



ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

CARRERA AGROINDUSTRIA

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

**EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA Y TOXICOLÓGICA DE
MICROORGANISMOS ESPECÍFICOS EN LA OBTENCIÓN DEL
ENSILAJE DE BANANO VERDE (*Musa sapientum*)**

AUTORES:

**ÁNGEL JAVIER FAUBLA ZAMBRANO
HENRY RAFAEL PONCE MERA**

TUTOR:

ING. DAVID WILFRIDO MOREIRA VERA, Mg. P.AI.

CALCETA, JULIO 2016

DERECHOS DE AUTORÍA

Ángel Javier Faubla Zambrano y Henry Rafael Ponce Mera, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....
ÁNGEL J. FAUBLA ZAMBRANO

.....
HENRY R. PONCE MERA

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

David Wilfrido Moreira Vera certifica haber tutelado la tesis **EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA Y TOXICOLÓGICA DE MICROORGANISMOS ESPECÍFICOS EN LA OBTENCIÓN DEL ENSILAJE DE BANANO VERDE (*Musa sapientum*)**, que ha sido desarrollada por Ángel Javier Faubla Zambrano y Henry Rafael Ponce Mera, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. DAVID W. MOREIRA VERA, Mg. P.AI.

APROBACIÓN DE TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA Y TOXICOLÓGICA DE MICROORGANISMOS ESPECÍFICOS EN LA OBTENCIÓN DEL ENSILAJE DE BANANO VERDE (*Musa sapientum*)**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Ángel Javier Faubla Zambrano y Henry Rafael Ponce Mera, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
Blg. Jhonny Navarrete Álava, Mg.PA
MIEMBRO

.....
Ing. Roy L. Barre Zambrano, Mg.PA
MIEMBRO

.....
Ing. Edison F. Macías Andrade, Mg.PA
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A Dios por darme el invaluable don de la vida, y por haber permitido alcanzar mis metas,

A mis padres por ser guías con sus palabras de ánimo en mis momentos de tristeza o desinterés, y por ese esfuerzo día a día que realizan para darme la mejor herencia como lo es el estudio, y

A mis amigos que siempre estuvieron apoyándome durante todo este periodo académico.

.....
ÁNGEL J. FAUBLA ZAMBRANO

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A mis padres ya que ellos fueron quienes me brindaron su amor y confianza, sin ello hubiera sido difícil seguir adelante,

A mis amigos que estuvieron apoyándome en el largo transcurso de mi formación académica,

A mis profesores que supieron guiarme en el camino hasta aquí, y

A Don Rubén y la Sra. Pilar, ya que con su apoyo y consejos pude seguir adelante en este largo recorrido.

.....
HENRY R. PONCE MERA

DEDICATORIA

A Dios, el que me ha dado la fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado y por permitir cumplir mis metas planteadas,

A mis padres, por su amor, ejemplo de conducta, sacrificio personal y apoyo incondicional que me han brindado siempre ya que son personas muy importantes en mi vida quienes con su esfuerzo, amor y perseverancia supieron sacarme adelante para llegar a ser una persona de bien, inculcando en mí el respeto y el valor de la vida,

A mis hermanos por guiarme hacia el buen camino y por apoyarme frente a las adversidades de la vida, y

A Jessica Triviño, una persona muy especial para mí, gracias a la ayuda que me has brindado y por estar en los momentos más difíciles de mi vida.

.....
ÁNGEL J. FAUBLA ZAMBRANO

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza para superar los obstáculos del camino, la sabiduría para no desmayar nunca y la fe para nunca dejar de creer que se pueden superar las adversidades de la mejor manera,

A mis padres y hermano quienes con su confianza, sacrificio y empeño estuvieron siempre a mi lado en este largo camino que termina de la mejor manera posible, y

A Gema, Carmen, María y Quirino, más que amigos, hermanos; con los cuales pasamos difíciles momentos, pero unidos supimos afrontar todos los percances que se presentaron y los convertimos en victorias.

.....
HENRY R. PONCE MERA

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DE TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	xi
CONTENIDO DE CUADROS.....	xi
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN	xiii
PALABRAS CLAVES	xiii
ABSTRACT	xiv
KEYWORDS	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. EL BANANO.....	6
2.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y NUTRICIONALES	7
2.3. LA CONSERVACIÓN DE FORRAJES.....	7
2.3.1. ENSILAJE	8
2.4. FASES DEL ENSILAJE	9
2.4.1. FASE AERÓBICA	9

2.4.2.	FASE DE FERMENTACIÓN	9
2.4.3.	FASE ESTABLE	10
2.4.4.	FASE DE DETERIORO AEROBIO	10
2.5.	FERMENTACIÓN DE BACTERIA LACTO-ÁCIDAS	10
2.6.	NUTRIENTES	11
2.7.	FACTORES TOXICOLÓGICOS.....	12
2.8.	EL ENSILAJE CON RESPECTO A LOS NUTRIENTES.....	12
2.8.1.	CENIZAS	13
2.8.2.	FIBRA	13
2.9.	INÓCULOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES.....	14
2.10.	MELAZA EN LA ELABORACIÓN DE ENSILAJE.....	15
2.11.	AGUA EN LA ELABORACIÓN DE ENSILAJE	16
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		17
3.1.	UBICACIÓN	17
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	17
3.3.	FACTOR EN ESTUDIO.....	17
3.3.1.	FACTOR.....	17
3.3.2.	NIVELES.....	18
3.4.	TRATAMIENTOS	18
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
3.6.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	19
3.7.	VARIABLES A MEDIR	19
3.7.1.	INDEPENDIENTES	19
3.7.2.	DEPENDIENTES	19
3.8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	20
3.9.	MANEJO DEL EXPERIMENTO	20
3.9.1.	DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENSILAJE DE BANANO VERDE DE RECHAZO.....	21
3.9.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENSILAJE DE BANANO VERDE DE RECHAZO	22
3.10.	TRATAMIENTO DE DATOS	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		24
4.1.	VARIABLES BROMATOLÓGICAS	24

4.1.1. PROTEÍNA	24
4.1.2. FIBRA BRUTA	25
4.1.3. CENIZA.....	26
4.1.4. ENERGÍA TOTAL	27
4.2. VARIABLE TOXICOLÓGICA	28
4.2.1. TANINOS.....	29
4.3. RESULTADOS DE COSTOS-BENEFICIOS	30
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
5.1. CONCLUSIONES	33
5.2. RECOMENDACIONES	33
BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXOS	41

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

CONTENIDO DE CUADROS

CUADRO 2.1. Valor nutritivo de la fruta de banano por 100 gr.....	21
CUADRO 3.1. Detalles de los tratamientos.....	32
CUADRO 3.2. Esquema ANOVA.....	32
CUADRO 3.3. Composición de la unidad experimental de los tratamientos y testigo.....	33
CUADRO 4.1. Resultados de las medias y la desviación estándar de los análisis bromatológicos frente al testigo (prueba t de Dunnet).....	38
CUADRO 4.2. Resultados de la media y la desviación estándar de los análisis de taninos frente al testigo (prueba t de Dunnet).....	29

CUADRO 4.3. Maquinarias y equipos.....	44
CUADRO 4.4. Utensilios.....	44
CUADRO 4.5. Muebles y enseres.....	44
CUADRO 4.6. Depreciación activos de la planta de producción.....	44
CUADRO 4.7. Mano de obra directa.....	45
CUADRO 4.8. Materia prima e insumos.....	45
CUADRO 4.9. Otros costos indirectos de fabricación.....	45
CUADRO 4.10. Costos de producción.....	45

CONTENIDO DE FIGURAS

Gráfico 4.1. Medias en porcentajes del análisis de proteína en base seca.....	39
Gráfico 4.2. Medias de los porcentajes en base seca del análisis de fibra bruta.....	40
Gráfico 4.3. Medias en porcentajes del análisis de ceniza en base seca.....	41
Gráfico 4.4. Medias de los tratamientos en kg/100g de los análisis de energía total en base seca.....	42
Gráfico 4.5. Medias en mg/100g de taninos en base húmeda.....	43

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar los factores bromatológicos y toxicológicos en la obtención del ensilaje de banano verde (*Musa sapientum*) adicionando microorganismos específicos. Los tipos de microorganismos utilizados fueron, Bacterias: *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis*; levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*; hongos: *Trichoderma harzianum*. Se evaluaron los niveles de proteína, fibra bruta, ceniza, energía total, cantidad de taninos y el costo-beneficio del producto. Después de la recepción de la materia prima se prosiguió a la selección, lavado, sanitización y rallado, posteriormente se realizó la mezcla del ensilaje incorporando 69,3 % de banano verde, 14,7 % de melaza, 16 % de agua y el 2 % de los diferentes microorganismos. El proceso de almacenamiento y fermentación se realizó en un lugar oscuro a temperatura ambiente durante 65 días. Se analizaron cuatro tratamientos que correspondió a los diferentes microorganismos y se incluyó un testigo sin tratar con microorganismos. Se determinó como mejor tratamiento el A3 con cepa de *Saccharomyces cerevisiae* con respecto a proteína y ceniza con un aumento del 6,91 % y 10,53 % respectivamente. No se presentaron diferencias significativas en fibra bruta y energía total. En la variable toxicológica no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos aunque todos registran un contenido menor al 0,05 %. El Kg de ensilaje inoculado con *Saccharomyces cerevisiae* presentó un costo de \$0,36. Se concluyó que el tratamiento inoculado con *Saccharomyces cerevisiae* fue el mejor tratamiento debido a su alto porcentaje de proteína y cenizas, porcentajes mínimos en contenido de taninos y costo de producción bajo.

PALABRAS CLAVES

Material ensilado, recurso alimenticio, inóculo, banano de rechazo.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the bromatological and toxicological factors involved in the ensiling process of green bananas (*Musa sapientum*) using specific microorganisms. We used the following microorganisms: Bacteria (*Lactobacillus plantarum* and *Bacillus subtilis*), yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and fungus (*Trichoderma harzianum*). We evaluated the amount of protein, crude fiber, ash, total energy, tannin content, and cost-benefit relationship of the final product. After reception, the raw material went through the processes of selection, washing, cleaning and grating. Subsequently, we prepared the ensiling mix by incorporating 69,3 % green banana, 14,7 % molasses, 16 % water, and 2 % microorganisms. The storage and fermentation processes were completed in a dark place at room temperature for 65 days. Four treatments, using the above-mentioned microorganisms, and an additional control treatment, were evaluated. The treatment with the most appropriate response was A3 (*Saccharomyces cerevisiae*), showing a 6,91 % and 10,53% of protein and ash increase, respectively. No significant differences between crude fiber and total energy levels were found. Similarly, no significant differences were found among treatments with regard to toxicology, however, all treatments showed values under 0,05 %. Each kilogram of final product inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* has a total cost of \$0,36. It was concluded that treatment inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* had the best protein, ash and tannin content as well as a low production cost making it the best treatment.

KEYWORDS

Silage material, food resource, inoculum, bananas of rejection.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El banano es una de las frutas ampliamente estudiadas, principalmente por la alta producción de desechos generados en poscosecha, su cultivo se extiende por todas las zonas húmedas tropicales siendo el cuarto cultivo en producción mundial (Vargas, 2010 citado por Gil *et al.*, 2011). Las principales causas del alto porcentaje de rechazo de banano en los procesos de exportación, son las rigurosas exigencias en parámetros de calidad que buscan garantizar que el producto llegue en condiciones óptimas a los diferentes mercados, como Norte América y Europa (Alemania, Estados Unidos, Italia, España, Suecia y Portugal). El rechazo del material para exportación se presenta debido a diferentes circunstancias; las más significativas son: superación del punto óptimo de cosecha, selección durante los procesos de post-cosecha y el desecho de la fruta en puerto (Gil *et al.*, 2011). A nivel mundial, este control ha llevado a que entre un 20% y un 25% del total producido sea rechazado (Gil *et al.*, 2011).

Cerca de la ESPAM MFL se encuentran dos bananeras, una en la finca Amanda Michelle del Cantón Bolívar y la otra en la finca Nueva Esperanza ubicada en la parroquia Ángel Pedro Giler (La Estancilla) del Cantón Tosagua. De acuerdo a Rosado y Navarrete (2013) citados por Chicaiza y Zambrano (2014), la bananera del sitio El Limón consta con 24.76 hectáreas de superficie con una producción aproximada anualmente de 3,397.87 toneladas de banano y una merma de 1,102 toneladas; la otra bananera ubicada en la Estancilla con 29.74 Ha de superficie mantiene un promedio de producción anual aproximada de 4,777.3 toneladas las cuales, 1,225 toneladas son pérdidas.

