



ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

CARRERA AGROINDUSTRIA

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

TEMA:

**EVALUACIÓN QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DE LAS DOSIS
DE *Lactobacillus plantarum* EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILAJES
DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) Y YUCA (*Manihot esculenta*)**

AUTORES:

**JOSÉ GREGORIO VARELA MUÑOZ
THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO**

TUTOR:

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

CALCETA, JULIO 2016

DERECHOS DE AUTORÍA

José Gregorio Varela Muñoz y Thomas Edison Zambrano Zambrano, 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.

JOSÉ G. VARELA MUÑOZ

THOMAS E. ZAMBRANO ZAMBRANO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

David Wilfrido Moreira Vera Certifica haber tutelado la tesis **EVALUACIÓN QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DE LAS DOSIS DE *Lactobacillus plantarum* EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILAJES DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) Y YUCA (*Manihot esculenta*)** que ha sido desarrollado por José Gregorio Varela Muñoz y Thomas Edison Zambrano Zambrano, 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 DEL TRIBUNAL

Los integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO EVALUACIÓN QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DE LAS DOSIS DE *Lactobacillus plantarum* EN LA PRODUCCIÓN DE ENSILAJES DE ZAPALLO (*Cucurbita máxima*) Y YUCA (*Manihot esculenta*)** que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por José Gregorio Varela Muñoz y Thomas Edison Zambrano Zambrano, 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. JOHNNY M. NAVARRETE ÁLAVA, Mg.
MIEMBRO

ING. ROY L. BARRE ZAMBRANO, Mg.
MIEMBRO

ING. EDISON F. MACÍAS ANDRADE, Mg.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de una educación de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A Dios por darnos las fuerzas y perseverancia para poder hacer realidad nuestro sueño, poder compartirlo con nuestras familias y todas las personas que de una u otra manera estuvieron brindando su apoyo en los momentos que quisimos rendirnos.

A nuestros compañeros y amigos que han compartido con nosotros cada momento, que han sido testigo de cada decisión y de cada barrera que hemos superado.

A nuestro tutor de tesis Ingeniero David Moreira Vera, por aportar y aconsejar con sus conocimientos, siendo estos la base fundamental para elaborar este proyecto y llevarlo a la práctica.

A los miembros del tribunal, por su apoyo constante para el enriquecimiento científico y así llevar a cabo esta investigación

LOS AUTORES

DEDICATORIA

La presente tesis de investigación está dedicada a mis padres, el señor Lilián Varela y la señora Gladys Muñoz, esos luchadores invencibles que sin tener un salario fijo hoy pueden ver como sus cuatro hijos han alcanzado un título profesional de tercer nivel; éste objetivo alcanzado es de ellos que se han esforzado día a día para brindar un futuro mejor a sus hijos.

JOSÉ G. VARELA MUÑOZ

A mis padres por ser los principales pilares en mi vida y me apoyaron en todo momento sin importar las circunstancias; a mis hermanos que estuvieron presentes en momentos difíciles; a mi esposa por la ayuda y apoyo brindado en todo momento y a mi hija por ser fuente de inspiración, también a mis demás familiares que me apoyan siempre para lograr mis objetivos.

THOMAS E. ZAMBRANO ZAMBRANO

CONTENIDO GENERAL

CARÁTULA.....	i
DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	viii
CONTENIDO DE CUADROS.....	x
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xii
PALABRAS CLAVE.....	xii
ABSTRACT	xiii
KEYWORDS	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4. HIPÓTESIS	6
CÁPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. FORRAJE	7
2.1.1. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL FORRAJE	7
2.2. LA CONSERVACIÓN DE FORRAJES.....	8
2.2.1. HENO Y HENIFICACIÓN	8
2.2.2. HENOLAJE.....	9
2.2.3. ENSILAJE.....	9
2.3. FASES DEL ENSILAJE.....	11

2.3.1.	FASE AERÓBICA.....	11
2.3.2.	FASE DE FERMENTACIÓN.....	12
2.3.3.	FASE ESTABLE	12
2.3.4.	FASE DE DETERIORO AEROBIO.....	12
2.4.	ADITIVOS QUE SE UTILIZAN EN EL ENSILAJE	13
2.5.	MELAZA.....	14
2.6.	FERMENTACIÓN DE BACTERIA LACTO-ÁCIDAS	14
2.7.	LACTOBACILLUS.....	16
2.8.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ENSILAJES.....	16
2.9.	COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LOS ENSILAJES	17
2.10.	ZAPALLO (<i>Cucurbita máxima</i>).....	18
2.10.1.	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL ZAPALLO	19
2.10.2.	PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL ZAPALLO.....	19
2.11.	EL ZAPALLO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	20
2.12.	YUCA (<i>Manihot esculenta</i>).....	20
2.12.1.	CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	21
2.13.	LA YUCA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL	21
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		22
3.1.	UBICACIÓN	22
3.2.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN	22
3.3.	FACTOR EN ESTUDIO.....	22
3.3.1.	NIVELES	23
3.3.2.	BLOQUES	23
3.4.	TRATAMIENTOS	23
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
3.6.	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	24
3.7.	VARIABLES A MEDIR	26
3.7.1	VARIABLES INDEPENDIENTES	26
3.7.2	VARIABLES DEPENDIENTES.....	26
3.8.	TÉCNICAS ESTADÍSTICAS	27
3.9.	TRATAMIENTO DE DATOS	27

3.10. MANEJO DEL EXPERIMENTO	27
3.10.1. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE ENSILAJE CON RECHAZO DE ZAPALLO O RECHAZO DE YUCA.	28
3.10.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE ENSILAJE CON RECHAZO DE ZAPALLO O RECHAZO DE YUCA.	29
3.10.3. MATERIALES.....	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	32
4.1.1. pH.....	32
4.1.2. ACIDEZ TITULABLE.....	33
4.2. CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS.....	35
4.2.1. HUMEDAD.....	36
4.2.2. CENIZA.....	37
4.2.3. FIBRA	38
4.2.4. PROTEÍNA	39
4.2.5. GRASA	40
4.2.6. CARBOHIDRATOS.....	40
4.2.7. ENERGÍA TOTAL	41
4.2.7. ÁCIDO CIANHÍDRICO	42
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1. CONCLUSIONES	44
5.2. RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	53

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 3. 1. Detalle de los tratamientos	23
Cuadro 3. 2. Esquema ANOVA	24

Cuadro 3. 3. Composición de la unidad experimental.	25
Cuadro 4. 1. Resultados de variación de pH en los ensilajes con rechazo de zapallo y con rechazo de yuca	32
Cuadro 4. 2. Resultados de variación de acidez en los ensilajes con rechazo de zapallo y con rechazo de yuca	34
Cuadro 4. 3. Resultados de los análisis bromatológicos en los ensilajes con rechazo de zapallo y con rechazo de yuca	36

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3. 1. Proceso para elaboración de ensilajes de zapallo o yuca.....	28
Gráfico 4. 1. Variación de ácido cianhídrico en el ensilaje con subproducto de yuca.....	43

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos químicos y bromatológicos de las dosis de *Lactobacillus plantarum* en la producción de ensilajes de zapallo (*Cucurbita máxima*) y yuca (*Manihot esculenta*) para el mejoramiento del proceso fermentativo; las dosis aplicadas fueron del 1%, 2% y 3% de *Lactobacillus plantarum* cuya adición se determinó en relación a la formulación de una mezcla homogénea compuesta por melaza, agua y rechazo de zapallo o rechazo de yuca. Se aplicó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) resultando seis tratamientos con tres réplicas cada uno. El proceso de fermentación fue realizado de manera anaerobia y una duración de 25 días; las variables químicas evaluadas fueron: acidez titulable en los días: 1, 12 y día 25 para identificar la presencia de ácido láctico; y la variable pH cuya evaluación se realizó los días 1 y 25. Las variables bromatológicas: humedad, ceniza, fibras, proteína, grasas, carbohidratos, energía total y ácido cianhídrico para el ensilaje con rechazo de yuca, estas variables fueron evaluadas después del día 25 del proceso de fermentación, luego del análisis estadístico se obtuvieron como mejores tratamientos aquellos que se les incorporó la dosis del 2% de *Lactobacillus plantarum*. Esto se determinó en relación a la acción de los microorganismos durante el proceso fermentativo reflejado en las evaluaciones de las variables químicas de pH ($a_1b_2 = 4,01$ y $a_2b_2 = 4,11$) y acidez ($a_1b_2 = 5,36$ y $a_2b_2 = 6,24$) y en relación a la mínima presencia de antinutrientes en ambos ensilajes.

PALABRAS CLAVE

Lactobacillus plantarum, Evaluación química, Evaluación bromatológica, Fermentación, Ensilaje.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the chemical and physical effects of different doses of *Lactobacillus plantarum* in the ensiling process of squash (*Cucurbita máxima*) and manioc (*Manihot esculenta*) for fermentation improvement. We used 1%, 2% and 3% of *Lactobacillus plantarum* content as treatments. Percentages correspond to fractions of a homogeneous mix composed of molasses, water, and squash and manioc wastes. We used a Randomized Complete Block design (RCB) using six treatments, each with three replications. The fermentation process was accomplished under anaerobic conditions, and lasted for 25 days. The chemical variables evaluated were as follows: Titratable acidity on different fermentation days (1, 12 and 25) in order to identify the presence of lactic acid, and pH level, which was measured on days 1 and 25. As bromatological variables, we included moisture content, ash, fiber, protein, fat, carbohydrates, total energy and hydrocyanic acid in the ensiling process of manioc wastes. Bromatological variables were measured on day 25 of the fermentation process. After data analysis, 2% *Lactobacillus plantarum*. This was determined in relation to microorganism response during the fermentation process through the assessment chemical of pH-related ($a_1b_2 = 4,01$ y $a_2b_2 = 4,11$) and acidity ($a_1b_2 = 5,36$ y $a_2b_2 = 6,24$) and through the presence of anti-nutrients in both ensiling processes.

KEYWORDS

Lactobacillus plantarum, Chemical evaluation, Bromatological evaluation, Fermentation, Ensiling.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Pineda (2012), destaca las siguientes variedades de zapallo a nivel internacional: Butternut waltham, Table queen acorn, Table queen Bush, Spaguetti, Criollo plomo. Mientras que existen más de 5.000 variedades de yuca en el mundo de las cuales cada una tiene su particularidad pero básicamente se clasifican en dulces o amargas (Alarcón *et al.*, 1998, citado por Pérez y Yépez 2011), y se aclara que, la mayoría de especies dulces son de consumo humano y no presentan toxicidad (Buitrago 1999, citado por Pérez y Yépez 2011).

Ecuador es un país megadiverso por lo que existen diferentes variedades de zapallo y yuca que son sembradas, cosechadas y nombradas dependiendo de la ubicación geográfica en la que se encuentren. Según Cuello (2006), las variedades de zapallo existentes a nivel nacional son: Zapallo, Zapallo cacao, Nanonal, Uña, Papelillo, 2 de mate y el Limeño. Mientras que INIAP (2005) citado por Lovato (2010) indica las variedades de yuca que se pueden encontrar en el territorio ecuatoriano, como son: Tres Meses, Amarilla, Espada, Mulata, Negra Criolla, Pata de Paloma, Blanca, Chola, Crema, Crema Amarilla, Canela, Yema de Huevo, entre otras.

Como en todos los casos de las materias primas, se generan rechazos catalogados así por no cumplir con características óptimas para su consumo y/o exportación como son color, tamaño, forma, textura, por lo tanto no son aprovechados y prácticamente desechados por desconocimiento de procesos para su utilización, aquello conlleva al aumento de la cantidad de materia acumulada en el ecosistema. En este sentido se presenta un recurso y una oportunidad para

aprovechar lo que en muchos casos es considerado pérdida buscando vivir en armonía con la madre tierra.

