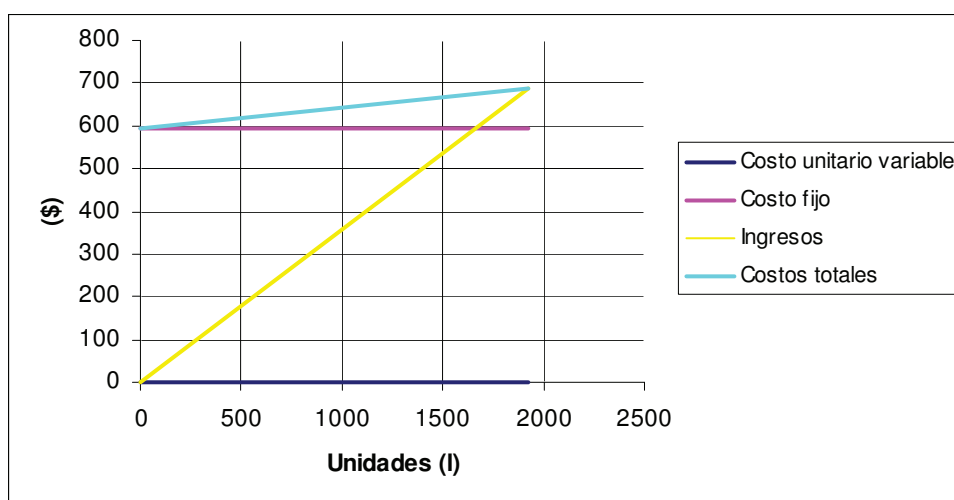


Figura 10. Punto de equilibrio en el empleo de fertilizante químico con relación a las unidades de venta de leche.

Los ingresos y los costos totales al alcanzar un valor de \$688,95, llegaron a un punto de equilibrio en el que la producción de leche fue de 1927,13 litros al mes y en el que no registraron pérdida o ganancia. Además con este análisis se demuestra que el emplear este fertilizante no representa un riesgo financiero para la hacienda debido a que el punto de equilibrio resultante no es mayor al costo de producción total de este abono.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. El fertilizante químico fue el abono que produjo mejores resultados en cuanto a la cantidad de pasto dentro del tiempo establecido con un promedio en peso de 4,33 kg. Sin embargo, el compost logró también un desarrollo considerable del pasto presentando un promedio de 3,66 kg.
2. La elaboración de los abonos orgánicos fue más costosa que la utilización de un abono químico, debido a la cantidad de materia prima, insumos y mano de obra que se necesitó para producirlos.
3. Los abonos orgánicos exigieron mayores cuidados durante el proceso de preparación, por esta razón, el tiempo de elaboración duró hasta ciento ochenta días para su aplicación. En cambio, el fertilizante químico se lo adquirió ya elaborado en casas comerciales para su empleo inmediato y no fue necesario dar los cuidados como un abono orgánico.
4. La cantidad de fertilizante químico necesaria para cubrir una hectárea de cultivo (2 qq) fue menor que la de un abono orgánico, por lo que se requirió elaborar grandes cantidades de estos abonos para fertilizar el área experimental.
5. La elaboración de abonos orgánicos implicó la utilización de aquellos materiales que normalmente se consideran desecho, de esta manera se optimizaron todos los recursos y los productos que se dan en la hacienda lo que disminuyó la contaminación del sector y mejoró la calidad del pasto que se benefició al ser fertilizado con estos productos. Además, se creó un ciclo cerrado en el cual lo que sirvió de alimento para el ganado se convirtió en alimento de sí mismo.

6. La fertilización orgánica también fue una buena opción ya que sus costos de producción estuvieron acorde al presupuesto de la hacienda, se emplearon recursos naturales que se producen en la propiedad, se contribuyó con el medio ambiente procurando ocasionar el impacto ambiental más leve posible, el ganado se alimentó con pasto libre de químicos y el agricultor no se expuso al contacto de sustancias que le pudieran ocasionar problemas de salud a largo plazo.
7. El fertilizante químico ocasiona desgaste del suelo a corto plazo así como también disminuye paulatinamente su efectividad en él por lo que el agricultor se ve obligado a utilizar estos fertilizantes con mayor frecuencia lo que acelera el desgaste del suelo. En cambio, el fertilizante orgánico como presenta mayor permanencia en los potreros, el suelo a largo plazo es de mejor calidad ya que los nutrientes depositados son bien absorbidos y asimilados por el suelo por lo que no se desgasta mas bien se fortalece.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Incentivar el uso de fertilizantes orgánicos con el objetivo de cultivar un pasto saludable y conservar la calidad del suelo para evitar su precoz desgaste.
2. Informar a los agricultores del sector y a la comunidad en general de las consecuencias negativas que ocasiona el uso excesivo de fertilizantes químicos los cuales provocan el desarrollo de enfermedades tanto en los animales como en el ser humano.
3. Dar tratamiento a todos los desechos que se producen en la hacienda al destinar un área específica para el procesamiento de los mismos con el propósito de evitar que los animales estén en contacto con el material en descomposición y obtener el abono en condiciones óptimas.