Ly (2004), sostiene que la relativa abundancia de las bananas como “frutas de rechazo” también genera la interrogante de qué hacer con grandes volúmenes de fruta en un momento dado, las mismas que no tienen salida inmediata con ningún tipo de consumo, por otro lado se debe considerar que el producto,

aunque se cosecha en estado inmaduro o verde, se hace rápidamente perecedero y su devolución a la naturaleza puede crear así una crisis ecológica por los daños de contaminación ambiental que acarrearía.

La disponibilidad de grandes volúmenes de bananas deviene también en un problema de cómo conservar la fruta (Ly, 2004); es así que han surgido las alternativas de secado o de probación de ensilado. Estos procesos no han sido caracterizados por completo desde el punto de vista de su interacción con los factores antinutricionales presentes en el banano, y de cómo contrarrestar su influencia negativa en la nutrición de animales monogástricos como el cerdo.

La utilización de banano verde de rechazo como ensilaje, con fines de ser integrados en alimentos balanceados, puede ser de gran ayuda nutricional; debido a que en la parroquia Ángel Pedro Giler (La Estancilla) se produce gran cantidad de rechazos, en los que se pueden obtener e integrarlos en la dieta balanceada de cerdos de engorde, podrían ser utilizados como un recurso alimenticio para animales y así aprovechar esta materia prima desperdiciada.

Según la FAO (s.f), los componentes Bacterias Acido-Lácticas (BAC) que se asocian con el proceso de ensilaje pertenecen a los géneros: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*. La mayoría de ellos son mesófilos, o sea que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5° y 50°C, con un óptimo entre 25° y 40°C. Son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores entre 4 y 5, dependiendo de las especies y del tipo de forraje. Todos los microorganismos del BAC son aeróbicos facultativos, pero muestran cierta preferencia por la condición anaeróbica.

En el medio todos los microorganismos antes mencionados viven y se reproducen naturalmente, pero también podrían ser cultivados específicamente en laboratorios con el fin de ser utilizados en el proceso del ensilado.

En el orden de las ideas antes mencionadas se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo aprovechar el banano verde de rechazo que se produce en la bananera orgánica de la parroquia Ángel Pedro Giler (La Estancilla) mediante un proceso de fermentación con microorganismos específicos en el que aumente el factor nutricional y a la vez disminuya el factor toxicológico?.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo está vinculado con el proyecto de la carrera de Agroindustria de la ESPAM MFL, el cual tiene la finalidad de elaborar alimento para cerdos en la etapa de engorde con métodos adecuados y de una manera que se pueda socializar con las comunidades rurales, brindando alternativas que se ajusten a las posibilidades en la que se desarrollan.

Para el uso de microorganismos en el banano verde de rechazo mediante ensilaje se debe diseñar una metodología y práctica correcta que contribuya con un proceso sistemático ordenado capaz de aprovechar al máximo el banano verde de rechazo en su mayor parte ignorado por los productores y responsables de granjas porcinas.

Ayerve y Rosado (2012) señalan que la mayor cantidad de rechazo de banano es arrojado a lado de carreteras y riveras de ríos y que este importante recurso puede ser utilizado para la alimentación animal. Esto a su vez ayudará a conocer considerablemente acerca del aprovechamiento de los microorganismos en ensilaje de banano verde de rechazo, tomando en cuenta los que se desarrollan en los laboratorios microbiológicos del área de Pecuaria de la ESPAM MFL, aumentando el rendimiento del ensilaje y disminuir el tiempo de su proceso.

El producto final obtenido del proceso de ensilaje cumplirá con la norma INEN 1643 1988-04 (Alimentos Zootécnicos. Definiciones y Clasificación). Aquí se presenta la oportunidad a la industria de conservación de forrajes de encontrar una manera de aumentar la calidad nutricional y disminuir los factores antinutricionales del ensilaje utilizando determinados tipos de microorganismos que se caractericen por su eficiencia y eficacia y así brindar un alimento para el

ganado porcino de mejor calidad nutricional aptos para su consumo y poder neutralizar o eliminar porcentajes de antinutrientes que se presentan en la materia prima.

En lo que respecta a la parte ambiental, con la presente investigación se aprovechará el rechazo de banano verde, disminuyendo el impacto ambiental que genera la masa orgánica, evitando la proliferación de insectos dañinos y de enfermedades transmitidas por alimentos que puedan generar estos tipos de rechazo.

En el aspecto económico, se plantea la propuesta de darle un valor agregado al subproducto como es el banano verde de rechazo mediante su transformación a través de ensilaje, por lo consiguiente se realizará un alimento de bajo costo, a fin de disminuir en cierta cantidad los gastos que se generan en la crianza de estos animales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar los factores bromatológicos y toxicológicos en la obtención del ensilaje de banano verde (*Musa sapientum*) adicionando microorganismos específicos.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer niveles bromatológicos en el ensilaje de banano verde a cada uno de los tratamientos.
- Determinar los niveles de taninos como efecto toxicológico en el ensilaje de banano verde con la adición de microorganismos en todos los tratamientos.
- Efectuar un estudio económico (costo-beneficio) al mejor tratamiento en base a la mayor calidad bromatológica y bajos niveles toxicológicos.

1.4. HIPÓTESIS

La adición de microorganismos específicos mejora el contenido nutricional y reduce las sustancias tóxicas en el ensilaje de banano verde.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. EL BANANO

El banano proviene de la planta comprendida dentro de las Monocotiledóneas y pertenecen a la familia botánica Musáceae y ésta al orden Scitamineae (Vargas, 2010 citado por Gil *et al.*, 2011). La variedad Valery es un clon triploide de Cavendishuna de las más producidas para la exportación, aunque se produce también la variedad Dwarf que reemplazó la Gran Enaine en Colombia, Australia, Martinica, Hawai y Ecuador (Morton, 1987 citado por Gil *et al.*, 2011).

Según la DICI (2013), la planta de banano crece en las más variadas condiciones de suelo y clima para lo cual es necesario que los suelos sean aptos en textura y el clima ideal es tropical húmedo, en temperaturas de 18.5°C para que no se retarde su crecimiento. El banano es una fruta que se consigue todo el año, con grandes propiedades nutritivas que aportan una buena cantidad de carbohidratos y fibras además contiene mucho potasio, magnesio y ácido fólico.

El autor anteriormente mencionado resalta que en el 2012, el sector bananero ecuatoriano exportó USD 2.078.239,38 millones de dólares por concepto de divisas y 5.196.065,09 de toneladas ubicando al banano como el primer producto de exportación del sector privado del país y uno de los principales contribuyentes al fisco. Entre los productos no tradicionales, las exportaciones ecuatorianas de banano, representan el 45,34% del valor FOB (puesto a bordo) exportado y el 87,14% de las toneladas exportadas.

La mayoría de la producción del banano, se destina básicamente a la exportación. Entre los años 1987 – 2007, el promedio anual que se vendió al exterior fue del 79,11% del total de la producción. Un 3,51% se destinó al consumo humano interno; otro 3,05% al consumo animal; el 3,88% para la industria y un 10,45% se desperdicia, se pierde en las fincas, empacadoras, guardarrayas y cunetas de las carreteras (Ayerve y Rosado, 2012).

2.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y NUTRICIONALES

Navas (2009), menciona que el banano es un alimento rico en carbohidratos por lo que su valor calórico es elevado. Entre los nutrientes más representativos que posee se encuentra el potasio, magnesio y el ácido fólico. Además presenta un alto contenido de fibra convirtiéndola en una fruta muy digestiva.

Cuadro 2.1. Valor nutritivo de la fruta de banano por 100 gr.

Componentes	Cantidades
Agua (g)	58-80
Fibra (g)	0.3-3.4
Azúcar (g)	15.1-22.4
Grasa (g)	0.4
Proteínas (g)	1.1- 2.7
Calorías (Kcal)	77-116
Ácido Ascórbico (mg)	0-31
Carotenos (mg)	0.04-0.66
Tiamina (mg)	0.02-0.06
Riboflavina (mg)	0.02-0.08
Niacina (mg)	0.04-0.08
Ácido Fólico (Ug)	10
Piridoxina (mg)	0.5
Vitamina A (Unidades Inter)	190
Calcio (mg)	22
Hierro (mg)	0.4-1.6
Fósforo (mg)	29
Sodio (mg)	1
Potasio (mg)	370

Fuente: SEA *et al.*, 2007.

2.3. LA CONSERVACIÓN DE FORRAJES

El método de conservación ideal, y desde luego el más simple, consiste en privar a la hierba fresca del exceso de humedad mediante el calor artificial y almacenar el producto, hierba deshidratada, hasta el momento de su empleo. Para combinar la economía y la sencillez, asegurando al mismo tiempo un producto de alto valor alimenticio y también cierta independencia de las condiciones meteorológicas, debe emplearse la fermentación y adoptarse el proceso del ensilaje; por lo tanto, la hierba deshidratada, el heno y el ensilaje son las opciones que se tienen (Silveira y Franco, 2006).

2.3.1. ENSILAJE

Se denomina ensilaje a todo material vegetal húmedo conservado por fermentación o por acidificación directa, utilizando aditivos ácidos (orgánicos e inorgánicos). El ensilaje por fermentación es un proceso natural donde la intervención de los microorganismos presentes en la masa ensilada crea un nivel de acidez, producto de su propio metabolismo, que impide que otros microorganismos puedan descomponer o podrir el forraje (Silveira y Franco, 2006).

De acuerdo a los últimos autores mencionados la conservación de la hierba mediante el ensilaje difiere fundamentalmente de la henificación que ya no se basa en la deshidratación, sino en la fermentación por ciertas bacterias. El ensilaje permite que la hierba tierna, rica en proteínas, se conserve en estado succulento con su máximo valor alimenticio, sin que su ingestión pueda tener una influencia perniciosa sobre el crecimiento y la salud de los animales. Afortunadamente, en este método de conservación la pérdida de valor alimenticio es muy pequeña, y aunque el ensilaje no es un proceso tan eficaz como la deshidratación artificial, lo es más que la henificación natural, debido a que aún bajo buenas condiciones de henificación la planta pierde más nutrientes que cuando es ensilada.

Garcés *et al.* (2004), indican que el ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas. El producto final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos. El oxígeno es perjudicial para el proceso porque habilita la acción de microorganismos aerobios que degradan el forraje ensilado hasta CO₂ y H₂O. Este proceso sirve para almacenar alimento en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados. Este tipo de alimento se emplea para manejar ganado en forma intensiva, semi-intensiva o estabulada.

El ensilaje es un método de conservación de forrajes o subproductos agrícolas con alto contenido de humedad (60-70%), mediante la compactación, expulsión del aire y producción de un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje. El valor nutritivo del producto ensilado es similar al del forraje antes de ensilar. Sin embargo, mediante el uso de algunos aditivos, se puede mejorar este valor (SAGARPA, s.f).

En sí, la diferencia se encuentra en que la henificación es un proceso físico, el henolaje es un proceso físico-químico y el ensilaje es un proceso netamente químico donde la principal fermentación es la ácido-láctica. El proceso de ensilaje también tiene sus fases en las que ocurren los procesos físico-químicos.

2.4. FASES DEL ENSILAJE

Garcés *et al.* (2004), afirman que el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro fases:

2.4.1. FASE AERÓBICA

Esta fase dura pocas horas; el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los microorganismos aerobios y aerobios facultativos como las levaduras y enterobacterias. Además, hay actividad de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).

2.4.2. FASE DE FERMENTACIÓN

Se inicia al producirse un ambiente anaerobio. Puede durar de días a semanas dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones ambientales en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante. Debido a la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.

2.4.3. FASE ESTABLE

La mayoría de los microorganismos de la segunda fase lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo. Si el ambiente se mantiene sin aire ocurren pocos cambios.

2.4.4. FASE DE DETERIORO AEROBIO

Ocurre en todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire para su empleo, pero puede ocurrir antes por daño de la cobertura del silo (por ejemplo roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto aumenta el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constatan un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como los bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aerobios, también facultativos, como mohos y enterobacterias.