Los rechazos de zapallo y yuca son elementos naturales que no han sufrido ningún tipo de transformación, esos rechazos no cumplen con características óptimas de consumo y/o exportación pero pueden ser aprovechados de manera total aplicando métodos alternativos, dándole valor agregado, generando más recursos en las diferentes comunidades y una alternativa en época de sequía.

En la zona norte de la provincia de Manabí la producción de zapallo y yuca se realiza con fines de alimentación tanto como para humanos como para animales generando pocos ingresos económicos, además de ser productos que se consumen por tendencias culturales, no trasciende su uso en la industria siendo un producto de pocos ingresos económicos.

En el campo agropecuario la alimentación animal, se convierte en un costo de producción que en ocasiones se busca sea reducido sin afectar negativamente en la integridad de los animales. Con esta investigación se pretende proporcionar un alimento que contenga características apropiadas para el consumo animal, específicamente para los cerdos en etapa de engorde, aprovechando los recursos que provee el agro.

En este sentido, para aprovechar los rechazos de estas materias primas, se pueden aplicar técnicas de conservación de forrajes. Según Queiroz (2014) el objetivo de la conservación del forraje es mantener la calidad original de la planta ensilada a través de la fermentación, para lograr este objetivo, son de importancia fundamental establecer una condición anaerobia y de fermentación deseable.

Existen tres especies comerciales de microorganismos con la mayoría de las características deseables para el proceso de ensilaje: *Lactobacillus plantarum*,

Lactobacillus acidophilus y *Streptococcus durans*, motivo por el cual *L. plantarum* se encuentra en la mayoría de inóculos comerciales (Sánchez, 2005).

Es fundamental aclarar que, en la alimentación animal son muy importantes los factores químicos y bromatológicos que se encuentran en el producto, por lo que es necesario evaluar esas características para conocer la potencial aceptación del animal.

Tomando en cuenta los antecedentes expuestos, se presenta una oportunidad para aplicar métodos alternativos en la elaboración de ensilajes, brindando a las comunidades y propietarios de ganado porcino una nueva forma de aprovechamiento de los rechazos que además de generar pérdidas para los productores también incrementan la biomasa contaminante del medio ambiente.

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

¿Es posible aprovechar el rechazo de zapallo y yuca en la elaboración de ensilajes con adición de *Lactobacillus plantarum* para el mejoramiento del proceso fermentativo?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El uso de *Lactobacillus plantarum* obtenido a través del proyecto institucional «Subproductos agropecuarios en la alimentación del cerdo y su impacto en la cadena productiva» requiere de un estudio que establezca el uso de dosis óptima, evaluando de manera química y bromatológica el modo de actuar de dicho microorganismo durante el proceso de fermentación, de modo que permita aprovechar al máximo los rechazos de zapallo y yuca que son ignorados por zootécnicos responsables de granjas porcinas.

Al realizar una amplia investigación teórica y experimental sobre la aplicación de microorganismos en la elaboración de ensilajes con rechazos de zapallo y rechazos de yuca se puede conocer de forma más profunda su aprovechamiento, para obtener las características químicas y bromatológicas apropiadas en un alimento para cerdos en etapa de engorde.

Esto se convierte en una oportunidad para brindar al sector agropecuario una alternativa guiada a aprovechar los rechazos de estas materias primas que a menudo representan pérdidas que por la falta de pagos son desechadas y esto conlleva al aporte de la contaminación ambiental, mientras que aplicando procesos de ensilado pueden ser destinadas a la alimentación animal. En este mismo sentido se puede brindar a las comunidades la oportunidad de mantener almacenado alimento para poder suministrarlo a los animales principalmente cuando en épocas de sequías el sector agropecuario se muestra poco competitivo.

Con el aprovechamiento del rechazo de estas materias primas (zapallo y yuca) que en su mayoría son desechadas, se podrá reducir el impacto negativo que ocasiona al ambiente considerando ser amigables con el entorno.

Para la elaboración de ensilajes en el Ecuador se debe cumplir con la Norma Técnica Ecuatoriana obligatoria que expide el Instituto Ecuatoriano de

Normalización. En este sentido la «NTE INEN 1643 1988-04 Alimentos zootécnicos. Definiciones y clasificación» establece las características que debe tener un ensilaje.

Teniendo en cuenta estas razones, se presenta el siguiente trabajo que además está vinculado a uno de los proyectos 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, a través de la vinculación con la comunidad, mostrar los resultados obtenidos en la investigación para así brindar una alternativa en donde se reduzcan los porcentajes de toxicidad que impiden que los animales aprovechen todos los componentes nutricionales de los alimentos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar los efectos químicos y bromatológicos de las dosis de *Lactobacillus plantarum* en la producción de ensilajes de zapallo (*Cucurbita máxima*) y yuca (*Manihot esculenta*) para el mejoramiento del proceso fermentativo.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la dosis óptima de *Lactobacillus plantarum* para el mejoramiento del proceso fermentativo.
- Identificar el tratamiento que contenga el menor índice de antinutrientes presentes en los ensilajes mediante análisis bromatológicos.

- Evaluar los efectos en pH y acidez producidos durante el proceso fermentativo en los ensilajes mediante análisis químicos.

1.4. HIPÓTESIS

Las dosis de *Lactobacillus plantarum* en la producción de ensilajes de zapallo y yuca inciden en los elementos nutricionales y toxicológicos de estos.

CÁPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. FORRAJE

El concepto de forraje es muy amplio y comprende todo aquello que sirve como alimento a los animales domésticos, se considera forraje a la masa vegetal frescamente cosechada (forraje verde), que se caracteriza por un elevado contenido de agua de vegetación; el heno (forraje seco), es el forraje verde que por exposición al aire y al sol pierde gran cantidad de agua (Alba, s.f.).

2.1.1. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL FORRAJE

Según Bragachini *et al.* (2008) la calidad del forraje influye notablemente en los márgenes de producción animal, sabiendo que a medida que disminuye también lo hace la digestibilidad y el nivel de consumo.

Los animales monogástricos, pueden ingerir mayores cantidades de alimentos de pobre calidad y aumentar la tasa de pasaje por el tracto digestivo para compensar la baja digestibilidad, mientras que los rumiantes se ven impedidos de aumentar la velocidad de digestión y por consiguiente, los alimentos de baja calidad permanecen más tiempo dentro del rumen afectando la productividad (Bragachini *et al.*, 2008).

Bragachini *et al.* (2008) indica que, en síntesis, para producir en forma eficiente y con mayor rentabilidad se debe utilizar toda la información y las herramientas disponibles, siendo la calidad del forraje uno de los parámetros más importantes.

Existen varios factores internos y externos que limitan la producción de un material forrajero, entre los factores externos más importantes se encuentra el clima; los

países tropicales poseen una diferencia productiva forrajera en la estación seca con respecto a la estación lluviosa, y esto crea una necesidad de alimento en una forma estacional, otros factores externos son el manejo y las condiciones físicas, químicas y características ecológicas de las tierras en uso, como pendientes altas, mal drenaje, poca fertilidad y baja adaptación de las especies forrajeras (Araya *et al.*, 2005).

2.2. 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, desdichadamente este método es costoso, requiere ciertas instalaciones y equipos y el consumo de energía es elevado, el método más barato consiste en la deshidratación parcial por evaporación natural mediante el sol y el viento y preparar el heno, el proceso es simple en teoría, pero en la práctica es dificultoso; 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).

De acuerdo los autores antes mencionado, existen 3 clases de conservación, las cuales son:

2.2.1. HENO Y HENIFICACIÓN

La henificación fue el primer proceso ideado por el hombre para conservar parte de los forrajes verdes, principalmente gramínea y leguminosa, sobrantes en la época de abundancia de los pastos con el fin de utilizarlos en los meses de

escasez; la hierba fresca contiene alrededor del 70 al 85% de humedad, y cuando ésta se corta se reduce a un 15 – 20% mediante el desecado natural al sol o métodos artificiales, pudiendo almacenarse en forma de heno sin riesgo de que se deteriore, siempre que naturalmente, se proteja de las lluvias, un heno con un 85 – 90% de materia seca puede conservarse sin peligro de que se fermente; la sencillez del proceso y su larga tradición convierten la henificación en uno de los principales métodos de conservación de los forrajes (Silveira y Franco, 2006).

2.2.2. HENOLAJE

Este método de henificación es muy antiguo y se utiliza cuando las condiciones son muy desfavorables. Consiste en deshidratar la hierba parcialmente en el suelo, procediéndose luego a hacer montones grandes y bien apilados. En estas condiciones se desarrolla muy rápidamente la fermentación, elevándose la temperatura, considerablemente (hasta 70 °C) de modo que mueren las células vegetales. Las plantas adquieren un color café. Posteriormente, los montones se esparcen para airearlos y completar la desecación por el sol, siendo la deshidratación rápida, ya que las células muertas liberan el agua más rápidamente (Silveira y Franco, 2006).

2.2.3. ENSILAJE

Según Garcés *et al.* (2004) 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.

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 tal, producto de su propio metabolismo, que impide que otros microorganismos puedan descomponer o podrir el forraje (Silveira y Franco, 2006).

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 bastante más que la henificación natural, debido a que aún bajo buenas condiciones de henificación la planta pierde más nutrientes que cuando es ensilada (Silveira y Franco, 2006).

Según la norma INEN 1643 (s.f.) el ensilaje es parte de las plantas conservadas en un silo. Generalmente el material que se va a ensilar, se corta 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.

El ensilaje es un método de conservación de forrajes o rechazo 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.).

El ensilaje es un método antiguo usado para preservar el valor nutritivo de los forrajes a través del empaquetado y almacenamiento en condiciones limitadas de aire, Cereda y Giaj-Levra (2008) citado por Marín *et al.* (2013). Según Jacob *et al.* (2009) citado por Marín *et al.* (2013) menciona que la fermentación del ensilaje

ocurre naturalmente bajo condiciones anaeróbicas (la ausencia de oxígeno), porque las plantas contienen bacterias productoras de ácido láctico (BPAL) que son nativas, y cuando el ensilaje es colocado bajo condiciones anaeróbicas estas bacterias producen ácido láctico, disminuyendo el pH a un nivel en el cual otras bacterias no pueden sobrevivir. Las condiciones ambientales también tienen un efecto en las poblaciones nativas de BPAL, estas bacterias son más abundantes en temperaturas cálidas que en temperaturas frías, con altos niveles a ciertos estados de madurez (Marín, 2008 citado por Marín *et al.*, 2013).

El autor Ocanto *et al.* (2014) afirma que el ensilaje constituye un beneficio en la producción ganadera, suple los requerimientos nutricionales de un alimento concentrado comercial por alimento natural obtenido de cosechas vegetales.

El ensilaje artesanal de yuca fresca, puede sustituir el 50% de la miel de caña de azúcar como fuente de energía en dietas adecuadamente suplementadas con proteínas, vitaminas y minerales sin afectar los rasgos de comportamiento zootécnico de los animales, lo que infiere que puede ser una forma efectiva de conservación de la yuca en sistemas de producción porcina a pequeña escala (Almaguel y Piloto *et al.*, 2011).

2.3. FASES DEL ENSILAJE

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

2.3.1. 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) (Garcés *et al.*, 2004).

2.3.2. 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 (Garcés *et al.*, 2004).

2.3.3. FASE ESTABLE

La mayoría de los microorganismos de la fase 2 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 (Garcés *et al.*, 2004).

2.3.4. 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; 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, los bacilos; la última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aerobios, también facultativos, como mohos y enterobacterias (Garcés *et al.*, 2004).