4. Utilizar los microorganismos catalizadores de abonos orgánicos en caso de que se desee obtener el fertilizante en menor tiempo. Estos microorganismos ayudarán a optimizar el período de elaboración y así se fertilizarán los terrenos con mayor frecuencia.
5. Aplicar el té de estiércol por tres días consecutivos para que tenga mayor efecto en la mezcla forrajera y haya mejor rendimiento.
6. Comercializar los abonos elaborados en la hacienda ya que contienen buen nivel nutricional y cada vez hay más sectores interesados en trabajar con esta alternativa orgánica además que representaría un ingreso para la propiedad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, R., 1969, "Investigación de la fórmula básica de fertilización para pastos, en la hacienda La Tola", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador, p. 13.
2. Bernal, J., 2003, "Manual de nutrición y fertilización de pastos", INPOFOS, Colombia, pp. 5–24.
3. BioCiencia Casa Comercial, 2008, "Instructivo de uso de BTA40, Biocatalizadores de abonos orgánicos".
4. Cáceres, J., 1975, "Recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del Ecuador", INIAP – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Ecuador.
5. Camargo, H., 1989, "Respuesta de una mezcla forrajera compuesta a tres formulaciones de fertilización en Huasca. Garchi", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador, p. 51
6. Centro de Investigaciones y estudios superiores en Antropología Social, "Elaboración de abonos orgánicos", www.ciesas-golfo.edu.mx/istmo/docs/ponencias/elaboracion01.htm, (Marzo, 2008).
7. Collings, G., 1958, "Fertilizantes comerciales. Sus fuentes y uso", primera edición, Salvat Editores, Barcelona, España, pp. 481-489, 494-500, 679-686.
8. Cooperación Técnica Alemana, Proyecto de Sanidad Vegetal, "Producción de abonos", www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/produccion-de-abono-organico.pdf, (Marzo, 2008).
9. Cordero, E. y Orea, U., 2004, "La composición química del follaje", <http://www.monografias.com/trabajos15/composicion-follaje/composicion-follaje.shtml>, (Noviembre, 2008)
10. Espejo, C., 1996, "Sistema de explotación ganadera", <http://www.ingeba.euskalnet.net/lurralde/lurranet/lur19/19espej/19espejo.htm>, (Noviembre, 2007).
11. Fajardo, E. y Sarmiento, S., 2007, "Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae*", www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis26.pdf, (Noviembre, 2008)
12. Garola, C., 1926, "Abonos I, Materias fertilizantes", segunda edición, Salvat Editores, Barcelona, España, p.89.

13. Garola, C., 1926, "Abonos II, Práctica de la fertilización", segunda edición, Salvat Editores, Barcelona, España, p. 231.
14. Gélvez, L., 2008, "Composición nutricional de la gallinaza de piso", http://www.mundo-pecuario.com/tema60/monogastricos/gallinaza_piso-299.html, (Noviembre, 2008).
15. González, J., 1956, "Influencia de los abonos en el contenido nutritivo de los forrajes", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador, p. 87.
16. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, 2008, "Estudios e investigaciones Meteorológicas", Dirección Gestión Meteorológica, Quito, Ecuador, pp. 92, 94.
17. León, C., 1993, "Producción y utilización de los pastizales de la zona alto andina", Red de Pastizales Andinos – REPAAN, Quito, Ecuador, pp. 43-54.
18. León, R., 2003, "Pastos y Forrajes. Producción y manejo", Ediciones Científicas Agustín Álvarez A. Cia. Ltda., Quito, Ecuador, pp. 12-21, 72-94.
19. Letort, E., 1995, "Utilización eficiente del pasto en haciendas lecheras en el Ecuador", Revista Agropecuaria, Vol. (2), p. 25.
20. Mason, R., 2002, "Estadística para Administración y Economía", décima edición, Alfaomega Colombiana S.A., Santafé de Bogotá, Colombia, pp. 391-403.
21. Mateus de la Cueva, G., 1992, "Evaluación de tres sistemas de resiembra con dos densidades de semilla y tres niveles de fertilización completa en una mezcla forrajera, Machachi-Pichincha", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador, p. 32.
22. Michelena, H., 1992, "Establecimiento de praderas mixtas con y sin abono orgánico en Machachi, Pichincha", Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador, p. 25.
23. Paladines, O., 2002, "Establecimiento de pasturas", Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador, p. 8.
24. Pérez-Gavilán, P. y Viniegra, G., "Potencial del uso del estiércol en la alimentación de los bovinos", www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol1/CVv1c10.pdf, (Noviembre, 2008).