2.5. FERMENTACIÓN DE BACTERIA LACTO-ÁCIDAS

De acuerdo a Wattiaux (s.f), las bacterias ácido-lácticas comienzan a dominar el proceso de fermentación, después de que el pH del ensilaje desciende a 5.5-5.7 (desde 6.5 - 6.7 al momento de ensilado). Unas pocas especies de bacteria ácido-lácticas pueden vivir en presencia de oxígeno, pero la mayoría son estrictamente anaeróbicas implicando que el oxígeno es tóxico para ellas. La reacción describiendo fermentación láctica es simple, una unidad (molécula) de azúcar es rota en dos unidades (moléculas) de ácido láctico: Algunas especies de bacteria ácido-lácticas producen solo ácido láctico, ellas son llamadas bacteria "homofermentativas". Sin embargo, otras especies de bacteria ácido-lácticas, llamadas bacteria "heterofermentativas" producen ácido láctico y otros productos terminales como ácido acético, alcohol (etanol) y dióxido de carbono.

El último autor acota que las especies homofermentativas son preferibles en el ensilaje porque producen ácido láctico que es más fuerte y reduce más que el ácido acético. Actualmente, mientras el pH cae, el ácido láctico se vuelve un producto terminal predominante en la fermentación. La correcta producción de ácido láctico depende de los siguientes tres factores:

- El número de bacteria ácido-lácticas presentes al momento de ensilaje.
- La presencia de cantidad suficiente de azúcares fermentable.
- La ausencia de oxígeno en el ensilaje.

El número de bacteria ácido-lácticas presentes al momento del ensilaje puede variar de menos de 1.000 a 20.000.000 por gramo de forraje fresco y no pueden ser controladas fácilmente con decisiones de manejo (Wattiaux, s.f).

Los microorganismos pueden necesitar ciertos ambientes que les ayude a su desarrollo, lo cual muchas veces no se dan naturalmente por lo que se hace necesario utilizar ciertos aditivos (Wattiaux, s.f).

2.6. NUTRIENTES

Los nutrientes son compuestos o grupos de compuestos que tienen los elementos necesarios para el desarrollo eficiente de los animales; estos compuestos son conocidos como materias primas y pueden ser: maíz, sorgo, salvado, soya, harina de arroz, harina de sangre, de pescado, entre otros. Estos nutrientes suelen agruparse de la siguiente manera: Agua, proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales (Albarracín, 2003).

De acuerdo a Solórzano (2005), los alimentos para la nutrición de cerdos deben estar diseñados para brindarles a los cerdos los nutrientes indispensables para cada una de las fases de producción, con la finalidad de lograr los mejores beneficios económicos en la explotación porcina, siguiendo las reglas de sanidad y manejo.

2.7. FACTORES TOXICOLÓGICOS

La presencia de taninos en bananas y plátanos parece ser el principal factor antinutricional presente en estas frutas. El estudio de los taninos de estas musáceas data de hace mucho (Barnell y Barnell, 1945 citado por Ly, 2004). Estos taninos influyen negativamente en el consumo voluntario del alimento por parte de los cerdos, y también en los procesos digestivos. Se ha dicho que los taninos inhiben la acción de las enzimas proteolíticas entre otras acciones indeseables (Price y Butler, 1980 citado por Ly, 2004).

Por otra parte, el sabor astringente de las bananas y plátanos verdes, atribuidos con gran probabilidad a los taninos, es responsable de una disminución en el consumo voluntario de los cerdos, en comparación con las dietas donde estas frutas se brindan en estado de madurez adecuado (Williamson y Payne, 1965, citado por Ly, 2004).

Los taninos son sustancias no muy bien definidas químicamente que hacen parte del grupo de compuestos fenólicos vegetales, el que incluye los ácidos fenólicos (de 7-9 carbonos) y las ligninas (Wong, s.f citado por Garcés, 2004).

Caicedo (2013), menciona que con el fin de reducir el efecto de los antinutrientes, es necesario el procesamiento antes de su consumo. Una de las aplicaciones más evidente de la práctica biotecnológica en la bioindustria es el proceso fermentativo con organismos como los hongos y las bacterias, los cuales a partir de un sustrato orgánico, obtienen la energía necesaria para su crecimiento y desarrollo. Durante el mecanismo cinético de crecimiento e inhibición celular, uso de sustrato y mantenimiento, se da simultáneamente la formación de productos metabólicos de desecho de gran importancia industrial (Velásquez, 2005).

2.8. EL ENSILAJE CON RESPECTO A LOS NUTRIENTES

De acuerdo a De La Roza (2005), el fin esencial del ensilado es conservar los forrajes con un mínimo de pérdidas de materia seca y de nutrientes, manteniendo una buena apetecibilidad por el ganado y sin que se produzcan durante el proceso sustancias tóxicas para la salud animal.

2.8.1. CENIZAS

Contenidos mayores a 12% de cenizas, son asociados a contaminación con suelo durante la cosecha o elaboración del ensilaje (Chaverra y Bernal, 2000 citado por Castillo *et al.*, 2009), lo que favorece la presencia de fermentaciones secundarias (Castillo *et al.*, 2009). Otro inconveniente que se puede presentar, lo mencionan Shiari y Plascencia (s.f) citado por Juárez y Shiari (s.f), en que un mayor tiempo de fermentación aumenta la producción de ácido láctico para reaccionar con el CaCO_3 , mejorando la desmineralización.

En el caso de la melaza, esta presenta una concentración de minerales que va desde 9% como lo menciona Fajardo y Sarmiento (2007) citado por Castillo *et al.* (2009), hasta 13,3% NRC (2001) citado por Castillo *et al.* (2009), lo que podría explicar el aumento en el contenido total de cenizas (Castillo *et al.*, 2009).

2.8.2. FIBRA

De acuerdo a Monsalve (2013), la fibra bruta es el residuo insoluble que queda de una muestra de alimento, después de una sucesiva y prolongada ebullición con ácidos y álcalis diluidos y a la cual se le resta el peso de la ceniza. Químicamente, representa una mezcla de celulosa—pentosamas lignina — cutina, que se diferencian por su contenido en carbono, siendo de un 44% para la celulosa y las pentosanas, de un 5,5 al 60 % para la lignina y de 68 a 70 % en la cutina (Monsalve, 2013).

En la literatura se han documentado trabajos con la adición en el alimento de bacterias lácticas, entre otros logros, mejorando el crecimiento, engorde y la conversión alimenticia, además de incrementar la digestibilidad de la fibra (Galina *et al.*, 2008). Por otro lado Newbold *et al.* (1995) citado por Galina (2008), sugieren que *A. oryzae* y *Saccaromices cervisiae* estimularon la tasa de degradabilidad de la fibra por los microorganismos ruminales.

Una de las tecnologías disponibles para mejorar el valor nutritivo de los forrajes fibrosos la constituye el uso de cultivos de microorganismos como agentes que faciliten la degradación de la fibra formando proteína bacteriana (Galina *et al.*,

2008). Algunas de las especies utilizadas son los hongos *Pleurotus oestreatus* y *Streptomyces spp*, entre otros; las bacterias *Acetobacter* o *Lactobacillus* y entre las levaduras destaca el uso de *Saccharomyces cerevisiae* (Newbold *et al.* 1995 citado por Galina *et al.*, 2008).

2.9. INÓCULOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES

De acuerdo a Cubero *et al.* (2010), la conservación de los forrajes, mediante la técnica del ensilaje, surge como una opción viable por su utilidad y fácil implementación por parte de los productores. Esta alternativa asegura la disponibilidad del recurso forrajero durante todo el año en sistemas de producción de rumiantes, debido a que es aplicable a diversos materiales vegetativos que se obtienen en el trópico (Titterton y Bareeba, 2001 citado por Cubero *et al.*, 2010). La aplicación de inóculos bacteriales elaborados en finca como comerciales durante la preparación del ensilaje es una actividad empleada por la mayoría de productores (Cubero *et al.*, 2010).

Los inóculos bacterianos promueven una más rápida y eficiente fermentación de los materiales ensilados, lo cual incrementa la calidad y cantidad (incremento en la recuperación de la materia seca) del producto ensilado. Estos aditivos presentan algunas ventajas sobre los otros tipos de aditivos, incluyendo su bajo costo, seguridad en su manejo, baja tasa de aplicación por tonelada de forraje picado y no contaminan el ambiente (Bolsen *et al.*, 2000 citado por Tobía y Vargas, 2000).

Los inóculos de levaduras también pueden ser utilizados como lo sostiene Van Markis *et al.* (2006), citado por Herrera *et al.* (2014), los cuales mencionan que los microorganismos más utilizados en este proceso son levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*. Este tipo de levaduras se han empleado para la generación de biomasa microbiana formada principalmente por levaduras, hongos y bacterias (Herrera *et al.*, 2014). Además, posee un alto valor proteico, por lo que recibe el nombre de proteína celular (Grba *et al.*, 2011 citado por Herrera *et al.*, 2014). El proceso de producción de proteína unicelular es una vía

biotecnológica adecuada para incrementar el valor proteico de alimentos con bajo contenido de proteína (Palmenn *et al.*, 2011 citado por Herrera *et al.*, 2014).

De acuerdo a Infante *et al.* (2009), las especies pertenecientes al género *Trichoderma* se caracterizan por ser hongos saprófitos, que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica, los cuales son capaces de descomponerla y en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, lo que les permite mostrar una mayor plasticidad ecológica. Las especies de este género generalmente prefieren un pH ácido de 4.5-5 y, además se desarrolla en áreas con un excesivo contenido de humedad y un estancamiento del bióxido de carbono en la atmosfera (Romero *et al.*, 2009).

Este tipo de microorganismos eficientes pueden ser utilizados en procesos de fermentación anaeróbica, debido a lo anteriormente mencionado por lo que afirma, que los organismos capaces de degradar la celulosa son principalmente hongos y bacterias, ellos son reconocidos por la habilidad de producir enzimas no sólo celulasas sino también amilasas, proteasas y peptidasas entre otras. La hidrólisis de la celulosa se realiza mediante un complejo enzimático llamado celulasas, constituido básicamente por tres enzimas: endoglucanasas, exoglucanasas y β -glucosidasas (Guzmán *et al.*, 2014).

2.10. MELAZA EN LA ELABORACIÓN DE ENSILAJE

En el trópico, la melaza de caña de azúcar es el aditivo de mayor uso en la elaboración de ensilajes, debido a su concentración de carbohidratos solubles que no se cristalizan para formar sacarosa (Perla, 1973 citado por Granados *et al.*, 2014). Lo que aumenta la cantidad de azúcares en base seca en el material (Valencia, 2008 citado por Granados *et al.*, 2014). Además, se observa que aumenta la concentración de cenizas, calcio, proteína cruda y disminución de la fibra detergente neutro (Vargas, 1979 citado por Granados *et al.*, 2014), mejora la condición energética del alimento y favorece al desarrollo de los microorganismos deseados para una fermentación láctica (Méndez, 2000 citado por Granados *et al.*, 2014).

2.11. AGUA EN LA ELABORACIÓN DE ENSILAJE

En cuestión sobre los ensilajes líquidos, hay que tener en consideración las indicaciones que Trujillo (s.f), menciona a continuación:

- Los ensilajes líquidos solo deben usarse en alimentos ricos en azúcares y almidones pero bajos en fibra como tubérculos, plátanos y frutas. Nunca utilizarlos en pastos o follajes.
- El agua puede sustituirse por suero o guarapo, si se usa este último, se sustituye también la melaza.
- El agua desplaza el aire entre los vacíos de la masa y forma una película que sirve como sello anaeróbico.
- Un ensilaje líquido puede conservarse hasta por 5 meses.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se desarrolló en los laboratorios de microbiología del área de pecuaria y en el taller de frutas y hortalizas del área de agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, los análisis bromatológicos y de toxicidad se los realizó en el laboratorio LABOLAB de la ciudad de Quito, cuyos resultados expresados en base húmeda se transformaron a base seca.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación que se realizaron en la tesis fueron: experimental y bibliográfico: experimental ya que se hizo en condiciones rigurosas y controlando las variables en estudio y el bibliográfico se basó en buscar información de artículos científicos, documentos, tesis, libros e internet.