2.4. ADITIVOS QUE SE UTILIZAN EN EL ENSILAJE

El uso de aditivos para ensilaje es recomendado para conservar el valor nutritivo del cultivo cuando ciertas circunstancias podrían poner en riesgo una adecuada fermentación, Prinyawiwatkul *et al.* (2006) citado por Marín *et al.* (2013). Una de las alternativas para alimentar a los animales en los países subdesarrollados es la producción de ensilajes de buena calidad usando cultivos forrajeros porque permite aportar los requerimientos a los animales de alta producción a un costo modesto, reduciendo considerablemente la compra de concentrados caros, lamentablemente no se puede recomendar el uso de esta estrategia, tal como se usa en los países desarrollados para los pequeños productores en los países tropicales subdesarrollados, porque sería una recomendación equivocada, debido principalmente a la falta de equipos que son muy costosos, para cosechar y conservar el forraje, también por una escasa producción de cultivos forrajeros por falta de tierra en la fincas, Thonson (2005) citado por Marín *et al.* (2013).

Según Patiño *et al.* (2013) el uso de aditivos en la confección de ensilados es común y se busca mejorar, no solo la composición nutricional del mismo, sino también aspectos inherentes a su conservación.

El uso de aditivos para mejorar las condiciones del proceso de ensilaje comenzó hacerse muy común. Existe un amplio rango donde escoger sustancias como aditivos y actualmente se dispone de un gran número de aditivos químicos y biológicos comerciales adecuados para el ensilaje. Entre aditivos de la misma categoría se manifiestan diferencias tales como la efectividad general, la

adecuación para determinado tipo de forraje, y la facilidad para su manejo y aplicación (Gamarra, 2013).

Los aditivos para mejorar la fermentación comprende la adición de sustancias que ayuden los procesos fermentativos de las bacterias de ácido láctico (BAC), en forrajes con bajo carbohidratos solubles, como la melaza para aumentar el contenido de azúcares (Gamarra, 2013).

Según como indica Romero (s.f.) uno de los factores que se debe considerar para obtener un buen ensilaje es la materia prima; el contenido de materia seca y estado de desarrollo de la planta determina la calidad y posibles pérdidas, que varían de acuerdo a las especies forrajeras presentes.

2.5. MELAZA

La melaza es un aditivo con bajos carbohidratos solubles que permite aumentar el contenido de azúcares, por ello es prácticamente generalizado su uso en la producción de ensilajes, en un estudio realizado por Castillo *et al.* (2009) se indica que: “La melaza modificó la composición nutricional y las características fermentativas de los tratamientos, excepto el pH”. Existen diferentes melazas: desde la que contiene todo el azúcar (rica), hasta la que resulta al completar el proceso de extracción en el ingenio (final) (Figuerola y Ly, 1990, citado por Martín, 2004).

2.6. FERMENTACIÓN DE BACTERIAS 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 cae 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.

Según el autor antes mencionado las especies homofermentativas son preferibles en el ensilaje por que producen ácido láctico que es más fuerte y reduce más que el ácido acético.

Wattiaux (s.f) indica que, 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 azucres 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.

2.7. LACTOBACILLUS

El género *Lactobacillus* (lactis-leche; bacillus-pequeños bacilos) se caracteriza por presentar células en forma de bacilos largos y extendidos, aunque con frecuencia pueden observarse bacilos cortos o coco-bacilos corineformes (Kandler y Weiss, citado por Samaniego y Sosa, 2002); lo cual hace que se puedan confundir con géneros aislados habitualmente de materiales clínicos (Marin *et.al.* citado por Samaniego y Sosa, 2002). Estos bacilos se presentan comúnmente formando cadenas y en general son no mótils, pero cuando tienen motilidad es por la presencia de flagelación peritrica; son Gram positivos y sólo las células muertas pueden dar resultados variables a la tinción de Gram, además, no esporulan y algunas cepas presentan cuerpos bipolares que probablemente contengan polifosfato, los grandes bacilos homofermentativos presentan gránulos internos revelados por tinción de Gram o por tinción con azul de metileno (Samaniego y Sosa, 2002).

Borguesi *et al.* (2007) citado por Fernández *et al.* (2011), destacan la utilización del 1% al 5% de *Lactobacillus plantarum* en la elaboración de ensilados biológicos.

Spanopoulos *et al.* (2010) indica que la fermentación ácido-láctica es un proceso barato que estabiliza y mantiene la calidad nutricional del ensilado como el elaborado con el género *Lactobacillus*, que bio-conserva los productos, la actividad antimicrobiana de los ácidos orgánicos (láctico, acético y fórmico) y del pH es complementaria.

2.8. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ENSILAJES

Según Garcés *et al.* (2004) en el ensilaje, su calidad es afectada por la composición química de la materia a ensilar, el clima y los microorganismos empleados, entre otros.

La composición química del material a ensilar, juega un papel importante en la determinación del potencial del material a ser ensilado, conservándose de mejor manera forrajes con altos niveles de azúcares fermentables, bajo nivel de proteína, baja capacidad de amortiguación del pH y un mínimo contenido de materia seca (MS) (Nisa *et al.*, 2008, citado por Boschini *et al.*, 2014). Estas condiciones difícilmente se presentan con los materiales disponibles en las zonas tropicales (Bergamaschine *et al.*, 2006, citado por Boschini *et al.*, 2014).

2.9. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE LOS ENSILAJES

La composición bromatológica del material ensilado depende también de la composición de la materia prima, es decir, a mayor cantidad de proteína que contenga la materia prima, mayor cantidad de este componente tendrá el producto final al igual que sucede con los carbohidratos, grasas, cenizas, humedad.

Estos componentes también llamados nutricionales son claves en la calidad del ensilaje que según Urdaneta y Borgues (2011), el ensilado de materiales de alto valor nutritivo durante los periodos de escasez de forraje, proporciona una fuente alimenticia muy beneficiosa para el desarrollo de los animales. Plane y McDonald (1966) citado por WingChing y Rojas (2006) entre los materiales forrajeros con los atributos antes mencionados se encuentran las leguminosas, las cuales poseen un perfil nutricional elevado, por su alto contenido de proteína, aunque, esta característica promueve una menor disminución del pH, necesaria para un proceso de fermentación adecuado.

En este mismo sentido las materias primas en muchos casos también contienen componentes antinutricionales que afectan la calidad del producto. Para reducir los factores antinutricionales se pueden emplear diferentes tecnologías, entre ellas el ensilaje el cual es un proceso sencillo, práctico y de poca inversión (Morales, 2012 citado por Caicedo *et al.*, 2013). Los ensilajes son un producto de la

fermentación anaeróbica controlada que preservan los nutrientes del material orgánico fresco, poseen gran digestibilidad y son usados como componentes de raciones alimenticias para animales (Zynudheen y Ramachandran, 2008 citado por Caicedo *et al.*, 2013). Estudios realizados de estabilidad del ensilaje muestran que es factible almacenar este producto por períodos mayores a seis meses sin requerir de refrigeración (Bello 1993, citado por Caicedo *et al.*, 2013).

2.10. ZAPALLO (*Cucurbita máxima*)

Según Astorquizaga (2009) el zapallo pertenece a la familia de las Cucurbitáceas y es de origen americano, el género *Cucurbita* presenta 25 especies de interés agronómico separadas en distintos grupos.

El mismo autor menciona que, las especies cultivadas pertenecen a los grupos:

- 1) *Cucurbita máxima*: zapallo inglés o Hubbard, zapallito redondo de tronco
- 2) *Cucurbita pepo*: Zucchini
- 3) *Cucurbita moschata*: Anco, Anquito, Butternut
- 4) *Cucurbita mixta*: Calabaza

Según Guananga y Guerrero (2007), citado por Pazmiño y Zambrano (2013) el zapallo es una hortaliza que pertenece al género "*Cucúrbita*" su nombre común: zapallo macre y su nombre científico: *Cucúrbita máxima Duch.* Salazar (2011) indica que el fruto es un tipo de baya llamada peponide; presenta gran variación (polimorfismo); puede ser elongado o esférico, de color verde opalescente a naranja intenso, pasando por un crisol del ámbito de los colores amarillentos. Bares (2006), citado por Salazar (2008), manifiesta que, entre los índices de calidad existen tres características a tenerse en cuenta: primero, su cáscara debe ser de color uniforme; segundo, si sus frutos son livianos para su tamaño indica que pueden estar secos y fibrosos; finalmente, la persistencia del péndulo, de no

existir podría ser fuente de ingreso de microorganismos, lo que puede provocar podredumbres.

Tobar *et al.* (2010) indica que esta hortaliza presenta un gran potencial como alternativa agrícola, debido a la gran versatilidad en usos alimenticio, medicinal, agroindustrial y decorativo. Es rica en vitaminas A, B, C, E y minerales de reacción alcalina que neutralizan los ácidos gástricos (Garay *et al.*, 2010).

2.10.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL ZAPALLO

Son plantas herbáceas anuales, con guías trepadoras, excepto algunos cultivares de *Cucurbita maxima* y *Cucurbita pepo*, poseen un sistema radical muy profundo que suele alcanzar más 1,50 metros de profundidad pero la mayor parte de las raíces se encuentra en los primeros 50 centímetros del perfil del suelo; los tallos son rugosos y angulosos y en los nudos de las guías nacen raíces adventicias que penetran a más de 1 metro de profundidad, las hojas son grandes, de lámina simple suborbiculares y con frecuencia lobuladas, las flores son diclino monoicas, es decir que tienen flores masculinas y femeninas separadas pero en la misma planta y de color amarillo, solitarias en las axilas de las hojas. (Astorquizaga, 2009).

2.10.2. PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL ZAPALLO

Para March (2000), citado por Pazmiño y Zambrano (2013) el zapallo produce sólo 12 calorías por cada 100 gramos, convirtiéndose en un producto indispensable para el control de peso, su color anaranjado da la gran cantidad de betacarotenos, precursor de la vitamina A, también aporta vitaminas C, E y del grupo B, generando una combinación altamente antioxidante y por lo tanto, un aliado en la prevención del cáncer y otras enfermedades degenerativas, su contenido en minerales esenciales es muy alto y proporciona a los seres humanos magnesio,

hierro y otros oligoelementos como el yodo, zinc, flúor, cobre y cromo que mejoran y previenen los problemas de anemias.

En general, el fruto de zapallo contiene entre 4.4 y 14.5% de proteína cruda, representando una digestibilidad de la materia seca (MS) superior a 80% (Maynard *et al.*, 2004, citado por Tobar *et al.*, 2011), carotenos totales en base seca entre 120 a 280 μ /g (Neumark, 1970, citado por Tobar *et al.*, 2011) y en base fresca entre 24 y 84 μ /g (Rodríguez-Amaya, 1999, citado por Tobar *et al.*, 2011).

2.11. EL ZAPALLO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

La utilización de ingredientes no tradicionales como fuente de energía es una alternativa viable en la búsqueda de sustitutos de materia prima en la alimentación de cerdos; el uso de auyama (*Cucurbita maxima*) fresca a voluntad en la alimentación de cerdos en la fase de engorde es recomendada a los pequeños y medianos productores y cuando existan excedentes de auyama en el mercado a precios competitivos (Corzo *et al.*, 2004).

2.12. YUCA (*Manihot esculenta*)

Según Mojena y Bertolini (2004) la yuca es originaria del continente Americano; ocupa el noveno lugar entre los alimentos con más contenido de calorías en el mundo y el cuarto lugar en las zonas tropicales (después del arroz, la caña de azúcar y el maíz). Es un alimento básico de millones de habitantes en el trópico y en el mundo (Alves de Mendoza *et al.*, 2003, citado por Mojena y Bertolini, 2004).

Esta especie es de gran importancia socioeconómica para los agricultores y consumidores de pocos recursos económicos de países tropicales, ya que es un producto básico en su dieta alimenticia y ocupa el cuarto lugar en importancia

como fuente de energía, después del arroz, el maíz y la caña de azúcar (Cock, 1984 citado por Mejía, 2002).