25. Restrepo, J., 2001, "Abonos orgánicos fermentados. Capítulo V", primera edición, Colombia, p. 72.
26. Rigau, A., 1982, "Los abonos. Su preparación y empleo", sexta edición, Editorial Sintés, Barcelona, España, p. 25.
27. Salazar, E., 2007, "Producción de maíz bajo riego por cintilla con aplicación de estiércol bovino", www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S1851-56572007000100015&lng=es, (Noviembre, 2008).
28. Suquilanda, M., 2003, "Elaboración de abonos orgánicos", Publiasesores, Quito, Ecuador, pp. 9-11.
29. Szttern, D. y Pravia, M., 1999, "Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos", <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>, (Junio, 2008).
30. Tobar, F., 2007, "Abonos orgánicos en el cultivo de pasturas", http://www.asogansd.com/site/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=74, (Junio, 2009).
31. Través, G., 1962, "Abonos", primera edición, Editorial Sintés, Barcelona, España, p. 62.
32. Vera, R., 2002, "Perfiles por país del recurso pastura/forraje – Ecuador", http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/spanishtrad/ecuador_sp/ecuador_sp.htm, (Julio, 2008).
33. Zapata, P., 2007, "Contabilidad de costos", primera edición, McGraw-Hill Interamericana, Colombia, p.19.

ANEXOS

Anexo I

Elaboración del compost



Aplicación de material vegetal



Levantamiento de la parva



Microorganismos catalizadores



Aplicación de microorganismos catalizadores



Parva de compost en descomposición



Abono listo para su aplicación

Anexo II

Elaboración del bocashi



Aplicación de material animal y vegetal



Aplicación de melaza



Aplicación de aserrín en la parva



Microorganismos catalizadores



Parva de bocashi en descomposición



Bocashi listo para su aplicación

Anexo III

Elaboración del té de estiércol



Saco con estiércol y piedras



Saco atado es colocado en un tonel pintado



Mezcla de melaza, leche y Sulphomag



Adición de ingredientes mencionados



La preparación es cerrada



El té está listo para su utilización

Anexo IV

División del lote experimental y siembra de la mezcla forrajera



División del lote experimental



División del lote experimental



Semilla de la mezcla forrajera



Siembra de la mezcla forrajera



Lote experimental a los 16 días de siembra



Lote experimental a los 32 días de siembra

Anexo V

Fertilización del lote experimental y corte del pasto



Fertilizante químico 8-20-20 y úrea 46% N



Aplicación de fertilizantes



Levantamiento de información antes del corte



Toma de muestras de cada potrero



Toma de muestras de cada potrero



Pesaje de las muestras tomadas

Anexo VI

Análisis nutricional de los fertilizantes orgánicos



ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
Km 14 1/2 Panamericana Sur, Appdo. 17-01-340
Telf. -Fax 690694
QUITO - ECUADOR

Nombre del propietario:	MERCEDES BAHAMONDE	Fecha de muestreo:	30-03-09
Nombre del remitente:	MERCEDES BAHAMONDE	Muestra:	COMPOST
Nombre de la Granja:	HCDA. EL CHAPARRAL	Fecha ingreso Laboratorio:	30-03-09
Localización:	TAMBILLO MEJIA PICHINCHA	Fecha de entrega:	09/04/09
	Parroquia Cantón Provincia		

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGANICOS

No. Laborat.	Identificación	pH	R		%						ppm							
			C/N	C.E.	N TOTAL	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn		
278	COMPOST	8.0			1.02	0.41	0.94											
279	BOCASHI	7.2			1.29	0.83	0.80											
280	TE. DE ESTER.	6.7			0.07	0.02	0.09											

METODOLOGIA USADA:

pH y Conductividad eléctrica C.E. en solución al 10% en agua
Materia Orgánica por pérdida por calcinación -Método A.O.A.C.
En Biol. pH y C.E. determinación directa