3.3. FACTOR EN ESTUDIO

3.3.1. FACTOR

El factor que fue fuente de estudio en la presente investigación y que se aplicaron a cada uno de los tratamientos fueron los que se mencionan a continuación:

FACTOR: Tipos de microorganismos.

- **A1:** Ensilaje de banano tratado con Bacterias lácticas. *Lactobacillus plantarum*.
- **A2:** Ensilaje de banano tratado con Bacterias lácticas. *Bacillus subtilis*.
- **A3:** Ensilaje de banano tratado con Levaduras. *Saccharomyces cerevisiae*.
- **A4:** Ensilaje de banano tratado con Hongos. *Trichoderma harzianum*.
- **Tx:** Ensilaje de banano sin adición de microorganismos. Testigo.

3.3.2. NIVELES

Para el ensilaje de banano verde de cada uno de los tratamientos, se utilizó un nivel del 2% de los microorganismos a utilizar.

3.4. TRATAMIENTOS

Los tratamientos que se utilizaron en la investigación fueron inoculados con cada uno de los microorganismos mencionados en el factor A y se utilizó un nivel (2 %) para cada uno de los tratamientos.

Cuadro 3.1. Detalles de los tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN
1	A1	Cepas de <i>Lactobacillus plantarum</i> .
2	A2	Cepas de <i>Bacillus subtilis</i> .
3	A3	Cepas <i>Saccharomyces Zcerevisiae</i>
4	A4	Cepas <i>Trichoderma harzianum</i> .
5	Tx	Sin adición de Microorganismos

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se aplicó en la investigación fue un diseño completamente aleatorizado (DCA) monofactorial (Cuadro 3.2), con cinco tratamientos y tres repeticiones en comparación con un tratamiento testigo sin inocular. La unidad experimental correspondió a 3000 g de ensilaje de banano verde de rechazo, en un total de 15 unidades experimentales. Los factores en estudio fueron los siguientes microorganismos: bacterias lácticas *Lactobacillus plantarum* y *Bacillus subtilis*, la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y los hongos *Trichoderma harzianum*.

Cuadro 3.2. Esquema ANOVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	14
Tratamientos	4
Error experimental	10

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se tomó como unidad experimental 3000g de la mezcla de banano verde de rechazo, agua y melaza, a cada tratamiento se le aplicó el 2% de inóculo (cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Composición de la unidad experimental de los tratamientos y el testigo.

M.P e insumos	TRATAMIENTOS								Testigo	
	A1		A2		A3		A4		X	
	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
Banano Verde	69,3	2079	69,3	2079	69,3	2079	69,3	2079	69,3	2079
Melaza	14,7	441	14,7	441	14,7	441	14,7	441	14,7	441
Agua	16	480	16	480	16	480	16	480	16	480
TOTAL	100%	3000 g	100%	3000 g	100%	3000 g	100%	3000 g	100%	3000 g

Elaborado por: Autores de la investigación.

En la investigación se utilizaron las siguientes cantidades de materia prima e insumos para la elaboración de ensilaje: 2079 g de banano verde (69,3 %), 441 g de melaza (14,7 %), 480 g de agua (16 %); cada tratamiento se diferenció por el tipo de microorganismos específicos que se utilizaron; *Lactobacillus plantarum* ($10,6 \times 10^8$ UFC), *Bacillus subtilis* ($8,1 \times 10^7$ UFC), *Saccharomyces cerevisiae* ($4,2 \times 10^7$ UFC) y *Trichoderma harzianum* (1×10^9 UFC), al (2%), 60 g, siendo el tratamiento sin inoculación el tratamiento testigo.

3.7. VARIABLES A MEDIR

3.7.1. INDEPENDIENTES

Microorganismos específicos (*Lactobacillus plantarum*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Trichoderma harzianum*).

3.7.2. DEPENDIENTES

- Factores bromatológicos: (proteína, fibra, ceniza y energía total).
- Factores toxicológicos: (taninos).
- Factores económicos: (costos- beneficios).

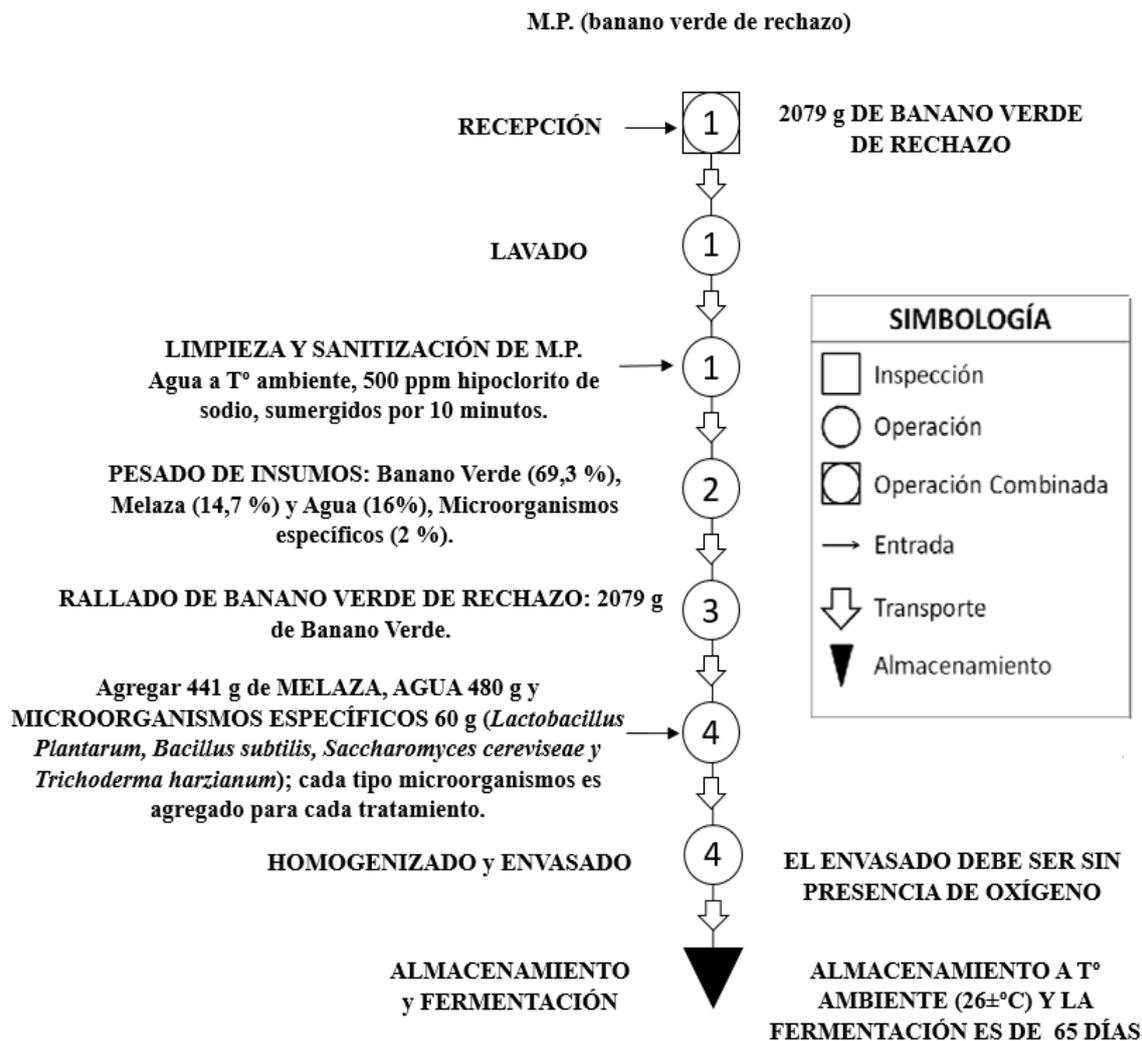
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

- Análisis de varianza (ANOVA), sirvió para determinar la existencia de diferencia significativa entre tratamientos.
- Desviación estándar para medir el grado de dispersión o variabilidad.
- Prueba de significancia (Dunnett), es una comparación de las medias de los tratamientos con el testigo de manera que cualquier diferencia existente entre cualquiera de los tratamientos a diferencia del testigo se verá reflejado en este análisis.

3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Con el fin de elaborar el ensilaje de banano verde de rechazo, se aplicó el siguiente diagrama de proceso, donde posteriormente se describe el procedimiento de obtención del ensilaje.

3.9.1. DIAGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENSILAJE DE BANANO VERDE DE RECHAZO.



3.9.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENSILAJE DE BANANO VERDE DE RECHAZO

3.9.2.1. RECEPCIÓN

El proceso comenzó con la obtención del banano verde de rechazo de la bananera orgánica de la parroquia Ángel Pedro Giler (La Estancilla), debido a que la materia prima es de rechazo no se realizó ningún análisis antes de su procesamiento, luego se llevó a la planta de procesos de frutas y vegetales para realizar las operaciones necesarias para el proceso de elaboración del ensilaje.

3.9.2.2. LAVADO

Una vez que se recibió la materia prima, se realizó el lavado de la misma con agua limpia no tratada en lavabos de acero inoxidable para retirar sustancias extrañas adheridas al banano (tierra), se lo hizo con el objetivo de evitar posibles contaminaciones por otros microorganismos y minerales no concernientes a la investigación que podrían tener efectos sobre los resultados finales.

3.9.2.3. SANITIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La sanitización consistió en sumergir los banano verde de rechazo en una solución de hipoclorito de sodio a 500 partes por millón (ppm) durante 10 minutos con la finalidad de reducir la carga microbiana contenida en el banano.

3.9.2.4. PESADO DE INSUMOS

Este proceso se basó en el pesado de los insumos en una balanza gramera de alta precisión de marca OHAUS y serie CL en la que se pesó el banano verde de rechazos 2.079 g; melaza 441 g; agua 480 g y microorganismos específicos 60 g, este pesado se realizó por cada una de las unidades experimentales.

3.9.2.5. RALLADO DE BANANO VERDE

Este proceso consistió en picar finamente el banano verde de rechazo hasta conseguir una consistencia semisólida para que haya fermentación ideal de la masa, de acuerdo a la norma INEN 1643 1988-04 (Alimentos Zootécnicos. Definiciones y Clasificación) el cual menciona que: Generalmente el material que

se va a ensilar, se reduce en trozos finos y se coloca en un depósito, en donde se compacta para desalojar el aire, sufriendo una fermentación ácida que retrasa el deterioro de la masa, se lo ralla para que haya una fermentación completa del banano con acción de los microorganismos.

3.9.2.6. ADICIÓN DE INSUMOS

Consistió en añadir todos los insumos pesados anteriormente al banano rallado, que luego se realizó una mezcla homogénea y que posterior se efectuó el respectivo ensilaje. El envase se lo realizo en envases de plástico de 3 Kg con un embudo del mismo material de los envases.

3.9.2.7. HOMOGENIZADO Y ENVASADO

El homogenizado se lo realizó con una espátula de plástico en una bandeja del mismo material, con el fin de que todos los insumos añadidos sean completamente uniformes y así haya una eficiencia completa en el proceso y se dosificó la mezcla resultante en los envases completamente estériles asegurándose la no presencia de oxígeno, con el fin de impedir contaminación y obtener un producto de buena calidad.

3.9.2.8. ALMACENAMIENTO Y FERMENTACIÓN

El almacenamiento del ensilaje fue a temperatura ambiente en un lugar oscuro para simular el ambiente en el que por lo general se realiza el proceso de fermentación, la fermentación fue de 65 días.

3.10. TRATAMIENTO DE DATOS

Para evaluar la diferencia entre formulaciones en cuanto a los parámetros bromatológicos y toxicológicos se utilizó el programa IBM SPSS Statistics.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES BROMATOLÓGICAS

Estas variables fueron evaluadas después del día 65 del proceso de fermentación con el objetivo de establecer niveles bromatológicos en el ensilaje verde de rechazo a cada uno de los tratamientos; el análisis estadístico de los datos (cuadro 4.1.) se muestra los valores de cada uno de los componentes.