2.12.1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

De acuerdo con Aguilar (2002) la yuca es de:

- Orden: *Euphorbiales*
- Familia: *Euphorbiaceae*
- Género: *Manihot*

Número Especies, alrededor de 180 especies, siendo de importancia económica la especie *Manihot esculenta* (Aguilar, 2002).

2.13. LA YUCA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Las raíces y el follaje de la planta de yuca son un recurso nutricional importante para la alimentación animal en el trópico; en Colombia hay grandes posibilidades de incrementar la producción de las variedades industriales de yuca y con ella se podría remplazar buena parte de los cereales tradicionalmente empleados en la fabricación de alimentos balanceados (Pérez y Yépez, 2011).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

Para el desarrollo de la presente investigación se realizaron diferentes actividades en diversas ubicaciones: Las sepas de *Lactobacillus plantarum* fueron proporcionadas por los laboratorios del Área Agropecuaria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. El rechazo de zapallo que se utilizó en la investigación fue obtenido del sector “El Junco” del cantón Tosagua y el rechazo de yuca fue adquirido en el sitio “Tarugo” de la parroquia Canuto del cantón Chone. Los ensilajes fueron elaborados en el Taller Agroindustrial de Frutas y Vegetales de la ESPAM MFL para posteriormente cumplir con los análisis bromatológicos que se los realizaron en el laboratorio de Bromatología en el área Agroindustrial de la misma institución. El análisis de ácido cianhídrico se lo realizó en «LABOLAB» un laboratorio privado de la ciudad de Quito.

3.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Los tipos de investigación que se utilizaron en la tesis fueron: bibliográfico porque se consultó en libros, manuales de alimentación animal, boletines de divulgación, revistas científicas, catálogos e internet; y experimental porque se realizaron ensayos con muestras significativas en las que se evaluaron características químicas y bromatológicas de los ensilajes.

3.3. FACTOR EN ESTUDIO

- Porcentaje de *Lactobacillus plantarum*.

3.3.1. NIVELES

En la elaboración de ensilaje se utilizaron los siguientes porcentajes de *Lactobacillus plantarum*:

- **Nivel 1:** $b_1 = 1\%$
- **Nivel 2:** $b_2 = 2\%$
- **Nivel 3:** $b_3 = 3\%$

3.3.2. BLOQUES

Se definió como variable de bloqueo el tipo de rechazo de materia prima presente en los ensilajes.

- **Bloque 1:** $a_1 =$ Ensilaje con rechazo de zapallo
- **Bloque 2:** $a_2 =$ Ensilaje con rechazo de yuca

3.4. TRATAMIENTOS

Cuadro 3. 1. Detalle de los tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN
1	$a_1 b_1$	Ensilaje de zapallo con 1% de <i>Lactobacillus plantarum</i>
2	$a_1 b_2$	Ensilaje de zapallo con 2% de <i>Lactobacillus plantarum</i>
3	$a_1 b_3$	Ensilaje de zapallo con 3% de <i>Lactobacillus plantarum</i>
4	$a_2 b_1$	Ensilaje de yuca con 1% de <i>Lactobacillus plantarum</i>
5	$a_2 b_2$	Ensilaje de yuca con 2% de <i>Lactobacillus plantarum</i>
6	$a_2 b_3$	Ensilaje de yuca con 3% de <i>Lactobacillus plantarum</i>

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se aplicó en la investigación fue un Diseño de Bloque Completamente al Azar (DBCA) con un total de seis tratamientos, trabajando con

tres réplicas y 18 unidades experimentales; utilizando como bloque los tipos de rechazo de materia prima presente en los ensilajes y como factor en estudio los porcentajes de *Lactobacillus plantarum*.

Cuadro 3. 2. Esquema ANOVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	17
Tratamientos	5
Bloque	2
Error experimental	10

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

Se tomó para esta investigación como unidad experimental 3 kg de la mezcla de la parte comestible de zapallo o yuca, agua, sustrato para la elaboración del ensilaje, dirigida a cada tratamiento que varían en el porcentaje *Lactobacillus plantarum* (cuadro 3.3).

Cuadro 3. 3. Composición de la unidad experimental.

COMPOSICIÓN DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL											
TRATAMIENTOS	RECHAZO DE MATERIA PRIMA			MELAZA		AGUA		TOTAL		<i>Lactobacillus plantarum</i>	
	TIPO	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g
a₁b₁	Zapallo	60	1800	10	300	30	900	100	3000	1	30
a₁b₂	Zapallo	60	1800	10	300	30	900	100	3000	2	60
a₁b₃	Zapallo	60	1800	10	300	30	900	100	3000	3	90
a₂b₁	Yuca	60	1800	10	300	30	900	100	3000	1	30
a₂b₂	Yuca	60	1800	10	300	30	900	100	3000	2	60
a₂b₃	Yuca	60	1800	10	300	30	900	100	3000	3	90

3.7. VARIABLES A MEDIR

3.7.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

- Ensilaje con rechazo de zapallo o yuca
- Porcentaje de *Lactobacillus plantarum*.

3.7.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Parámetros Químicos

- Acidez titulable

Esta variable se evaluó en los días 1, 12 y 25 del proceso de fermentación para identificar la presencia del ácido láctico en los ensilajes.

- pH

Esta variable se evaluó en los días 1 y 25 del proceso de fermentación para contemplar las condiciones óptimas para el desarrollo de los microorganismos.

Parámetros bromatológicos

- Humedad
- Cenizas
- Proteínas
- Fibras
- Grasas
- Energía total
- Ácido Cianhídrico

Estos parámetros fueron evaluados después del día 25 del proceso de fermentación; la variable de Ácido Cianhídrico fue evaluada únicamente en los tratamientos con rechazo de yuca.

3.8. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

- Análisis de varianza (ANOVA)
- Coeficiente de variación (CV)
- Prueba de significancia (Tukey)

3.9. TRATAMIENTO DE DATOS

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

3.10. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para realizar la elaboración de los ensilajes con rechazo de zapallo o rechazo de yuca, se aplicó el proceso expuesto en el siguiente diagrama; posteriormente se describe el procedimiento.

3.10.1. DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE ENSILAJE CON RECHAZO DE ZAPALLO O RECHAZO DE YUCA.

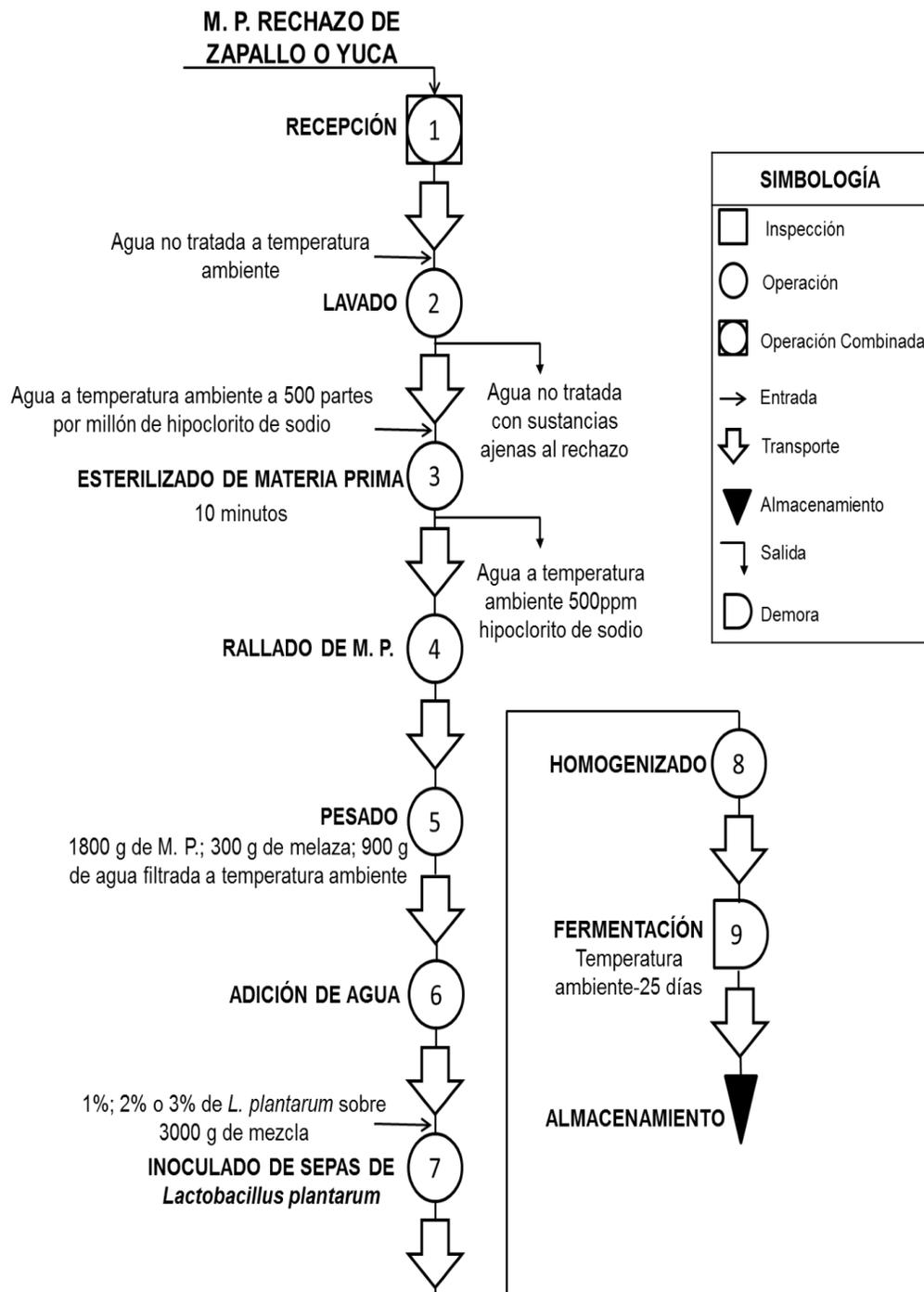


Figura 3. 1. Proceso para elaboración de ensilajes de zapallo o yuca.

3.10.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE ENSILAJE CON RECHAZO DE ZAPALLO O RECHAZO DE YUCA.

Recepción (1): El proceso inició con la recepción del rechazo de zapallo o de yuca; la selección de los rechazos se lo hizo aplicando Buenas Prácticas de Manufactura, se verificó que dicha materia prima esté en óptimas condiciones: libre de animales como insectos o gusanos y que no se encuentre en estado de putrefacción, luego se realizó el transporte hasta el lugar de proceso.

Lavado (2): Una vez que la materia prima fue transportada hasta el lugar de procesamiento se lavó la misma con abundante agua no tratada para retirar sustancias extrañas adheridas como lodo, tierra, u otro componente que pudo ser contraproducente en la elaboración de los ensilajes.

Esterilizado de la materia prima (3): Consistió en sumergir la materia prima durante 10 minutos en una solución de hipoclorito de sodio a 500 partes por millón (ppm) con el fin de reducir la carga microbiana contenida en los mismos; este procedimiento se lo realizó en recipientes de acero inoxidable.

Rallado de M. P. (4): Consistió pasar (por separado) el rechazo de zapallo o el rechazo de yuca libre de cáscara por un rallador de cocina, esto se hace con la finalidad de picar finamente los rechazos y conseguir una consistencia semisólida para que haya fermentación completa del zapallo o yuca con acción del *Lactobacillus plantarum*.

Pesado (5): En este punto se pesaron 1800 gramos de rechazo de zapallo y yuca por separado que equivale al 71,5%; melaza 300 gramos que equivale al 13,5% y agua filtrada 900 gramos equivalente al 15%, para posteriormente ser combinados en la elaboración de los ensilajes.