C.E. = Conductividad eléctrica dS/m = decisiemens/metro
M.O. = Materia orgánica
M.S. = Materia seca


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

Anexo VII

Análisis bacteriológico del té de estiércol

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y MEDICINA TROPICAL
LABORATORIOS VETERINARIOS

FAX: 2600 740
 TELF: 2660806
 Casilla 274
 Quito - Ecuador

Dirección:
 Panam, Sur
 Km. 12 1/2

DIAGNOSTICO

MUESTRA: Té de estiércol REMITE: Srta. Mercedes Bahomonda.
 PROVINCIA: Pichincha CANTON: Machachi Parroquia: Tambillo
 AÑO: 2009 MES: 04 DIA: 08
 LABORATORIO: Bacteriología
 ESTUDIO: Bacteriológico Reg/2509
 PRACTICADO EN: Té de estiércol

Análisis Anatómopatológicos.- ph de la muestra 5.9

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO: Gérmenes / cc de muestra

RTC/UFC	RT Coliformes	ML/UPM	Salmonella sp.	E. coli
73 x 10 ⁵ UFC	16 x 10 ⁶ UFC	19UPM	Ausencia	-

Análisis cualitativo y cuantitativo de la muestra


 Dr. Cimaco Egas A.
 Profesional responsable



Anexo VIII

Costo de producción del compost

Costos de Producción de compost	Expresado en dólares americanos				
	Unidad	Cantidad	Costo total real	Cantidad aplicada	Costo real aplicado
MATERIAS PRIMAS					
INVENTARIO MATERIA PRIMA					
Estiércol vacuno	sacos	200	250,00	20	25,00
Gallinaza	sacos	200	350,00	10	17,50
Aserrín	sacos	200	120,00	10	6,00
Cal	kg	50	5,00	1,14	0,11
Melaza	litros	200	70,00	3,78	1,32
Agua	m ³	1	0,63	15	9,45
Total Materia Prima					59,39
INVENTARIO INSUMOS					
Plásticos para invernadero	metros	1	1,26	15	18,90
Tubos PVC	metros	1	2,39	2	4,78
Carretillas	Unidad	1	64,74	1	64,74
Palas	Unidad	1	10,65	2	21,30
Total Insumos					109,72
MANO DE OBRA DIRECTA					
Sueldos y horas extras	jornada	1	20,00	4	80,00
Total MOD					80,00
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Sueldos y horas extras	jornada	1	20,00	1	20,00
Capacitación MDI	jornada	1	50,00	1	50,00
Total MDI					70,00
OTROS					
Transporte	gl	1	1,45	25	36,25
Microorganismos catalizadores de abonos orgánicos	ml	1000	35,00	30	1,05
Total otros					37,30
Costo de producción de compost					356,41
Aplicación cada tres meses					
Costo anual					1425,63
Costo hectárea de terreno					400,00
TOTAL INVERSIÓN MÁS COSTO					1825,63

Anexo IX

Costo de producción del compost en la hacienda El Chaparral

Costos de Producción de compost	Expresado en dólares americanos				
	Unidad	Cantidad	Costo total real	Cantidad aplicada	Costo real aplicado
Hacienda El Chaparral					
MATERIAS PRIMAS					
INVENTARIO MATERIA PRIMA					
Estiércol vacuno	sacos	200	250,00	20	0,00
Gallinaza	sacos	200	350,00	10	17,50
Aserrín	sacos	200	120,00	10	6,00
Cal	kg	50	5,00	1,14	0,11
Melaza	litros	200	70,00	3,78	1,32
Agua	m ³	1	0,63	15	0,00
Total Materia Prima					24,94
INVENTARIO INSUMOS					
Plásticos para invernadero	metros	1	1,26	15	18,90
Tubos PVC	metros	1	2,39	2	4,78
Carretillas	Unidad	1	64,74	1	0,00
Palas	Unidad	1	10,65	2	0,00
Total Insumos					23,68
MANO DE OBRA DIRECTA					
Sueldos y horas extras	jornada	1	20,00	4	80,00
Total MOD					80,00
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Sueldos y horas extras	jornada	1	20,00	1	20,00
Capacitación MDI	jornada	1	50,00	1	0,00
Total MDI					20,00
OTROS					
Transporte	gl	1	1,45	25	36,25
Microorganismos catalizadores de abonos orgánicos	ml	1000	35,00	30	1,05
Total otros					37,30
Costo de producción de compost Hda. El Chaparral					185,92
Aplicación cada tres meses					
Costo anual					743,67
Costo hectárea de terreno					400,00
TOTAL INVERSIÓN MÁS COSTO					1.143,67