Cuadro 4.1. Resultados de las medias y la desviación estándar de los análisis bromatológicas frente al testigo (Prueba t de Dunnet)

TRATAMIENTOS	PROTEÍNA		FIBRA		CENIZA		ENERGÍA TOTAL	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
	NS		NS		*		NS	
<i>Lactobacillus plantarum</i>	5,88±0,36		5,37±0,36		9,26±3,39		347,13±0,40	
<i>Bacillus subtilis</i>	5,77±0,13		5,37±0,13		9,28±4,72		344,75±0,12	
<i>Shaccharomyces cerevisiae</i>	6,91±1,16		5,51±1,16		10,53±22,14		328,30±0,56	
<i>Trichoderma harzianum</i>	5,73±0,45		4,85±0,45		9,28±4,05		349,71±0,99	
Testigo	5,18±0,23		4,82±0,23		7,57±16,35		355,97±0,42	
Significancia (0.05)	0,053		0,168		0,002		0,175	

NS no significativo

(*) significativo

4.1.1. PROTEÍNA

Los resultados de las medias del contenido de proteína se reportan en el siguiente gráfico 4.1, los datos del análisis estadístico (cuadro 4.1) el valor de la significancia (0,053) es mayor ($p > 0,05$), el mismo que demuestran que no hubo diferencia significativa entre las unidades experimentales en relación a este parámetro, reflejando que todos los tratamientos presentan un porcentaje de proteína mayor en comparación con el testigo y que el tratamiento A₃ correspondiente a un valor de 6,91% contiene el mayor porcentaje de este componente.

El microorganismo que presentó mayor porcentaje de proteína en el ensilaje fue *Saccharomyces cerevisiae* que coincidiendo con Van Markis *et al.* (2006), citado por Herrera *et al.* (2014), los cuales mencionan que los microorganismos más utilizados en este proceso son levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*. Además, posee un alto valor proteico, por lo que recibe el nombre de proteína celular (Grba *et al.*, 2011 citado por Herrera *et al.*, 2014). El proceso de producción de proteína unicelular es una vía biotecnológica adecuada para incrementar el valor proteico de alimentos con bajo contenido de proteína (Palmenn *et al.*, 2011 citado por Herrera *et al.*, 2014).

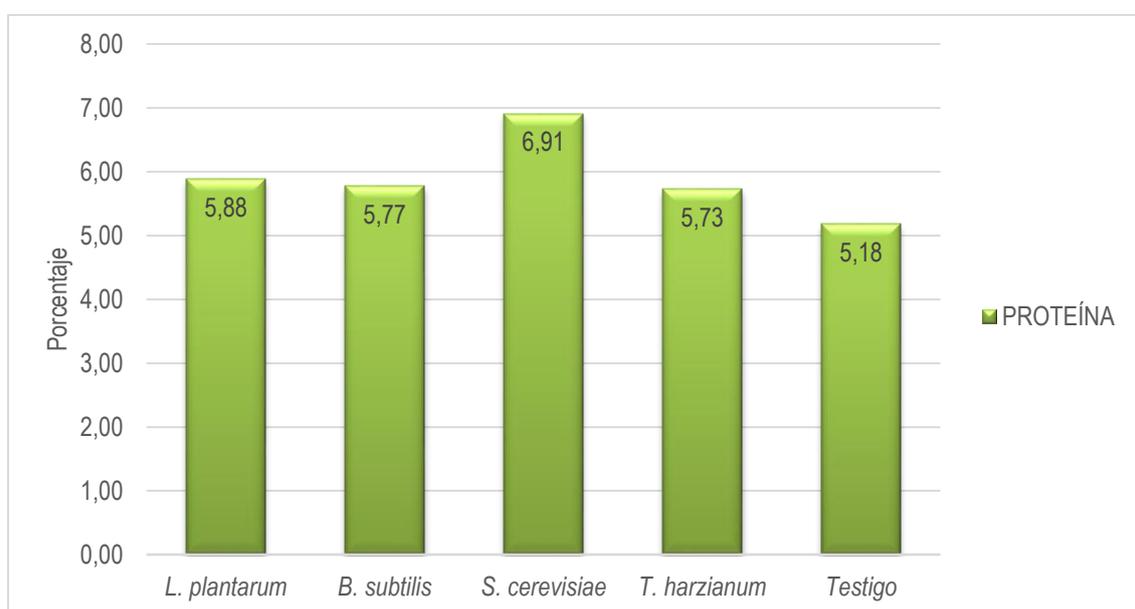


Gráfico 4.1. Medias en porcentajes del análisis de proteína en base seca.

Es importante destacar que las proteínas de levaduras tienen un alto valor nutricional, caracterizadas por un perfil de aminoácidos balanceado con un elevado contenido de lisina y treonina, lo cual le confiere un extraordinario potencial para su uso como complemento de dietas de cereales para animales, ya que estos son deficientes en estos aminoácidos (Bhattacharjee, 1970; Kihlberg, 1972 citado por Ferrer *et al.*, 2004).

4.1.2. FIBRA BRUTA

El análisis de varianza para los datos obtenidos en fibra bruta se reportan en el gráfico 4.2, los datos del análisis estadístico (cuadro 4.1) no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las unidades experimentales en relación a este

parámetro, reflejando que todos los tratamientos presentan un porcentaje de fibra mayor en comparación con el testigo y que el tratamiento A₃ correspondiente a un valor de 5,51% contiene el mayor porcentaje de este componente.

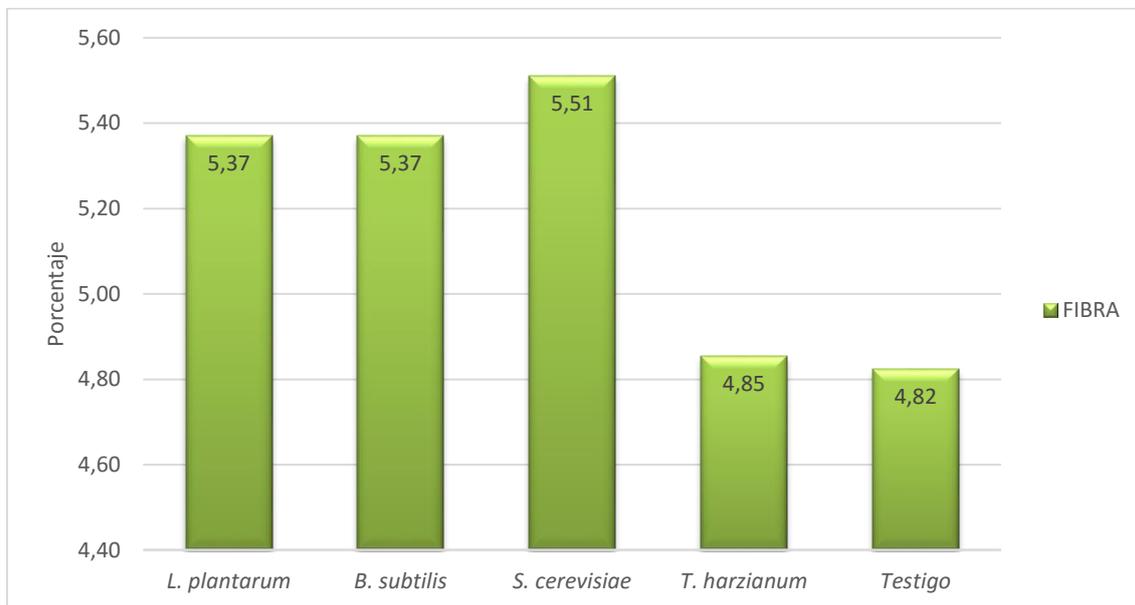


Gráfico 4.2. Medias de los porcentajes en base seca del análisis de fibra bruta.

Los resultados del análisis estadístico muestran que no hubo diferencia significativa, sin embargo los datos están relacionados a lo que mencionan Martín *et al.* (2007), contenidos menores del 15 % como promedio, se mantuvo en los rangos aceptables para la porción comestible, por lo que tales características nutricionales podrían favorecer como alimento animal.

Ojeda *et al.* (2008), indican que los efectos más importantes que ejerce el probiótico en la función digestiva está muy vinculada al tipo de fibra puesta a disposición de los microorganismos, esto puede ser un punto clave de que no se hayan registrado diferencias significativas entre tratamientos.

4.1.3. CENIZA

Los resultados de las medias del contenido de ceniza se reportan en el gráfico 4.3, los datos del análisis estadístico (cuadro 4.1) el valor ($p < 0.05$) demostrando que si hubo diferencia entre las unidades experimentales en relación a este parámetro, reflejando que todos los tratamientos presentan un porcentaje de ceniza mayor en comparación con el testigo y que el tratamiento A₃

correspondiente a un valor de 10,53% contiene el mayor porcentaje de este componente.

Los datos obtenidos en la presente investigación coinciden como lo que indican García *et al.* (2015), el ensilado de *Saccharomyces cerevisiae* contiene aproximadamente entre 10-12 % de cenizas en base seca, lo que evidencia la presencia de minerales, como calcio y fósforo; los nutrientes presentes en esta fracción pueden ser utilizados por las poblaciones microbianas que intervienen en el ensilaje, aspecto que no se monitoreó y que se debe considerar en próximas investigaciones para profundizar en las características del ensilado y quizás, incrementar la eficiencia y rendimientos productivos.

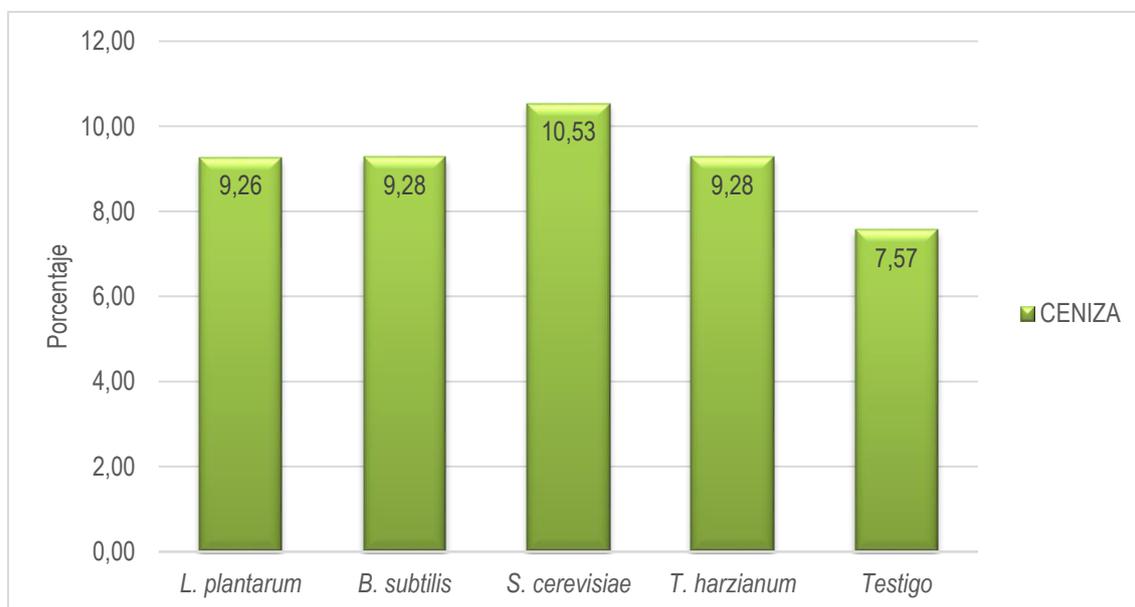


Gráfico 4.3. Medias en porcentajes del análisis de ceniza en base seca

4.1.4. ENERGÍA TOTAL

Los resultados de las medias del contenido de energía total se reportan en el gráfico 4.4, los datos del análisis estadístico (cuadro 4.1) el valor ($p > 0.05$) demostrando que no hubo diferencia significativa entre las unidades experimentales en relación a este parámetro, reflejando que todos los tratamientos presentan un porcentaje de energía menor en comparación con el testigo = 355,97kcal/100g y que el tratamiento A₃ correspondiente a un valor de 328,30kcal/100g contiene el menor contenido de este componente.

El análisis estadístico muestra relación con la investigación realizada por Peiretti (2010), quien tampoco las encontró en la energía bruta, es decir son estadísticamente iguales, por lo que los microorganismos utilizados no actuaron de forma positiva en los resultados de este análisis.

Por los bajos niveles nutricionales presentes en algunos recursos forrajeros ensilados, muy a menudo se encuentran deficiencias en la cantidad de energía total que se necesita para la alimentación animal. Según Chedly y Lee (s.f) los rechazos de banana son una buena fuente de energía para los animales. La cantidad requerida de energía para un cerdo en la etapa de engorde es de 3118 Kcal/kg, aunque el tratamiento tratado con cepas de *Saccharomyces cerevisiae* tuvo un resultado de 328,30 Kcal/100g a diferencia de los otros tratamientos que fue mayor, es una cantidad muy baja para el requerimiento alimenticio del animal.