Adición de agua (6): Este proceso consistió en incorporar la cantidad de agua establecida en la formulación, esto se hace con el objetivo de conseguir una masa acuosa y facilitar el movimiento de la mezcla.

Inoculado sepa de *Lactobacillus plantarum* (7): Consistió en combinar las sepas de *L. Plantarum* con la cantidad de melaza establecida en la formulación, este componente cumple la función de sustrato para que los microorganismos puedan realizar su actividad. Las ósis de *Lactobacillus plantarum* fueron agregados dependiendo de cada tratamiento: 1%, 2% y 3% en relación al ensilaje que comprendió de rechazo de zapallo o yuca, agua y melaza, estos microorganismos tienen la función de fermentar y desdoblar los componentes del material ensilado.

Homogenizado (8): Consistió en mover permanentemente la mezcla con el fin de que todos los elementos añadidos sean completamente uniformes, para que el proceso de fermentación se efectúe eficazmente; este proceso se lo realizó en baldes plásticos y utilizando cucharas de madera.

Fermentado (9): Se introdujo la mezcla resultante en envases plásticos con capacidad de cuatro litros asegurándose que no haya presencia de oxígeno para evitar contaminación y garantizar el proceso fermentativo anaerobio del ensilaje; se lo realizó a temperatura ambiente garantizando que no exista presencia de luz con el objetivo de simular el ambiente en el que actúan las bacterias ácido-lácticas. En este punto se aplicó una válvula “airlock” elaborada con botellas plásticas, agua y mangueras para suero, con la finalidad de facilitar la expulsión de CO₂.

Almacenamiento: Se mantuvo el material ensilado en temperatura ambiente y en un lugar seco con el objetivo de evitar la proliferación de bacterias patógenas que puedan contaminar el producto.

3.10.3. MATERIALES

Para el proceso de elaboración del material experimental se utilizaron los siguientes materiales:

- Cuchillos de acero inoxidable
- Tablas para picar
- Mesa de acero inoxidable
- Rallador de cocina
- Baldes plásticos
- Cuchara de madera
- Botellas plásticas de 500 ml
- Envases plásticos de 4 litros
- Equipo para suero
- Lavabo
- Balanza gramera (marca OHAUS y serie CL)

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Las características químicas fueron evaluadas de la siguiente manera: pH durante los días 1 y 25; acidez en los días 1, 12 y 25 del proceso de fermentación.

4.1.1. pH

El parámetro de pH fue evaluado con el fin de conocer la acción de los microorganismos en relación a esta variable, en el cuadro 4.1 se muestran los resultados del análisis estadístico (anexo 9-A).

Cuadro 4. 1. Resultados de variación de pH en los ensilajes con rechazo de zapallo y con rechazo de yuca

TRATAMIENTOS	pH	
	DÍA 1	DÍA 25
	*	**
a ₁ b ₁	6,08 a	4,01 a
a ₁ b ₂	6,08 a	4,01 a
a ₁ b ₃	6,08 a	4,06 b
a ₂ b ₁	5,93 b	4,08 b
a ₂ b ₂	5,93 b	4,11 bc
a ₂ b ₃	5,93 b	4,12 cd
TUKEY (0,05) DMS	0,07	0,04
CV %	0,01	0,01

Promedios con letras iguales en una misma columnas no presentan diferencia significativa según tukey ($p < 0,05$)

* Significativo

** Altamente significativo

En el día uno del proceso de fermentación hubo diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo los tratamientos que tenían semejanza en el tipo rechazo de materia prima compartieron la misma categoría, esto se debe porque

en el inicio todas las muestras fueron homogéneas y los microorganismos no realizaron un mayor cambio en las características de los productos ensilados.

El análisis estadístico revela que todos los tratamientos en el día 25 se encontraron en un rango menor a 4,15 considerándose un pH relativamente bajo o pH ácido. Mangado (2006) citado por Castillo *et al.* (2009) indica que, valores tan bajos, permiten inferir una dominancia en la producción de ácido láctico y una adecuada conservación del material.

El bajo nivel de pH se produce por la presencia del ácido láctico. Según Bragachini *et al.* (2008) el pH referente de acuerdo a la fermentación ácido láctica es de cuatro, encontrándose los datos presentados dentro del margen establecido.

Según Sánchez (2002) citado por Sánchez (2005), a pH igual o inferior a 5, las bacterias lácticas se constituyen en los microorganismos predominantes transformando azúcares en ácido láctico, cuyo nivel incrementa hasta inhibir el crecimiento microbial; a este nivel se considera que el forraje ha sido fermentado y su calidad se mantendrá estable mientras haya ausencia de oxígeno.

4.1.2. ACIDEZ TITULABLE

El parámetro de acidez fue evaluado con la finalidad de percibir la presencia de ácido láctico en los ensilajes; en el cuadro 4.2 se muestran los resultados del análisis estadístico (anexo 9-B).

En el día uno del proceso de fermentación hubo diferencia significativa entre los tratamientos sin embargo los tratamientos que tenían semejanza en el tipo rechazo de materia compartieron la misma categoría, esto se debe en el inicio todas las muestras fueron homogéneas y los microorganismos no realizaron un mayor cambio en las características de los productos ensilados puesto que el ambiente en el que se almacenaron aún no es óptimo para su desarrollo y producción de ácido láctico.

Cuadro 4. 2. Resultados de variación de acidez en los ensilajes con rechazo de zapallo y con rechazo de yuca

TRATAMIENTOS	ACIDEZ		
	DÍA 1	DÍA 12	DÍA 25
	*	**	**
a ₁ b ₁	4,81 a	5,92 b	5,45 ab
a ₁ b ₂	4,81 a	5,63 ab	5,36 ab
a ₁ b ₃	4,81 a	6,30 b	4,92 a
a ₂ b ₁	4,02 b	5,80 ab	6,51 c
a ₂ b ₂	4,02 b	5,13 a	6,24 c
a ₂ b ₃	4,02 b	7,42 c	5,81 bc
TUKEY (0,05) DMS	0,40	0,01	0,01
CV %	0,01	0,13	0,10

Promedios con letras iguales en una misma columnas no presentan diferencia significativa según tukey ($p < 0,05$)

* Significativo

** Altamente significativo

Los tratamientos con rechazo de zapallo mostraron una acidez de 4,81; mientras que, todos los tratamientos con rechazo de yuca revelaron una acidez de 4,02. A esta fase inicial del proceso de fermentación se le denomina «fase aeróbica» que, como indica Fernández (1999), citado por Arcila (2012) luego del picado y ensilado, las células del vegetal continúan respirando hasta que consumen todo el oxígeno del aire presente en la masa ensilada, simultáneamente, durante este proceso respiratorio se produce calor, agua y dióxido de carbono, el cual desplaza al oxígeno atrapado en el forraje ensilado, cuanto más rápido se elimine el oxígeno, generalmente en 4 a 6 horas de finalizado el ensilado, menor es la reducción de los carbohidratos solubles y la producción de calor; y menor es el tiempo que transcurre hasta que se generen las condiciones favorables para el desarrollo de los microorganismos anaeróbicos.

Los datos estadísticos obtenidos en la presente investigación muestran que hubo diferencia altamente significativa entre los tratamientos durante el día 12 y el día 25 del proceso de fermentación.

Se aprecia que entre los tratamientos con rechazo de zapallo, el que presentó más estabilidad de la acidez durante las evaluaciones realizadas los días 12 y 25 fue el

tratamiento a₁b₂ que se le incorporó el 2% de *Lactobacillus plantarum*; en contraste, el tratamiento a₁b₃ muestra menor estabilidad en las evaluaciones realizadas durante el mismo intervalo de tiempo.

En este mismo sentido para el caso de los tratamientos con rechazo de yuca se muestra que el tratamiento a₂b₁ con la dosis de 1% de microorganismo presentó un incremento constante y estabilidad en las evaluaciones realizadas los días 12 y 25; en contraste, el tratamiento a₂b₃ mostró un descenso en la acidez durante el mismo intervalo de tiempo.

La aplicación de *Lactobacillus plantarum*, utilizado como aditivo estimulante de la fermentación, permite que durante el proceso fermentativo del ensilaje se produzca ácido láctico. Según indica Muck (1996) citado por Sánchez (2005) los estimulantes incrementan la tasa y grado de fermentación y en ocasiones, el tipo de fermentación; los más utilizados son cultivos de bacterias ácido lácticas (también denominados inóculos), los cuales incrementan el número de microorganismos lácticos en la masa forrajera. La presencia de ácido láctico reflejado en la acidez está muy ligada a un pH relativamente bajo.

La conservación durante el proceso de ensilaje se realiza por la alta acidez obtenida (bajo pH) y por las condiciones anaeróbicas de la masa forrajera. (Rees, 1997 *et al.* Citado por Sánchez, 2005).

4.2. CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS

Las características bromatológicas fueron evaluadas después del día 25 del proceso de fermentación. En el cuadro 4.3 se muestran los resultados del análisis estadístico.

Cuadro 4. 3. Resultados de los análisis bromatológicos en los ensilajes con rechazo de zapallo y con rechazo de yuca

TRATAMIENTOS	VARIABLES						
	% HUMEDAD	% CENIZA	% FIBRA	% PROTEÍNA	% GRASA	% CARBOHIDRATO	% ENERGÍA TOTAL
	**	**	**	**	**	**	**
a ₁ b ₁	90,86 c	1,28 a	0,80 d	1,31 d	0,04 bc	5,71 a	284,5 a
a ₁ b ₂	90,36 c	1,34 ab	0,75 c	1,16 bc	0,04 ab	6,36 a	304,21 a
a ₁ b ₃	90,21 c	1,28 a	0,82 cd	1,17 c	0,03 a	6,52 a	309,92 a
a ₂ b ₁	79,06 b	1,59 c	0,46 a	1,08 ab	0,06 d	17,74 b	758,19 b
a ₂ b ₂	78,85 ab	1,48 bc	0,59 b	1,12 abc	0,05 cd	17,91 b	766,01 b
a ₂ b ₃	77,12 a	1,40 abc	0,49 a	1,06 a	0,04 bc	19,89 c	847,84 c
TUKEY (0,05) DMS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CV %	0,07	0,10	0,27	0,09	0,23	0,52	0,47

Promedios con letras iguales en una misma columna no presentan diferencia significativa según tukey ($p < 0,05$)

* significativo

** Altamente significativo

4.2.1. HUMEDAD

El parámetro de humedad fue evaluado después del día 25 del proceso de fermentación. El análisis estadístico (cuadro 4.3) muestra que el tratamiento que mostró mayor porcentaje de humedad fue el a₁b₁ = 90,86% y el tratamiento a₂b₃ = 77,12% el que presentó menor humedad (Anexo 10-A).

Los tratamientos que corresponden al ensilaje con rechazo de zapallo no presentaron diferencia significativa entre los niveles, manteniendo un porcentaje de humedad comprendido entre 90,21% y 90,86%, en este mismo sentido los tratamientos elaborados con rechazo de yuca presentaron diferencia significativa entre los niveles, manteniendo un porcentaje de humedad comprendido entre 77,12% y 79,06%.

Bragachini *et al.* (2008) indica que, el porcentaje de humedad del forraje, resulta esencial para asegurar que la fermentación se realice en forma correcta, además de facilitar la eliminación del oxígeno durante el proceso de llenado y compactado.

Los resultados expresan que todos tratamientos muestran un nivel superior a lo indicado por Lino (2014) la humedad es uno de los factores que debe tomarse en cuenta al momento de ensilar, se considera adecuada cuando en el forraje se ha reducido a un 60 – 70%, punto óptimo para ensilar sin agregar otros productos y evitar enmohecimiento del silo.