Anexo X
Costo de producción del bocashi

Costos de Producción de bocashi	Expresado en dólares americanos				
	Unidad	Cantidad	Costo total real	Cantidad aplicada	Costo real aplicado
MATERIAS PRIMAS					
INVENTARIO MATERIA PRIMA					
Estiércol vacuno	sacos	200	250,00	10	12,50
Gallinaza	sacos	200	350,00	8	14,00
Aserrín	sacos	200	120,00	8	4,80
Cal	kg	50	5,00	0,9	0,09
Melaza	litros	200	70,00	3,78	1,32
Agua	m ³	1	0,63	15	9,45
Total Materia Prima					42,16
INVENTARIO INSUMOS					
Plásticos para invernadero	metros	1	1,26	10	12,60
Tubos PVC	metros	1	2,39	2	4,78
Carretillas	Unidad	1	64,74	1	64,74
Palas	Unidad	1	10,65	2	21,30
Total Insumos					90,82
MANO DE OBRA DIRECTA					
Sueldos y horas extras (jornada)	jornada	1	20,00	2	40,00
Total MOD					40,00
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Sueldos y horas extras (jornada)	jornada	1	20,00	1	20,00
Capacitación MDI	jornada	1	50,00	1	50,00
Total MDI					70,00
OTROS					
Transporte	gl	1	1,45	25	36,25
Microorganismos catalizadores de abonos orgánicos	ml	1000	35,00	30	1,05
Total otros					37,30
Costo de producción de bocashi					280,28
Aplicación cada tres meses					
Costo anual					1121,13
Costo hectárea de terreno					400,00
TOTAL INVERSIÓN MÁS COSTO					1521,13

Anexo XI

Costo de producción del bocashi en la hacienda El Chaparral

Costos de Producción de bocashi	Expresado en dólares americanos				
	Unidad	Cantidad	Costo total real	Cantidad aplicada	Costo real aplicado
Hacienda El Chaparral					
MATERIAS PRIMAS					
INVENTARIO MATERIA PRIMA					
Estiércol vacuno	sacos	200	250,00	10	0,00
Gallinaza	sacos	200	350,00	8	14,00
Aserrín	sacos	200	120,00	8	4,80
Cal	kg	50	5,00	0,9	0,09
Melaza	litros	200	70,00	3,78	1,32
Agua	m ³	1	0,63	15	0,00
Total Materia Prima					20,21
INVENTARIO INSUMOS					
Plásticos para invernadero	metros	1	1,26	10	12,60
Tubos PVC	metros	1	2,39	2	4,78
Carretillas	Unidad	1	64,74	1	0,00
Palas	Unidad	1	10,65	2	0,00
Total Insumos					4,78
MANO DE OBRA DIRECTA					
Sueldos y horas extras (jornada)	jornada	1	20,00	2	40,00
Total MOD					40,00
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Sueldos y horas extras (jornada)	jornada	1	20,00	1	20,00
Capacitación MDI	jornada	1	50,00	1	0,00
Total MDI					20,00
OTROS					
Transporte	gl	1	1,45	25	36,25
Microorganismos catalizadores de abonos orgánicos	ml	1000	35,00	30	1,05
Total otros					37,30
Costo de producción de bocashi Hda. El Chaparral					122,29
Aplicación cada tres meses					
Costo anual					489,17
Costo hectárea de terreno					400,00
TOTAL INVERSIÓN MÁS COSTO					889,17

Anexo XII
Costo de producción del té de estiércol

Costos de Producción de té de estiércol	Expresado en dólares americanos				
	Unidad	Cantidad	Costo total real	Cantidad aplicada	Costo real aplicado
MATERIAS PRIMAS					
INVENTARIO MATERIA PRIMA					
Estiércol vacuno	sacos	200	250	0,5	0,63
Leche	litros	1	0,35	1	0,35
Sulphomag	kg	1	17,68	4	70,72
Levadura	lb	1	1,5	1	1,5
Melaza	litros	200	70	1	0,35
Agua	m ³	1	0,63	0,002	0,00
Total Materia Prima					73,55
INVENTARIO INSUMOS					
Saquillo	unidad	1	0,5	1	0,5
Tonel	litros	200	25,87	1	0,13
Total Insumos					0,63
MANO DE OBRA DIRECTA					
Sueldos y horas extras (jornada)	jornada	1	20	1	20
Total MOD					20
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Sueldos y horas extras (jornada)	jornada	1	20	1	20
Capacitación MDI	jornada	1	50	1	50
Total MDI					70
OTROS					
Transporte	gl	1	1,45	15	21,75
Total otros					21,75
Costo de producción de té de estiércol					185,93
Aplicación cada tres meses					
Costo anual					743,70
Costo hectárea de terreno					400,00
TOTAL INVERSIÓN MÁS COSTO					1143,70