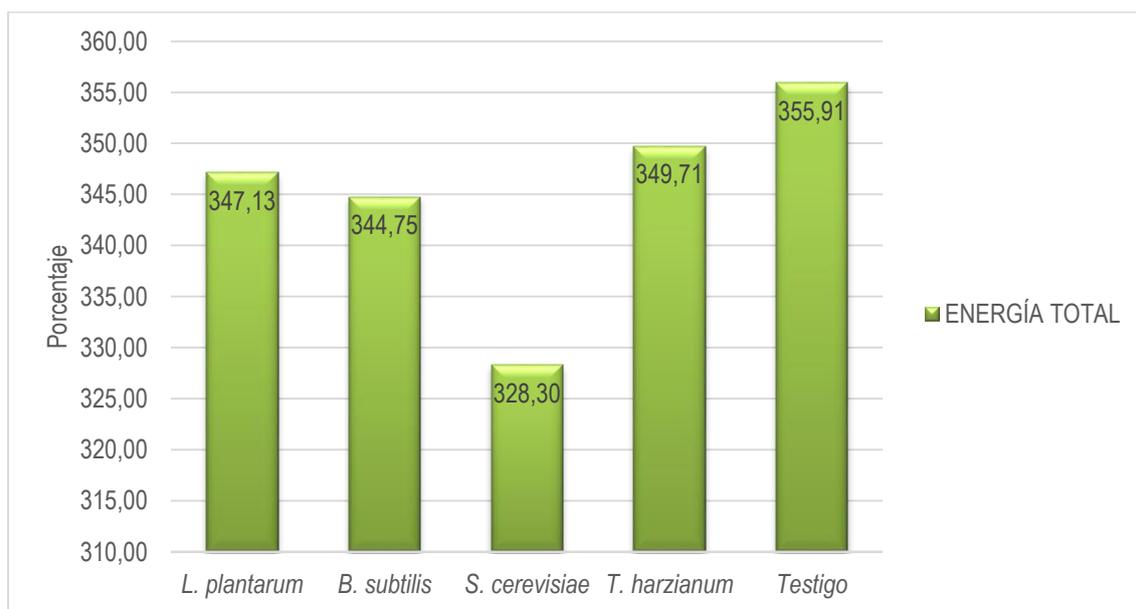


Gráfico 4.4. Medias de los tratamientos en Kg/100g de los análisis de energía total en base seca.

4.2. VARIABLE TOXICOLÓGICA

Estas variables fueron evaluadas después del día 65 del proceso de fermentación con el objetivo de determinar niveles de taninos en el ensilaje verde de rechazo a cada uno de los tratamientos; el análisis estadístico de los datos (cuadro 4.2.) se muestra los valores de cada uno de los componentes.

4.2.1. TANINOS

Los resultados de las medias del contenido de taninos se reportan en el gráfico 4.5, los datos del análisis estadístico (cuadro 4.2) el valor ($p > 0.053$) indicando que no hubo diferencia significativa entre las unidades experimentales en relación a este parámetro, reflejando que el tratamiento A₃ correspondiente a un valor de 185,21mg/100g refleja el mayor contenido de este componente y el tratamiento A₂ = 77,30mg/100g el que contiene menor cantidad de taninos.

Cuadro 4.2. Resultados de la media y la desviación estándar de los análisis de taninos frente al testigo (Prueba t de Dunnet)

TRATAMIENTOS	TANINO	
	Media	Desv. Est.
	NS	
<i>Lactobacillus plantarum</i>	184,65±27,05	
<i>Bacillus subtilis</i>	77,30±42,64	
<i>Shaccharomyces cerevisiae</i>	185,21±88,89	
<i>Trichoderma harzianum</i>	153,66±115,87	
Sin inoculante	179,33±40,42	
Significancia (0.05)	0,053	

NS no significativo
(*) significativo

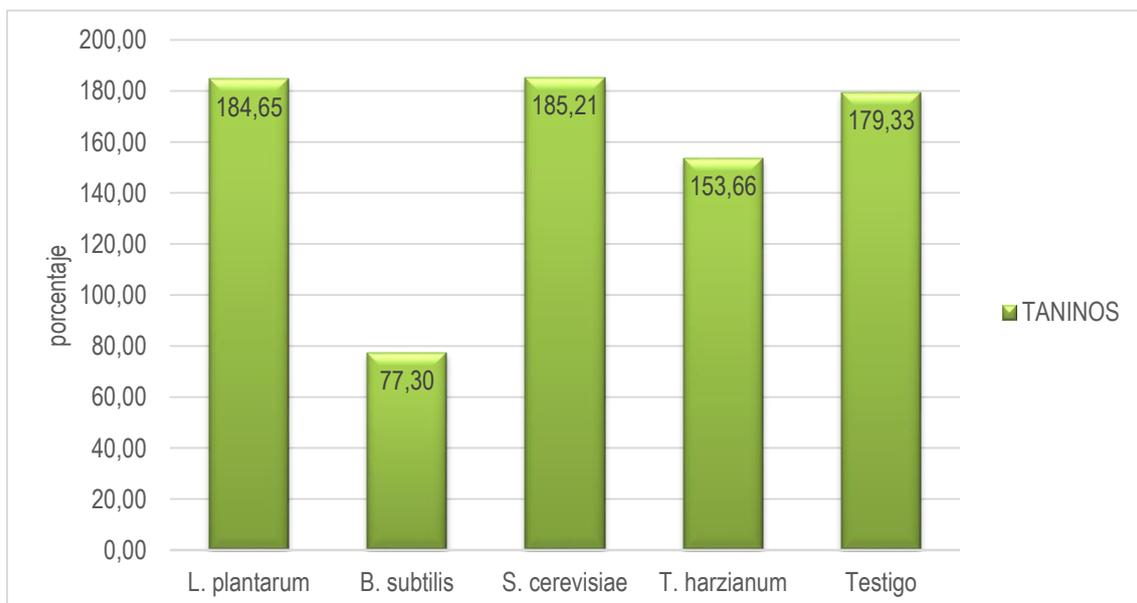


Gráfico 4.5. Medias en mg/100g de taninos en base húmeda.

Como lo indica Velázquez (2005), el banano verde de rechazo (boleja) puede ser aprovechado en la alimentación animal, si se incrementa su contenido de proteínas disponible y se disminuye el contenido de taninos, ya que el banano posee un bajo contenido en fibra y proteína y un alto contenido en taninos. Montes *et al.* (2015) proponen que el proceso de ensilado disminuye los compuestos de taninos.

Pico F. (s.f.) menciona que para aprovechar la pulpa es necesario que las sustancias antinutricionales como derivados de taninos, sean reducidos a niveles adecuados para los animales; esto es posible con el ensilaje (almacenamiento en silos) del producto bajo ciertas condiciones físicas.

4.3. RESULTADOS DE COSTOS-BENEFICIOS

En lo concerniente al estudio de costos beneficios que se realizó al mejor tratamiento (ensilaje inoculado con *Saccharomyces cerevisiae*), obtuvo los siguientes resultados en base a la producción de 100 Kg/hora:

CUADRO 4.3. Maquinarias y equipos

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
Rallador de banano	1	\$ 400,00	\$ 400,00
Balanza electrónica de 300 Kg	1	\$ 170,00	\$ 170,00
Balanza electrónica de 30 Kg	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Total			\$ 650,00

CUADRO 4.4. Utensilios

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
Cuchillos Albainox	4	\$ 5,85	\$ 32,40
Tanque plástico de 100 Lts	1	\$ 54,09	\$ 54,09
Total			\$ 86,49

CUADRO 4.5. Muebles y enseres

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
Mesa de Acero Inoxidable	1	\$ 300,00	\$ 300,00
TOTAL			\$ 300,00

CUADRO 4.6. Depreciación activos de la planta de producción

DETALLES	VALOR	AÑOS	%	VALOR RESIDUAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
ACTIVOS FIJOS							
Maquinarias y equipos	650,00	3	10%	65,00	195,00	195,00	195,00
SUB TOTAL						195,00	195,00

CUADRO 4.7. Mano de obra directa

DENOMINACIÓN	CANTIDAD	SUELDO MENSUAL	BENEFICIOS	SUELDO MES Y BENEFICIOS	SUELDO HORA
Operarios	1	\$ 354,00	\$ 95,47	\$ 449,47	\$ 1,80
TOTAL				\$ 449,47	\$ 1,80

CUADRO 4.8. Materia prima e insumos

DENOMINACIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Banano Verde	69.30 Kg	\$ 0,03	\$ 2,08
Melaza	14.70 Kg	\$ 1,28	\$ 18,82
Agua	16 Kg	\$ 0,03	\$ 0,48
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2 Kg	\$ 5,04	\$ 10,08
Hipoclorito de sodio	1Lt	\$ 1,35	\$ 0,10
TOTAL		\$ 7,73	\$ 31,56

CUADRO 4.9. Otros costos indirectos de fabricación

DESCRIPCIÓN DE COSTO	VALOR HORA
Energía eléctrica planta producción	\$ 1,12
Mantenimiento máquina y equipos planta producción	\$ 1,23
Depreciación equipos y maquinarias	\$ 0,07
Equipos de protección trabajo	\$ 0,03
Sub total	\$ 2,45

CUADRO 4.10. Costos de producción

DENOMINACIÓN	VALOR HORA
Materia prima directa	\$ 2,08
Mano de obra directa	\$ 1,80
Materia prima indirecta	\$ 29,38
Otros costos indirectos de fabricación	\$ 2,45
Total costo de producción por 100 kg	\$ 35,71

De acuerdo a Garcés *et al.* (2004), el ensilaje sirve para almacenar alimento en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo. La relación costo-beneficio de este sistema de alimentación se evaluó de acuerdo a la metodología de Guzmán (2000) citado por De La Cruz y Gutiérrez (2006), quienes consideran de forma simple los conceptos “costo de oportunidad” y “análisis costo-beneficio” para la toma de decisiones económico-financieras. El ensilaje de banano verde de rechazo inoculado con *Saccharomyces cerevisiae* obtuvo un costo total de 0,36/Kg, muy bajo con lo que reportaron Díaz *et al.* (2013), en el tratamiento con bioensilaje con suero de leche, hubo un indicador de \$1,37.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El tratamiento inoculado con *Saccharomyces cerevisiae* es adecuado para la alimentación animal, ya que presentó mayor porcentaje de proteína (6,91 %) y materia inorgánica (10,53 %) con respecto al testigo.
- El contenido de taninos en los diferentes tratamientos no supera el 0,5 % en materia húmeda, al no existir diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se establece que todos los tratamientos son aptos para el consumo animal.
- En relación a costos-beneficios, el tratamiento de ensilaje de banano verde de rechazo inoculado con *Saccharomyces cerevisiae* tuvo un valor relativamente bajo (\$0,36) a diferencia de otros ensilajes que se encuentran en el mercado (\$1,37), por lo tanto la elaboración del ensilaje es factible.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para posteriores trabajos manejar las cepas de microorganismos que se usaron en esta investigación de manera combinada o en conjunto, de esta manera podrían potencializar su incidencia en las transformaciones positivas de los nutrientes contenidos en el ensilaje.
- Que se realicen indagaciones en base a otros tipos de microorganismos no utilizados en esta investigación, en los que se encuentren registros de disminuir los compuestos polifenólicos (taninos) que se encuentran ligadas a la materia prima, ya que los que se utilizaron en el presente trabajo no tuvieron diferencias significativas entre sí.

- Que se elabore el ensilaje de banano verde de rechazo inoculado con *Saccharomyces cerevisiae* y utilizarlo en la siguiente fase del proyecto institucional de la Carrera de Agroindustria de la ESPAM MFL para su aplicación en cerdos, debido a que este ensilaje fue el que tuvo resultados positivos en proteína y cenizas.