Garcés (2004) indica que, si el forraje ensilado posee niveles de humedad superiores al 70%, los aditivos aseguran que el nivel de azúcares solubles sea suficiente para realizar el proceso. Los niveles altos encontrados en esta investigación son una consecuencia de la cantidad de agua utilizada en la elaboración de los ensilajes.

Las diferencias entre los tipos de rechazo de materia prima se deben a la composición de cada una de ellas, por lo tanto el zapallo contiene mayor cantidad de agua y por eso el ensilaje presenta mayor humedad que el ensilaje con rechazo de yuca.

4.2.2. CENIZAS

El parámetro de cenizas fue evaluado después del día 25 del proceso de fermentación con la finalidad de conocer el contenido de cenizas (materia inorgánica) presente en los ensilajes; el análisis estadístico (cuadro 4.3) muestra los resultados son inferiores al 2% y difieren con lo sostenido por Berndt (2002) en una investigación sobre la composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur, donde se indica que, los valores promedio de cenizas totales para los distintos ensilajes fueron todos inferiores a 10% (anexo 10-B).

Los datos del análisis estadístico también difieren con los resultados de la investigación realizada por Ayala *et al.* (2006) para evaluar el valor nutritivo del ensilaje de pasto (el más utilizado comúnmente) donde se encontró un porcentaje de cenizas de 5,57%.

Los valores encontrados en la presente investigación se catalogan como bajos, en este sentido se debe recalcar que el porcentaje de cenizas es equivalente a la cantidad de materia inorgánica presente en el producto y según lo que indica Chaverra y Bernal (2000) citado por Castillo *et al.* (2009), contenidos mayores a 12% de Ceniza, son asociados a contaminación con suelo durante la cosecha o elaboración del ensilaje, lo que según Castillo *et al.* (2009) favorece la presencia de fermentaciones secundarias y reducción del consumo.

La presencia de porcentaje de ceniza elevado se refiere a la cantidad de materia inorgánica incorporada en un producto, esto puede estar comprendido por minerales y otras sustancias extrañas que son contraproducentes en la alimentación animal. En el trabajo actual se presenta un bajo contenido de cenizas o materia inorgánica, esto por la forma y cuidado de cada detalle con que se realizó el lavado y esterilizado de la materia prima utilizada para los ensilajes.

4.2.3. FIBRA

La variable fibra fue evaluada después del día 25 del proceso de fermentación con el fin de conocer la cantidad de este componente presente en los ensilajes. El análisis estadístico (cuadro 4.3) muestra que hubo diferencia altamente significativa sin embargo ninguno de los tratamientos supera el 1% de fibra siendo el $a_1b_3 = 0,81\%$ aquel que presentó mayor porcentaje de fibra y el tratamiento que presentó menor contenido de fibra fue $a_2b_1 = 0,46\%$ (anexo 10-C).

En los ensilajes con rechazo de zapallo el tratamiento $a_1b_3 = 0,81\%$ el que contienen mayor porcentaje de fibra y el tratamiento $a_1b_2 = 0,75\%$ el que presenta menor porcentaje de fibra. En los ensilajes con rechazo de yuca el tratamiento $a_2b_2 = 0,59\%$ el tratamiento que presenta mayor cantidad de fibra y el tratamiento $a_2b_1 = 0,46\%$ el tratamiento que presenta menor porcentaje de fibra.

Los datos del análisis estadístico son sumamente inferiores al valor obtenido por Ayala *et al.* (2006) en una investigación realizada para evaluar el valor nutritivo del ensilaje de pasto donde se encontró un porcentaje de 38.80%; pero son similares a los que presenta Spanopoulos (2010) que encontró hasta 0,65% en la elaboración de un ensilaje biológico.

4.2.4. PROTEÍNA

Esta variable fue evaluada después del día 25 del proceso de fermentación con la finalidad de conocer la cantidad de proteína presente en los ensilajes; el análisis estadístico (cuadro 4.3) muestra que hubo diferencia altamente significativa sin embargo los tratamientos no difieren en gran porcentaje entre sí; el tratamiento que presentó mayor porcentaje de proteína fue el $a_2b_3 = 1,06\%$ y el tratamiento que presentó menor porcentaje de este componente fue el $a_1b_1 = 1,31\%$ (anexo 10-D).

El tratamiento que reveló mayor índice de proteína en el ensilaje con rechazo de zapallo fue el $a_1b_1 = 1,31\%$ y el que presentó el menor índice de proteína en el ensilaje con el mismo tipo de rechazo fue el tratamiento $a_1b_3 = 1,17\%$. Del mismo modo en los ensilajes con rechazo de yuca el tratamiento que presentó mayor contenido de proteína fue el $a_2b_2 = 1,12\%$ y el tratamiento que presentó menor índice de proteína con el mismo tipo de rechazo fue el $a_2b_3 = 1,06\%$.

Los datos que se muestran en el presente trabajo son inferiores a el valor obtenido por Ayala *et al.* (2006) en una investigación realizada para evaluar el valor nutritivo del ensilaje de pasto donde se encontró un porcentaje de 5,03% de proteína; también son inferiores a los que presenta Spanopoulos (2010) que encontró hasta 14,92% en la elaboración de un ensilaje biológico.

4.2.5. GRASA

La variable grasa fue evaluada después del día 25 del proceso de fermentación; en los resultados del análisis estadístico (cuadro 4.3), el índice de grasa encontrado en los tratamientos con rechazo de zapallo no supera el 0,05%; similares valores mostraron los tratamientos que contienen rechazo de yuca que ninguno supera el 0,06% de grasa (anexo 10-E).

Los resultados del presente trabajo difieren de los encontrados por Mojeda *et al.* (2000) citado por Marín *et al.* (2013) que en una investigación realizada con ensilaje de yuca promedió el porcentaje de grasas en 2,0%; los datos de la presente investigación también difieren con los encontrados por Fernández (2011) en un trabajo realizado con ensilaje biológico en donde se encontró un porcentaje de hasta 6,93%; sin embargo Solórzano (2005) indica que en esta etapa (de engorde) el cerdo por sus características propias comienza a depositar grasa en la carne, el alimento de engorde, debe estar formulado para que este efecto sea reducido.

En este apartado también se hace referencia que el porcentaje de grasa presente en los ensilajes con rechazo de zapallo y rechazo de yuca está plenamente ligado a la composición de la materia prima utilizada y a la formulación de los ensilajes.

4.2.6. CARBOHIDRATO

La variable carbohidratos fue evaluada después del día 25 del proceso de fermentación con el fin de conocer el porcentaje de este componente presente en los ensilajes; el análisis estadístico (cuadro 4.3) muestra que hubo diferencia altamente significativa y que el tratamiento con mayor índice de carbohidratos fue el $a_2b_3 = 19,89\%$ y el tratamiento con menor índice de carbohidratos fue el $a_1b_1 = 5,71\%$ (anexo 10-F).

El tratamiento que reveló mayor índice de carbohidratos en los ensilajes con rechazo de zapallo fue el $a_1b_3 = 6,52\%$ y el tratamiento que presentó el menor índice de carbohidratos con el mismo tipo rechazo fue el tratamiento $a_1b_1 = 5,71\%$. En los ensilajes con rechazo de yuca el tratamiento que presentó mayor contenido de carbohidratos fue el $a_2b_3 = 19,89\%$ y el tratamiento que presentó el menor índice de este componente fue el $a_2b_1 = 17,74\%$

En este sentido los tratamientos difieren dependiendo de la materia prima utilizada esto quiere decir que los tratamientos con rechazo de yuca presentan mayor índice de carbohidratos en comparación a los de rechazo de zapallo, relacionado plenamente a la composición de las materias primas. La secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación de México recomienda que el contenido de carbohidratos debe estar entre 8% a 12%. Williams (1979) citado por Martínez *et al.* (2008) indica que el ensilaje debe obtener entre 5% a 8% de carbohidratos.

4.2.7. ENERGÍA TOTAL

La variable de energía total fue evaluada después del día 25 del proceso de fermentación con el fin de conocer la cantidad de este componente presente en los ensilajes; el análisis estadístico (cuadro 4.3) muestra que el tratamiento que presentó mayor contenido energía total fue el $a_2b_3 = 841,84$ kcal/kg y el tratamiento que presentó menor contenido de energía total fue el $a_1b_1 = 284,50$ kcal/kg (anexos 10-G).

El tratamiento que reveló mayor índice de energía en el ensilaje con rechazo de zapallo fue el $a_1b_2 = 304,21$ kcal/kg y el tratamiento que presentó el menor índice de energía en el ensilaje con el mismo tipo de rechazo fue el tratamiento $a_1b_1 = 284,50$ kcal/kg. En los ensilajes con rechazo de yuca el tratamiento que presentó

mayor índice de energía fue el $a_2b_3 = 841,84$ kcal/kg y el tratamiento que presentó el menor índice de este componente fue el $a_2b_1 = 758,19$ kcal/kg.

Los tratamientos difieren dependiendo del rechazo de materia prima utilizado, esto quiere decir que los tratamientos con rechazo de yuca presentan mayor índice de energía en comparación a los de rechazo de zapallo, relacionado plenamente a la composición de las materias primas.

Los resultados del presente trabajo son inferiores a los que muestra Berndt (2002) en una investigación para evaluar la composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur, en donde encontró hasta 2160 kcal/kg; también son inferiores a los que presenta Llanes *et al.* (2007) que encontró hasta 2510 kcal/kg.

4.2.7. ÁCIDO CIANHÍDRICO

Esta variable fue evaluada después de los 25 días del proceso de fermentación con el objetivo de conocer la cantidad de sustancia anti nutricional presente en los ensilajes con rechazo de yuca. La unidad en la que se expresan los datos es mg/HCN/100g y los datos se presentan en el gráfico 4.1.

Los resultados que arrojó el análisis estadístico en la presente investigación muestran que el tratamiento con mayor cantidad de ácido cianhídrico presente en los ensilajes con rechazo de yuca es el $a_2b_2 = 0,82$ mg/HCN/100 g y el tratamiento que presentó menor índice de ácido cianhídrico fue el $a_2b_3 = 0,73$ mg/HCN/100 g.

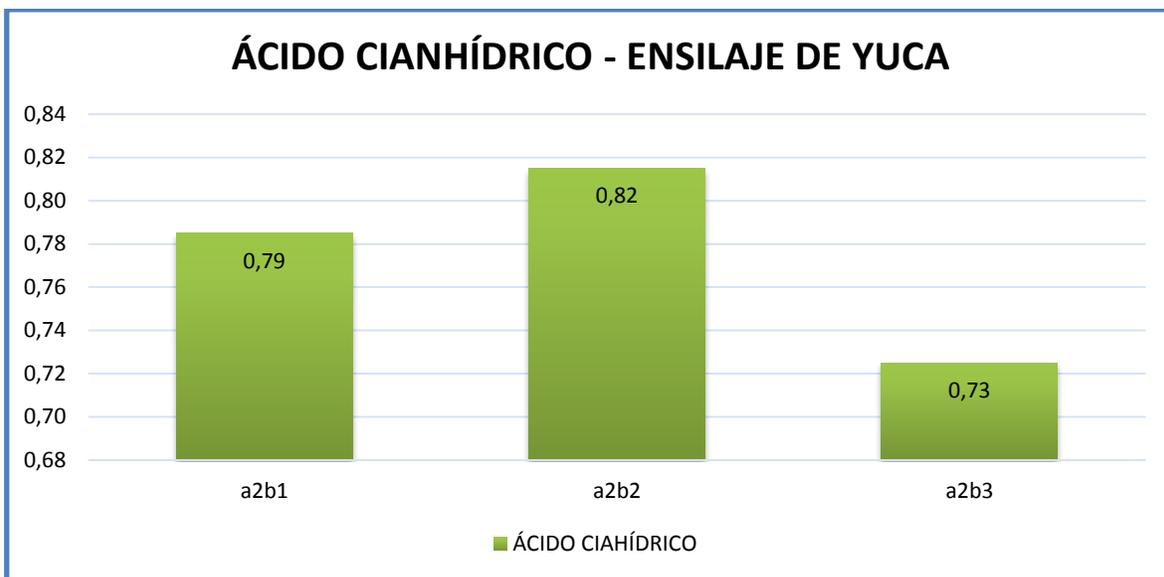


Gráfico 4. 1. Variación de ácido cianhídrico en el ensilaje con subproducto de yuca.