Anexo XIII

Costo de producción del té de estiércol en la hacienda El Chaparral

Costos de Producción de té de estiércol	Expresado en dólares americanos				
	Unidad	Cantidad	Costo total real	Cantidad aplicada	Costo real aplicado
Hacienda El Chaparral					
MATERIAS PRIMAS					
INVENTARIO MATERIA PRIMA					
Estiércol vacuno	sacos	200	250	0,5	0,00
Leche	litros	1	0,35	1	0,35
Sulphomag	kg	1	17,68	4	70,72
Levadura	lb	1	1,5	1	1,5
Melaza	litros	200	70	1	0,35
Agua	m ³	1	0,63	0,002	0,00
Total Materia Prima					72,92
INVENTARIO INSUMOS					
Saquillo	unidad	1	0,5	1	0
Tonel	litros	200	25,87	1	0,00
Total Insumos					0,00
MANO DE OBRA DIRECTA					
Sueldos y horas extras (jornada)	jornada	1	20	1	20
Total MOD					20
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Sueldos y horas extras (jornada)	jornada	1	20	1	20
Capacitación MDI	jornada	1	50	1	0
Total MDI					20
OTROS					
Transporte	gl	1	1,45	15	21,75
Total otros					21,75
Costo de producción de té de estiércol Hda. El Chaparral					134,67
Aplicación cada tres meses					
Costo anual					538,69
Costo hectárea de terreno					400,00
TOTAL INVERSIÓN MÁS COSTO					938,69

Anexo XIV

Costo de producción del fertilizante 8-20-20 y úrea 46%N

Costos de Producción del fertilizante químico	Expresado en dólares americanos				
	Unidad	Cantidad	Costo total real	Cantidad aplicada	Costo real aplicado
MATERIAS PRIMAS					
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA					
8-20-20	kg	50	44,00	50	44,00
Úrea	kg	50	10,00	50	10,00
Total Materia Prima					54,00
INVENTARIO INSUMOS					
Palas	Unidad	1	10,65	2	21,30
Carretillas	unidad	1	120,00	1	120,00
Total Insumos					141,30
MANO DE OBRA DIRECTA					
Sueldos y horas extras	jornada	1	20,00	4	80,00
Total MOD					80,00
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Sueldos y horas extras	jornada	1	20,00	1	20,00
Capacitación MOI	jornada	1	50,00	1	50,00
Total MOI					70,00
OTROS					
Transporte	gl	1	1,45	30	43,50
Total Otros					43,50
Costo de producción de fertilizante químico					388,80
Aplicación cada tres meses					
Costo anual					1555,2
Costo hectárea de terreno					400,00
Total inversión más costo					1.955,20

Anexo XV

**Costo de producción del fertilizante 8-20-20 y úrea 46%N en la hacienda
El Chaparral**

Costos de Producción del fertilizante químico	Expresado en dólares americanos				
	Unidad	Cantidad	Costo total real	Cantidad aplicada	Costo real aplicado
Hacienda El Chaparral					
MATERIAS PRIMAS					
INVENTARIO DE MATERIA PRIMA					
8-20-20	kg	50	44,00	50	44,00
Úrea	kg	50	10,00	50	10,00
Total Materia Prima					54,00
INVENTARIO INSUMOS					
Palas	Unidad	1	10,65	2	0,00
Carretillas	unidad	1	120,00	1	0,00
Total Insumos					0,00
MANO DE OBRA DIRECTA					
Sueldos y horas extras	jornada	1	20,00	4	80,00
Total MOD					80,00
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Sueldos y horas extras	jornada	1	20,00	1	20,00
Capacitación MOI	jornada	1	50,00	1	50,00
Total MOI					70,00
OTROS					
Transporte	gl	1	1,45	30	43,50
Total Otros					43,50
Costo de producción de Fertilizante químico Hda. El Chaparral					247,50
Aplicación cada tres meses					
Costo anual					990
Costo hectárea de terreno					400,00
Total inversión más costo					1.390,00