BIBLIOGRAFÍA

- Albarracín, C. 2003. Manual de Porcicultura. Capacitación Tecnológica para Pequeños Productores con Subproductos de la Caña en el Departamento De Cundinamarca. (En línea). CO. Consultado, 04 de Ene. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.corpoica.org.co>
- Ayerve, K. y; Rosado, M. 2012. Análisis de Factibilidad de una Planta Procesadora de Harina de Banano para Comunicar e Implementar el uso del Banano Verde de Rechazo. (En línea). EC. Consultado, 07 de Nov. 2014. Formato PDF. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec>
- Caicedo, W. 2013. Tubérculos de Papa China (*Colocasia Esculenta* (L.) Schott) como una Fuente Energética Tropical para Alimentar Cerdos. Una Reseña Corta sobre las Características de la Composición Química y de los Factores Anti nutricionales. Quito. EC. Revista Computarizada de Producción Porcina Vol. 20. p 278-282.
- Castillo, M; Rojas, A; WingChing, R. 2009. Valor Nutricional del Ensilaje de Maíz Cultivado en Asocio con *Vigna* (*Vigna radiata*). San José. CR. Revista Agronomía Costarricense. Vol. 1. p 133-146.
- Chedly, K. y; Lee, S. s.f. Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. (En Línea). NZ. Consultado, 03 de Dic. 2015. Formato PDF. Disponible en <ftp://ftp.fao.org>
- Chicaiza, J. y; Zambrano, G. 2014. Factibilidad para la Instalación de una Microempresa Procesadora de Compota de Banano (*Musa sapientum*) en el Cantón Bolívar. Tesis. Ing. Agroindustria. ESPAM MFL. Calceta-Manabí. EC. p3.
- Cubero, J; Rojas, A; WingChing, R. 2010. Uso del inóculo microbial elaborado en finca en ensilaje de maíz (*Zea mays*). Valor nutricional y fermentativo. San José. CR. Revista Agronomía Costarricense. Vol. 34. p 237-250.

- De La Cruz, J. y; Gutiérrez, G. 2006. Alimentación de Bovinos con Ensilado de Mezclas de Banano de Rechazo y Ráquis en Diferentes Proporciones. Colima. MX. Revista de Avances en Investigación Agropecuaria. Vol. 3. p 29-40.
- De La Roza, B. 2005. El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. (En Línea). ES. Consultado, 07 de Oct. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.mouriscade.com>
- Díaz, B; Elías, A; Valiño, E. 2013. Eficiencia Alimentaria y Económica de tres Tipos de Bioensilajes de Residuos Agroindustriales en Bovinos de Carne. San José de las Lajas. CU. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol. 47. p 143-150.
- DICI (Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones). 2013. Análisis del Sector Banano. (En línea). EC. Consultado, 07 de Nov. 2014. Formato PDF. Disponible en <http://www.proecuador.gob.ec>
- FAO (Food and Agriculture Organization). s.f. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. (En línea). EC. Consultado, 07 de Nov. 2014. Formato HTML. Disponible en <http://www.fao.org>
- Ferrer, J; Davalillo, Y; Chandler, C; Páez, G; Mármol, Z; Ramones, E. 2004. Producción de Proteína Microbiana a Partir de los Desechos del Procesamiento de la Caña de Azúcar (Bagacillo). Maracaibo. VE. Revista Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol 12. p 59-65.
- Galina, M; Ortiz, M; Guerrero, M; Mondragón, D; Franco, N; Elías, A. 2008. Efecto de un Ensilado de Maíz Solo o Inoculado con un Probiótico Láctico y Adicionado con un Suplemento Nitrogenado de Lento Consumo en Ovinos. Cuautitlán. MX. Revista Avances en Investigación Agropecuaria. Vol. 12. p 23-34.
- Garcés, A. 2004. Detoxificación de Banano Verde. Colombia. CO. Revista Lasallista. Vol. 1. p 48-55.
- Garcés, A; Berrio, L; Ruiz, S. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Colombia. CO. Revista Lasallista de Investigación. Vol. 1. p 66-71.

- García, Y; Sosa, D; Boucourt, R; Scull, I. 2015. Caracterización Química de un Alimento Ensilado para Cerdos. Nota Técnica. San José de las Lajas. CU. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol. 49. p 91-92.
- Gil, A; Vélez, L; Millán, L; Acosta, M; Diez, A; Cardona, N; Rocha, L; Villa, G. 2011. Desarrollo de un Producto de Panadería con Alto Valor Nutricional a Partir de la Harina Obtenida del Banano Verde con Cáscara: una nueva opción para el aprovechamiento de residuos de la industria de exportación. Colombia. CO. Revista Lasallista Vol. 6. p 96-107.
- Granados, C; WingChing, J; Rojas, Bourrilón. 2014. Ensilaje de pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) con la adición de melaza, suero de leche e inóculos microbiales. Costa Rica. CR. Revista Cuadernos de Investigación. Vol. 6. p 47 56.
- Guzmán, A; Zambrano, D; Rondón, A; Laurencio, M; Pérez, M; León, R; Rivera, R. 2014. Aislamiento, selección y caracterización de hongos celulolíticos a partir de muestras de suelo en Manabí-Ecuador. Mendoza. AR. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias del Cuyo. Vol. 46. p 177-189.
- Herrera, E; Murillo, M; Berumen, L; Páez, J; Villarreal, G. 2014. Efecto de *Sacharomyces cerevisiae* y *Kluyeromices marxianus* durante el tiempo de fermentación en la calidad nutritiva del nopal forrajero. Durango. MX. Revista Ecosistemas y recursos agropecuarios. Vol. 1. p 33-40.
- INEN 1643 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). 1988. Alimentos Zootécnicos. Definiciones y Clasificación. (En línea). EC. Consultado 07 de Marz. 2015. Formato PDF. Disponible en <https://law.resource.org>
- Infante, D; Martínez, B; González, N; Reyes, Y. 2009. Mecanismos de Acción de *trichoderma* frente a Hongos Fitopatógenos. La Habana. CU. Revista Protección Veg. Vol. 24. p 14-21.

- Juárez, C. y; Shiari, K. s.f. Obtención y caracterización de quitosanos por desacetilación heterogénea. (En Línea). MX. Conero, Consultado, 27 de Jul. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.smbb.com.mx>
- Ly, J. 2004. Bananas y Plátanos Para Alimentar Cerdos: Aspectos de la Composición Química de las Frutas y de su Palatabilidad. La Habana. CU. Revista Computarizada de Producción Porcina. Vol. 11. p 5-21.
- Martín, G; Noda, Y; Pentón, G; García, F; González, E; Ojeda, F; Milena, M; López, O; Ly, L; Leiva, L; Arece, J. 2007. La Morera (*Morus alba*, Linn.): una Especie de Interés para la Alimentación Animal. Matanzas. CU. Revista pastos y Forrajes. Vol. 30. p 1-16.
- Monsalve, L. 2013. Módulo de Nutrición Animal Sostenible. (En Línea). CO. Consultado, 23 de Sep. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://datateca.unad.edu.co>
- Montes, R; Ceballos, S; Solorio, F. 2015. Preferencia del Consumo de Ensilajes de Árboles Nativos por Venados Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) en Cautiverio. Yucatán. MX. Revista Arch. Zootec. Vol. 64. p 299-302.
- Navas, C. 2009. Diseño de la Línea de Producción de Compotas de Banano. Tesis. Ing. Alimentos. ESPOL. Guayaquil, EC. p 6.
- Ojeda, F; Cáceres, O; Montejo, I; Martín, G. 2008. Estudio de la Acción del Probiótico Sorbial en los Indicadores Nutricionales de Hollejos de Naranja Conservados con Diferentes Materiales Absorbentes. Matanzas. CU. Revista de Pastos y Forrajes. Vol. 31. p 283-292.
- Peiretti, P. 2010. Características de Ensilabilidad de Chía (*Salvia hispanica* L.) Durante el Ciclo de Crecimiento y Patrón de Fermentación de sus Ensilajes Afectados por los Niveles de Marchitez. Grugliasco. IT. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol. 44. p 33-36.

- Pico F. s.f. La pulpa del café: de residuo a alimento, la investigación musicológica tiene indudables beneficios sociales y culturales. (En línea). ES. Consultado, 24 de Oct. 2015. Formato HTML. Disponible en <http://www.ugr.es/>
- Romero, O; Huerta, M; Damián, M; Domínguez, F; Arellano, D. 2009. Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. Bogotá. CO. Revista Colombiana de Biotecnología. Vol. 11. p 143-151.
- SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). s.f. Técnicas de Ensilaje y Construcción de Silos Forrajeros. (En línea). MX. Consultado, 07 de Nov. 2014. Formato PDF. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx>
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura); CNC (Consejo Nacional de Competitividad), 2007. Estudio de la cadena agroalimentaria de banano en la República Dominicana. (En línea). RP. Consultado, 16 de Ene. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.iica.int>
- Silveira, E. y; Franco, R. 2006. Conservación de forrajes: primera parte. Cuba. CU. Revista REDVET. Vol 11. p 1-37.
- Solórzano, R. 2005. Alimentación Básica del Cerdo. Cuba. CU. Revista Lasallista Vol. 9. p 4-22.
- Tobía, C. y; Vargas, E. 2000. Inóculos bacterianos: Una alternativa para mejorar el proceso fermentativo en los ensilajes tropicales. San José. CR. Revista Nutrición Animal Tropical. Vol. 6. p 129- 143.
- Trujillo, G. s.f. Guía para la Utilización de Recursos Forrajeros Tropicales en la Alimentación de Bovinos. (En Línea). CO. Consultado, 15 de Sep. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://api.ning.com>.
- Velázquez, A. 2005. Extracción de taninos del banano verde de rechazo. Antioquia. CO. Revista Lasallista de Investigación. Vol. 2. p 8-14.

Wattiaux, s.f. Introducción al Proceso de Ensilaje. (En línea). US. Consultado, 10 de Dic. 2014. Formato PDF. Disponible en <http://babcock.wisc.edu>

ANEXOS

Anexo N.º 1. NTE INEN: 1643 1988-04

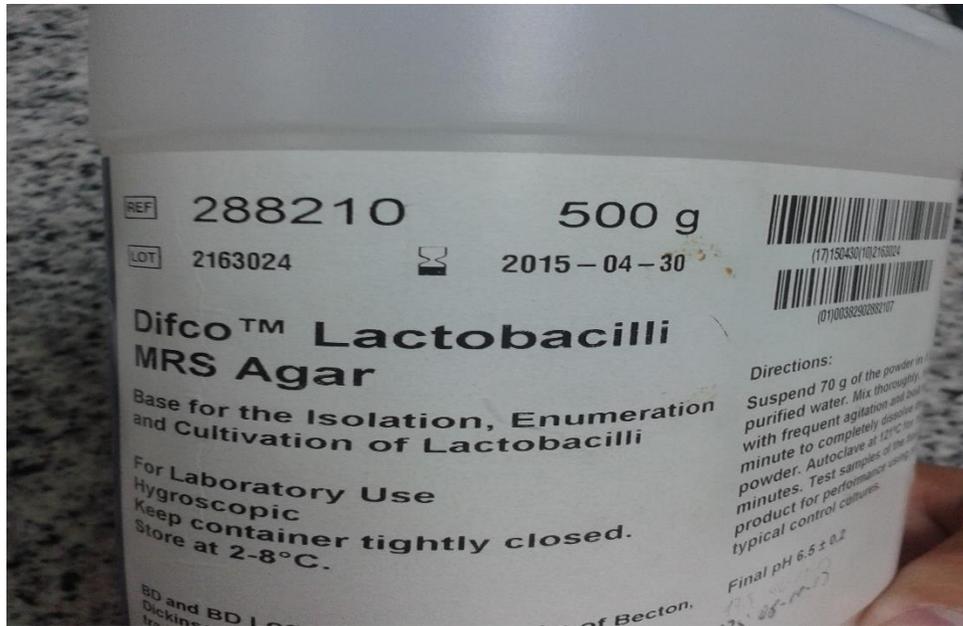
		AL 08.01.102
CDU: 638.085.543.082		
Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	ALIMENTOS ZOOTECNICOS. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN	INEN 1 643 1988-04
1. OBJETO		
<p>1.1 Esta norma establece las definiciones relacionadas con los alimentos para animales y su clasificación.</p>		
2. DEFINICIONES		
<p>2.1 Alimentos zootécnicos. Las sustancias orgánicas e inorgánicas, simples o en mezclas, que incluyan o no aditivos, destinados a la alimentación animal.</p>		
<p>2.2 Alimentos simples o materia prima. Son productos de origen vegetal o animal en estado natural o conservados y los productos resultantes de su procesamiento industrial, que aportan nutrientes a la ración.</p>		
<p>2.2.1 Ración. La cantidad de alimentos suministrados a un animal en un período de 24 horas</p>		
<p>2.2.2 Alimentos simples de origen vegetal. Son productos de origen vegetal en estado natural, frescos o conservados, y los derivados de los procesos industriales de los mismos.</p>		
<p>2.2.3 Alimentos simples de origen animal. Son productos de origen animal en estado natural, frescos o conservados, y los derivados de los procesos industriales de los mismos.</p>		
<p>2.3 Alimentos compuestos. Las preparaciones obtenidas asociando convenientemente dos o más alimentos simples, y que resultan aptas para la alimentación animal.</p>		
<p>2.4 Alimentos compuestos completos. La mezcla de alimentos simples, de acuerdo a una fórmula específica, para ser suministrada como la única ración destinada al mantenimiento y/o producción, sin consumir ninguna otra sustancia, a excepción del agua.</p>		
<p>2.5 Alimentos concentrados. Son alimentos compuestos conformados por materias primas de elevado contenido en nutrientes y que, para su uso, debe mezclarse con uno o más alimentos simples para elaborar un alimento completo.</p>		
<p>2.5.1 Nutriente. Sustancia o grupo de sustancias de un alimento, de la misma composición química general, necesarias para el desarrollo normal de las funciones fisiológicas y productivas del organismo animal.</p>		
<p>2.6 Alimentos medicados. Cualquier alimento que contenga un aditivo destinado a la prevención o tratamiento de las enfermedades de los animales.</p>		
<p>2.7 Alimentos especiales. Son alimentos compuestos elaborados y acondicionados para determinadas especies animales domésticas: caninos, felinos, animales de laboratorio y de acuarios.</p>		
<p>2.8 Alimentos melazados. Son los alimentos compuestos completos, que contienen melaza en proporción superior al 10 por ciento.</p>		
(Continúa)		