En este sentido cabe citar lo que indica Uset (2009), cuando se elaboran alimentos para animales con productos derivados de mandioca (yuca) cuyo contenido en ácido cianhídrico es alto, los animales disminuyen drásticamente el consumo, afectando su peso y su rendimiento, entre otros efectos; mediante el procesamiento de la materia prima se elimina o disminuye en gran parte el principio tóxico, ácido cianhídrico, que contienen hojas y raíces, en la actualidad el aprovechamiento integral de la mandioca no se ha desarrollado suficientemente en el país; la raíz, rica en carbohidratos y la parte aérea, rica en proteína, pueden ser utilizadas en forma fresca, deshidratadas o ensiladas.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La dosis del 2% de *Lactobacillus plantarum* presentó las mejores condiciones para el proceso fermentativo en los ensilajes con rechazo de zapallo y rechazo de yuca, esto está dado según los niveles de pH y acidez presentes en los tratamientos.
- Todos los tratamientos de ensilaje con rechazo de yuca cumplieron con un índice mínimo permitido de ácido cianhídrico, por lo cual todos son aptos para el consumo animal, sin embargo con el 3% *Lactobacillus plantarum* presentó los niveles más bajos.
- Con la utilización de las diferentes dosis de *Lactobacillus plantarum* los tratamientos presentaron las condiciones óptimas de fermentación, mostrado en el nivel de pH que osciló entre 4,01 y 4,12 reafirmando la acción de los microorganismos que al producir ácido láctico lograron elevar el nivel de acidez en cada una de las unidades experimentales.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es de gran importancia realizar posteriores investigaciones en donde se apliquen nuevas dosis de microorganismo, utilizando rechazo de otras materias primas que también son producidas en la zona norte de Manabí y además aplicando otras formulaciones que permitan acercar más a los rangos bromatológicos.
- Se debe implementar una planta procesadora de alimentos ensilados con el fin de aprovechar de manera factible otros rechazo y así contribuir al desarrollo agroindustrial y agropecuario de la región y el país.
- Se establezcan normativas que muestren las características físicas, químicas y organolépticas de ensilajes con diversos rechazos y así contribuir a nuevas investigaciones en el medio.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, E. 2002. Cultivo De La Yuca (*Manihot esculenta Crantz*). (En línea). Consultado 4 de Feb. De 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://www.cadenahortofruticola.org/>
- Alba, F. s.f. Pastos y Forrajes. (En línea), EC. Consultado 4 de Feb. De 2015. Formato PDF. Disponible en: www.agronomicosalesianopaute.edu.ec
- Almaguel, R; Piloto, J; Cruz, E; Mederos. C; Ly, J. 2011. Utilización Del Ensilaje Artesanal De Yuca Como Fuente Energética En Dietas Para Cerdos De Engorde. Habana, CU. Revista Livestock Research for Rural Development. Vol. 23. p 1-5.
- Araya, M; Boschini, C. 2005. Producción De Forraje Y Calidad Nutricional De Variedades De *Pennisetum Purpureum* En La Meseta Central De Costa Rica. Ciudad de Alajuela-Alajuela, CR. Revista Agronomía Mesoamericana. Vol. 16. p 37-43.
- Arcila, J. 2012. Producción De Silo De Maíz En San Pedro De Los Milagros Para Suplementacion Bovina. Tesis Adm. De Empresas Agropecuarias. Universidad de La Salle. Bogotá, CO. p 26.
- Astorquizaga, R. 2009. Cultivo de zapallo (*Cucurbita sp*) en el Noroeste de Chubut. (En línea). AR. Consultado 4 de Feb. De 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://inta.gob.ar/>
- Ayala, R; Ardy, C; Chongo, B; Piedra, R; Pierruguez, R. 2006. Valor Nutritivo Del Ensilado De Pastos Tropicales III. Fermentación Ruminal En Carneros

- Alimentados Con Ensilado Sólo Osuplementado Con Energía y/o Proteína. Bayamo, CU. Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. 7. p 1-6.
- Berndt, S. 2002. Composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur. Tesis. Lic. en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia, CL. p 51.
- Boschini, C; Pineda, L; Chacón, P. 2014. Evaluación Del Ensilaje Del Pasto Ratana (*Ischaemum Indicum Houtt.*) Con Tres Diferentes Aditivos. Ciudad Alajuela-Alajuela, CR. Revista Agronomía Mesoamericana. Vol. 25, p 297-311.
- Bragachini, M; Cattani, P; Gallardo, M; Pieretti, J. 2008. Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. Manual Técnico No. 1. Córdoba. Argentina. p 108.
- Caicedo, Q; Rodríguez, B; Valle, R. 2013. Una Reseña Sobre El Uso De Tubérculos De Papa China Colocasia Esculenta Conservados En Forma De Ensilaje Para Alimentar Cerdos. Bayamo-Granma, CU. Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. 15. p 1-10.
- Castillo, M; Rojas, A; Ruiz, S; WingChing, R. 2009. Valor Nutricional Del Ensilaje De Maíz Cultivado En Asocio Con Vigna (*Vigna Radiata*). San José-San José, CR. Revista Agronomía Costarricense. Vol. 33. p 133-146.
- Corzo, M; Ventura M; Roman, R; Trompíz, J; Gonzáles, D; Padrón, S. 2004. Efecto De Diferentes Niveles De Restricción De Alimento Balanceado Sobre El Consumo De Auyama (*Cucurbita Maxima*) Y El Comportamiento Productivo En Cerdos En La Etapa De Engorde. Maracaibo-Zulia, VE. Revista Científica FCV-LUZ. Vol 14. p 419-423.

- Cuello, F. 2006. Elaboración De Nuevas Recetas Gastronómicas A Base De Arveja Y Zapallo Y Su Nivel De Aceptación En Los Jóvenes De 15 A 24 Años Del Cantón Rumiñahui. Tesis Adm. Gastronómico. Quito, EC. p 11.
- Fernández, A; Tabera, A; Agüeria, D; Sanzano, P; Grosman, F; Manca, E. 2011. Obtención, Caracterización Microbiológica Y Físicoquímica De Ensilado Biológico De Carpa (*Cyprinus carpio*). Ciudad de Buenos Aires-Buenos Aires, AR. Revista REDVET. Vol 12. p 1-15.
- Gamarra, J. 2013. Manejo y Conservación de Avena Forrajera. (En Línea). PE. Consultado, 07 de Ene. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.agrobanco.com.pe>
- Garay, K; Medrano, A; Naranjo, S. 2010. Proyecto De Producción Y Comercialización De Harina De Zapallo Enriquecida Con Quinoa. Tesis Ing. Comercial y Empresarial. ESPOL. Guayaquil-Guayas, EC. p 4.
- Garcés, A; Berrio, L; Ruiz, S; Serna, J; Builes, A. 2004. Ensilaje Como Fuente De Alimentación Para El Ganado. Caldas-Antioquia, CO. Revista Lasallista de Investigación. Vol. 1. p 66-71.
- INEN (Instituto Ecuatoriano De Normalización). s.f. Norma Técnica Ecuatoriana 1643 Obligatoria Para Alimentos Zootécnicos. Definiciones Y Clasificación. (En Línea), EC. Consultado, 11 de Ene. 2015. Formato PDF. Disponible en <https://law.resource.org>
- Lino, A. 2014. Ensilaje En Bolsas. (En línea). MX. Consultado 20 de Oct. De 2015. Formato PDF. Disponible en <https://padrecitozesati.files.wordpress.com>
- Llanes, J; Toledo, J; Fernandez, I; Lazo, J. 2007. Evaluación De Los Desechos De Pescado Frescos Y Ensilados En La Alimentación De Híbridos De *Clarias*

gariepinus X *C. macrocephalus*. La Habana-La Habana, CU. Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. 7. p 1-6.

Lovato, E. 2010. Prefactibilidad Técnica-Económica Para La Instalación De Una Planta Procesadora Del Chontaduro, Plátano Y Yuca Producidos En El Cantón Tiwintza. Tesis Ing. Agroindustrial. EPN. Quito-Pichincha, EC. p 2.

Marín, A; Miranda, J; González, M. 2013. Ensilaje De Yuca (*Manihot Esculenta Crantz*) Con Caupí (*Vigna Unguiculata*) Para La Alimentación Porcina. Santa Clara-Villa Clara, CU. Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. 14. p 1-12.

Martín, P. 2004. La Melaza En La Alimentación Del Ganado Vacuno. Colima-Colima, MX. Revista Avances en Investigación Agropecuaria. Vol. 8, p 1-13.

Martínez, A; Mendoza, G; González, S; Gómez, A; Estrada, M; De La Cruz, E; Cruz, A; Brito, N; Pinos, J. 2008. Evaluación In Vitro De Un Ensilado De Estiércol, Rastrojo De Maíz Y Melaza. Tabasco, MX. Revista Universidad y Ciencia. Vol. 24. p 247-250.

Mejía, M. 2002. Fisiología De La Yuca (*Manihot esculenta Crantz*). Cultivo De La Yuca En El Tercer Milenio: Sistemas Modernos De Producción, Procesamiento, Utilización Y Comercialización. Revista de Administración Tributaria. p 34-45.

Mojena, M; Bertolí, M. 2004. Rendimiento En La Yuca (*Manihot Esculenta*) En Diferentes Arreglos Espaciales. La Habana-La Habana, CU. Revista Agronomía Costarricense. Vol. 28. p 87-94.

Ocanto, G; Acevedo, I y García, O. 2014. Evaluación De Las Características Físicoquímicas Y Funcionales Del Ensilaje De Maíz (*Zea Mays*) Y Ensilaje

De Sorgo (*Sorghum Vulgare*). Municipio Urdaneta Del Estado Lara-VE. Urdaneta-Lara, VE. Revista ASA. Vol. 1. p 110-129.

Patiño, R; Romero, A; Pérez, J; Rivero, S; Salcedo, Érica; Suarez, E. 2013. Calidad Y Aceptabilidad Del Ensilaje De Hoja De Yuca Adicionado Con Niveles Crecientes De Tuza De Maíz. Sucre, CO. Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. 14. p 1-5.

Pazmiño, A; Zambrano, R. 2013. Efecto De La Esterilización Y La Mezcla De Zapallo Naranja Sobre Las Propiedades Bromatológicas, Físico-Químicas Y Vida Útil De Una Compota. Tesis Ing. Agroindustrial. ESPAM MFL. Calceta-Manabí, EC. p 5

Pérez, C; Yépez, A. 2011. Suplementacion Con Yuca Y Follaje De Yuca (*Manihot Esculenta crantz*) En Ganado Doble Propósito En Epoca De Verano. Tesis Zootecnista. Universidad de La Salle. Bogotá, CO. p 26.

Pineda, D. 2012. Usos Alternativos Gastronómicos Del Zapallo En La Elaboración De Sopas Y Cremas. Tesina Tec. En Gastronomía. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Imbabura, EC. p 50.

Queiroz, O. 2014. Aditivos Bacterianos Para Silajes. (En Línea). Consultado, 11 de Ene. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://inta.gob.ar>

Romero, O. s.f. Conservación de Forrajes. (En Línea). CL. Consultado, 11 de Ene. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www2.inia.cl>

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 Ene. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx>

Salazar, M. 2008. Desarrollo De Una Compota De Zapallo Con Harina De Maíz Tostado Y Estudio De Su Tratamiento Térmico. Tesis Ing. en Alimentos. ESPOL. Guayaquil-Guayas, EC. p 4.