Anexo N.º 2. Materiales, medios de cultivos y microorganismos en la caja de flujo laminar.



Anexo N.º 3. Microorganismos aislados.



Anexo N.º 4. Medio de cultivo Agar para lactobacillus.



Anexo N.º 5. Preparación de medios de cultivos



Anexo N.º 6. Agitación de cepas de microorganismos en agitador vortex para su sembrado.



Anexo N.º 7. Microorganismos incubando en estufa.



Anexo N.º 8. Conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC).



Anexo N.º 9. Materia prima (banano verde de rechazo).



Anexo N.º 10. Lavado de la materia prima para retirar impurezas adheridas.



Anexo N.º 11. Preparación de la solución de hipoclorito de sodio para la sanitización de la materia prima.



Anexo N.º 12. Inmersión de la materia prima a la solución de hipoclorito de sodio.



Anexo N.º 13. Rallado de los bananos verde de rechazos.



Anexo N.º 14. Pesado de los insumos.



Anexo N.º 15. Homogenizado de los insumos.



Anexo N.º 16. Colocación de fundas a los envases para que los microorganismos realicen su proceso correctamente.



Anexo N.º 17. Ensamblaje de las magueras y envases con agua para la expulsión de gases.



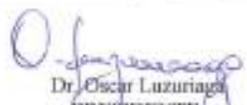
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 152686
 Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: Henry Ponce
DIRECCIÓN: Calle 10 de Agosto #82 y Granda Centeno
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de julio del 2015
MUESTRA: Ensilaje AR1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Líquido color café con banana verde rallado
ENVASE: Polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 16 de julio del 2015
FECHA VENCIMIENTO: —
LOTE: —
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 21 - 27 de julio del 2015
REFERENCIA: 152686
MUESTREO: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25 °C 30 % HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Humedad (%):	PEE/LA/02 ISO 6496	78.77
Proteína (%):	PEE/LA/01 INEN 543	1.17
Grasa (%):	PEE/LA/05 ISO 6492	0.28
Ceniza (%):	PEE/LA/03 INEN 544	1.87
Fibra (%):	INEN 542	1.08
Carbohidratos totales (%):	Cálculo	16.83
Energía (Kcal/100g)	Cálculo	74.52


 Dr. Oscar Luzuriaga
 PRESIDENTE


El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, zootecnológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, complementos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.
 Av. Feroz-Guerra De 24-11 y Venekios - Of. 10 B - 2da. Piso - Telefónos: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-363 C.A. 0988950-413

email: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / oscar.luzuriaga@labolab.com.ec

Quito - Ecuador

Anexo N.º 18. Resultados de análisis bromatológicos del primer tratamiento, (cepas de Lactobacillus plantarum).



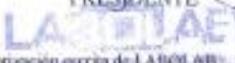
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 152689
 Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: Henry Ponce
DIRECCIÓN: Calle 10 de Agosto #82 y Granda Centeno
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de julio del 2015
MUESTRA: Ensilaje BRI
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Líquido color café con banano verde molido
ENVASE: Polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 16 de julio del 2015
FECHA VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 21 - 27 de julio del 2015
REFERENCIA: 152689
MUESTREADO: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25 °C 30 % HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Humedad (%):	PEE/LA/02 ISO 6496	79.57
Proteína (%):	PEE/LA/01 INEN 543	1.21
Grasa (%):	PEE/LA/05 ISO 6492	0.07
Ceniza (%):	PEE/LA/03 INEN 544	1.88
Fibra (%):	INEN 542	1.27
Carbohidratos totales (%):	Cálculo	6.00
Energía (Kcal/100g)	Cálculo	69.47


 Dr. Oscar Luzzurini
 PRESIDENTE


El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico-químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, aditivos, cosméticos, perfumes, suelos, metales pesados y otros.
 Av. Pérez Guesano De 21-11 y Venales - Of. 12 B - 2da. Piso - Telefax: 2263-225 / 2239-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel: 0999590-412

www.labolab.com.ec

e-mail: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / oscar.luzzurini@labolab.com.ec
 Quito - Ecuador

Anexo N.º 19. Resultados de análisis bromatológicos del segundo tratamiento, (Cepas de Bacillus subtilis).



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 132692
Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: Henry Ponce
DIRECCIÓN: Calle 10 de Agosto #82 y Granda Centeno
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de julio del 2015
MUESTRA: Ensilaje CR1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Líquido color café con banno verde rallado
ENVASE: Polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 16 de julio del 2015
FECHA VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 21 - 27 de julio del 2015
REFERENCIA: 152692
MUESTREO: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25 °C 30 % HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Humedad (%):	PEE/LA/02 ISO 6496	81.60
Proteína (%):	PEE/LA/01 INEN 543	1.27
Grasa (%):	PEE/LA/05 ISO 6492	0.06
Ceniza (%):	PEE/LA/03 INEN 544	1.87
Fibra (%):	INEN 542	1.03
Carbohidratos totales (%):	Cálculo	14.17
Energía (Kcal/100g)	Cálculo	62.30

Dr. Oscar Luzuriaga
PRESIDENTE
LABOLAB

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, estandarización de alimentos, aguas, bebidas, materias primas, harceados, cosméticos, pastillas, suelos, metales pesados y otros.
Av. Pámez Guzmán Da 21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telefax: (250) 226 1 2235-404 / 3214-331 / 1214-353 Cel: 0990500-412

e-mail: sacstonia@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / oscarluzuriaga@labolab.com.ec
Guayaquil - Ecuador

www.labolab.com.ec

Anexo N.º 20. Resultados de análisis bromatológicos del tercer tratamiento, (Cepas Saccharomyces Zcerevisiae).



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 152695
 Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: Henry Ponce
DIRECCIÓN: Calle 10 de Agosto #82 y Granda Centeno
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de julio del 2015
MUESTRA: Ensalaje DRI
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Líquido color café con banano verde rallado
ENVASE: Polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 16 de julio del 2015
FECHA VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 21 - 27 de julio del 2015
REFERENCIA: 152695
MUESTREO: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25 °C 30 % HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Humedad (%):	PEE/LA/02 ISO 6496	81.27
Proteína (%):	PEE/LA/01 INEN 543	1.11
Grasa (%):	PEE/LA/05 ISO 6492	0.24
Ceniza (%):	PEE/LA/03 INEN 544	1.86
Fibra (%):	INEN 542	0.95
Carbohidratos totales (%):	Cálculo	14.57
Energía (Kcal/100g)	Cálculo	64.88

Dr. Oscar Luzuriaga
 PRESIDENTE

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, analítico en alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, complementos, pesticidas, sales, metales pesados y otros.
 Av. Pániz Guerrero De 21-11 y Venustiano - Of. 10 B-2do. Piso - Telefax: 2963-225 / 2216-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel: 9992890-412
 e-mail: secretaria@labolab.com.ec / analisis@labolab.com.ec / oscar.luzuriaga@labolab.com.ec
 Quito - Ecuador

**Anexo N.º 21. Resultados de análisis bromatológicos del cuarto
 tratamiento, (Cepas Trichoderma harzianum).**

LABOLAB

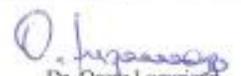
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 152698
Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: Henry Ponce
DIRECCIÓN: Calle 10 de Agosto #82 y Granda Centeno
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de julio del 2015
MUESTRA: Ensilaje X
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Líquido color café con banana verde rallado
ENVASE: Polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 16 de julio del 2015
FECHA VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 21 - 27 de julio del 2015
REFERENCIA: 152698
MUESTREO: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25 °C 30 % HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Humedad (%):	PEE/LA/02 ISO 6496	76.55
Proteína (%):	PEE/LA/01 INEN 543	1.21
Grasa (%):	PEE/LA/05 ISO 6492	0.23
Ceniza (%):	PEE/LA/03 INEN 544	1.77
Fibra (%):	INEN 542	1.13
Carbohidratos totales (%):	Cálculo	19.11
Energía (Kcal/100g)	Cálculo	83.35


Dr. Oscar Luzuriaga
PRESIDENTE


El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, fitoquímico en: alimentos, aguas, bebidas, bebidas fermentadas, cosméticos, pastillas, sales, envases plásticos y otros.
Av. Pérez Gualtero De 21-11 y Venafiel - Of. 12 B - 2do. Piso - Telefax: 2581-225 / 2235-204 / 3214-533 / 3214-353 Cel: 0990690-412

e-mails: secretaria@labolab.com.ec / laboratorio@labolab.com.ec / recepcion@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

Anexo N.º 22. Resultados de análisis bromatológicos del testigo, (sin adición de microorganismos).

LABOLAB
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 152664
Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL
FELIX LOPEZ
DIRECCIÓN: Calle 10 de Agosto #82 y Granda Centeno
FECHA DE RECEPCION: 17 de julio del 2015
MUESTRA: Ensilajes
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Líquido color café con banano verde rallado
ENVASE: Polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 16 de julio del 2015
FECHA VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 17 de julio - 14 de agosto del 2015
REFERENCIA: 152664 - 152683
MUESTREADO: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25 °C 30 % HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

MUESTRA	METODO	TANINOS CUANTITATIVOS (mg/100g)
Ensilaje T1R1	AOAC 955.35	215.87
Ensilaje T1R2		169.74
Ensilaje T1R3		168.34
Ensilaje T2R1		63.93
Ensilaje T2R2		42.95
Ensilaje T2R3		125.03
Ensilaje T3R1		228.21
Ensilaje T3R2		83.00
Ensilaje T3R3		244.42
Ensilaje T4R1		144.65
Ensilaje T4R2		42.55
Ensilaje T4R3		273.77
Ensilaje TXR1		168.50
Ensilaje TXR2		224.06
Ensilaje TXR3		145.42

Dr. Oscar Luzuriaga
PRESIDENTE

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

* Autorización de envío vía electrónica: Dr. Oscar Luzuriaga - Bdo. Fecha emisión: 14-08-2015

Este informe no reemplaza al original y será válido únicamente por escrito en hoja membretada con sellos respectivos y firma original de la persona responsable.

Edición electrónica: Ed 03 Junio 2015

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACION NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.
Av. Pérez Guerrero Oe-21-11 y Versailles - Of. 12 B - 2da. Piso - Telefax: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 0999590-412

E-mail: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / cec@luzuriaga@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

Anexo N.º 23. Resultados de análisis de toxicidad, (taninos cuantitativos).