_____, M. 2011. Elaboración Y Control De Calidad De Yogurt Con Zapallo Endulzado Con Stevia Para Pacientes Diabéticas. Tesis Bioquímico Farmacéutico. ESPOCH. Riobamba-Chimborazo, EC. p 33.

Samaniego, L; Sosa, M. 2002. *Lactobacillus spp.*: Importantes Promotores De Actividad Probiótica, Antimicrobiana Y Bioconservadora. (En Línea). Consultado, 05 de mar. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.bibliociencias.cu/>

Sánchez, L. 2005. Estrategias Modernas Para La Conservación De Forrajes En Sistemas De Producción Bovina Tropical. Barbosa-Santander, CO. Revista Corpoica. Vol. 6. p 69-80.

Silveira, E; Franco, R. 2006. Conservación de forrajes: primera parte. Santa Clara-Villa Clara, CU. Revista REDVET. Vol. 11. p 1-24.

Solórzano, R. 2005. Información Técnica Para el Avicultor. Alimentación Básica del Cerdo. Boletín Informativo. (En Línea). EC. Consultado, 07 de Ene. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://www.edifarm.com.ec/>

Spanopoulos, M; Ponce, J; Barba, G; Ruelas, J; Tiznado, M; Hernández, C; Shirai, K. 2010. Producción De Ensilados Biológicos A Partir De Desechos De Pescado, Del Ahumado De Atún Aleta Amarilla (*Thunnus Albacares*) Y Del Fileteado De Tilapia (*Oreochromis Sp*), Para La Alimentación De Especies Acuícolas. Distrito Federal-México, MX. Revista Mexicana de Ingeniería Química. Vol. 9, p 167-178.

- Tobar, D; Vallejo, F; Baena, D. 2010. Evaluación De Familias De Zapallo (*Cucurbita Moschata Duch*) Seleccionadas Por Mayor Contenido De Materia Seca En El Fruto Y Otras Características Agronómicas. Palmira-Valle Del Cauca, CO. Revista Acta Agronómica. Vol. 59. p 65-72.
- Urdaneta, J; y Borgues, A. 2011. Características Organolépticas, Fermentativas Y Nutricionales De Silajes Mixtos De *Pennisetum Spp. Hybridum*. San Felipe-Yaracuy, VE. Revista Mundo Pecuário. Vol. 7. p 58-63.
- Uset, O. 2009. Utilización De Raíces Y Parte Aérea De Mandioca En La Alimentación Animal. (En línea). Consultado 20 de Oct. De 2015. Formato PDF. Disponible en: <http://inta.gob.ar/>
- Wattiaux, s.f. Introducción al Proceso de Ensilaje. (En Línea). US. Consultado, 07 de Ene. 2015. Formato PDF. Disponible en <http://datateca.unad.edu.co/>
- WingChing, R; Rojas, A. 2009. Composición Nutricional Y Características Fermentativas Del Ensilaje De Maní Forrajero. San José-San José, CR. Revista Agronomía Costarricense. Vol. 30. p 87-100.

ANEXOS

ANEXO Nº 1

**RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA COMPRENDIDA DE
RECHAZO DE ZAPALLO Y RECHAZO DE YUCA PARA LA
ELABORACIÓN DE LOS ENSILAJES**



Foto a. Materia prima (rechazo yuca)



Foto b. Materia prima (rechazo de zapallo)

ANEXO Nº 2

**NEUTRALIZADO DE LA MATERIA PRIMA COMPRENDIDA
DE RECHAZO DE ZAPALLO Y RECHAZO DE YUCA.
RFEALIZADO CON HIPOCLORITO DE SODIO 500 PPM**



Foto c. Neutralizado de la materia prima (rechazo yuca)



Foto d. . Neutralizado de la materia prima (rechazo de zapallo)

ANEXO N° 3

**RALLADO DE LA MATERIA PRIMA COMPRENDIDA DE
RECHAZO DE ZAPALLO Y RECHAZO DE YUCA.**



Foto e. Troceado de la materia prima (rechazo yuca)



Foto f. . Rallado de la materia prima (rechazo de zapallo)

ANEXO N° 4

**PESADO Y HOMOGENIZADO DE LOS COMPONENTES DE
LOS ENSILAJES: MATERIA PRIMA COMPRENDIDA DE
RECHAZO DE ZAPALLO Y RECHAZO DE YUCA, MELAZA
Y AGUA.**



Foto g. Pesado de los insumos



Foto h. Homogenizado de la materia prima (rechazo de zapallo)

ANEXO Nº 5
INOCULADO DE LAS SEPAS DE *Lactobacillus plantarum*
A LA MEZCLA HOMOGÉNEA.



Foto i. Sepas de microorganismos



Foto j. Agregado de las sepas de microorganismos a la mezcla homogénea

ANEXO Nº 6
ALMACENAMIENTO DE LOS ENSILAJES CON RECHAZO
DE ZAPALLO Y RECHAZO DE YUCA



Foto k. Almacenamiento de los ensilajes con rechazo de zapallo



Foto l. Almacenamiento de los ensilajes con rechazo de yuca

ANEXO Nº 7

EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:
ANÁLISIS DE ACIDEZ A LOS TRATAMIENTOS



Foto m. Analisis de acidez a los tratamientos



Foto n. Análisis de pH a los tratamientos



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

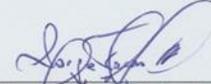
LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL

SEÑORES ESTUDIANTES:	JOSÉ GREGORIO VARELA MUÑOZ THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	26/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	29/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	20 MUESTRAS DE ENSILAJE NDE YUCA Y ZAPALLO
EXAMENES SOLICITADO:	ACIDEZ

ACIDEZ: MÉTODO VOLUMÉTRICO		
MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	RÉPLICAS	UNIDADES (%)
a1b1	R1	4,81
	R2	4,81
	R3	4,81
a1b2	R1	4,81
	R2	4,81
	R3	4,81
a1b3	R1	4,81
	R2	4,81
	R3	4,81
a2b1	R1	4,02
	R2	4,02
	R3	4,02
a2b2	R1	4,02
	R2	4,02
	R3	4,02
a2b3	R1	4,02
	R2	4,02
	R3	4,02
Testigo 1	R1	4,81
	R2	4,81
	R3	4,81
Testigo 2	R1	4,02
	R2	4,02
	R3	4,02

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE MANABÍ
LABORATORIO DE QUÍMICA
JEFA
ESPAM


Lic. Cruz Pinzote Zambrano
JEFE E LABORATORIO


Ing. Jorge Teca Delgado
ANALISTA



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL

SEÑORES ESTUDIANTES:	JOSÉ GREGORIO VARELA MUÑOZ THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	12/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	15/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	20 MUESTRAS DE ENSILAJE NDE YUCA Y ZAPALLO
EXÁMENES SOLICITADO:	ACIDEZ

ACIDEZ: MÉTODO VOLUMÉTRICO		
MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	RÉPLICAS	UNIDADES (%)
a1b1	R1	5,54
	R2	5,36
	R3	5,45
a1b2	R1	5,01
	R2	5,28
	R3	5,80
a1b3	R1	4,57
	R2	5,10
	R3	5,10
a2b1	R1	6,16
	R2	6,77
	R3	6,59
a2b2	R1	6,24
	R2	6,16
	R3	6,33
a2b3	R1	5,72
	R2	5,98
	R3	5,72
Testigo 1	R1	5,89
	R2	5,80
	R3	5,98
Testigo 2	R1	5,36
	R2	5,45
	R3	5,28

ESPAÑA - JINICA 91
ESPAM


Lic. Cruz Pinarigote Zambrano
JEFE E LABORATORIO


Ing. Jorge Teca Delgado
ANALISTA



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL

SEÑORES ESTUDIANTES:	JOSÉ GREGORIO VARELA MUÑOZ THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	1/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	2/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	20 MUESTRAS DE ENSILAJE NDE YUCA Y ZAPALLO
EXAMENES SOLICITADO:	ACIDEZ

ACIDEZ: MÉTODO VOLUMÉTRICO		
MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	RÉPLICAS	UNIDADES (%)
a1b1	R1	5,89
	R2	5,89
	R3	5,98
a1b2	R1	5,28
	R2	5,54
	R3	6,07
a1b3	R1	6,59
	R2	6,16
	R3	6,16
a2b1	R1	5,45
	R2	6,07
	R3	5,89
a2b2	R1	5,10
	R2	5,19
	R3	5,10
a2b3	R1	7,30
	R2	7,65
	R3	7,30
Testigo 1	R1	5,72
	R2	5,63
	R3	5,72
Testigo 2	R1	5,54
	R2	5,63
	R3	5,80

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
- JEFE -
ESPAM

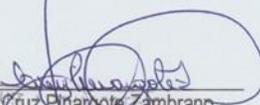

Lic. Cruz Pinargote Zambrano
JEFE LABORATORIO

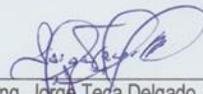

Ing. Jorge Teca Delgado
ANALISTA

 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL	
SEÑORES ESTUDIANTES:	JOSÉ GREGORIO VARELA MUÑOZ THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	12/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	15/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	20 MUESTRAS DE ENSILAJE NDE YUCA Y ZAPALLO
EXAMENES SOLICITADO:	pH

pH: MÉTODO POTENCIOMÉTRICO		
MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	RÉPLICAS	UNIDADES (%)
a1b1	R1	6,08
	R2	6,08
	R3	6,08
a1b2	R1	6,08
	R2	6,08
	R3	6,08
a1b3	R1	6,08
	R2	6,08
	R3	6,08
a2b1	R1	5,93
	R2	5,93
	R3	5,93
a2b2	R1	5,93
	R2	5,93
	R3	5,93
a2b3	R1	5,93
	R2	5,93
	R3	5,93
Testigo 1	R1	6,08
	R2	6,08
	R3	6,08
Testigo 2	R1	5,93
	R2	5,93
	R3	5,93

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí
 Facultad de Ingeniería
 JEFE LABORATORIO DE QUÍMICA
 ESPAN


 Lic. Cruz Margarita Zambrano
 JEFE LABORATORIO


 Ing. Jorge Teca Delgado
 ANALISTA



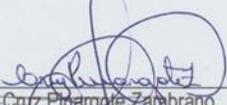
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL

SEÑORES ESTUDIANTES:	JOSÉ GREGORIO VARELA MUÑOZ THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	12/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	15/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	20 MUESTRAS DE ENSILAJE NDE YUCA Y ZAPALLO
EXAMENES SOLICITADO:	pH

pH: MÉTODO POTENCIOMÉTRICO		
MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	RÉPLICAS	UNIDADES (%)
a1b1	R1	4,01
	R2	4,01
	R3	4,01
a1b2	R1	4,02
	R2	4,00
	R3	4,01
a1b3	R1	4,05
	R2	4,07
	R3	4,05
a2b1	R1	4,05
	R2	4,10
	R3	4,09
a2b2	R1	4,10
	R2	4,10
	R3	4,13
a2b3	R1	4,12
	R2	4,12
	R3	4,12
Testigo 1	R1	3,99
	R2	3,94
	R3	4,00
Testigo 2	R1	4,07
	R2	4,12
	R3	4,09

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE MANABÍ
LABORATORIO DE QUÍMICA
JEFA-
ESPAM


Lic. Cruz Pharoque Zambrano
JEFE E LABORATORIO


Ing. Jorge Teca Delgado
ANALISTA

ANEXO Nº 8

EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS

BROMATOLÓGICAS: ANÁLISIS DE HUMEDAD, CENIZAS,

PROTEÍNAS, FIBRAS, GRASAS, CARBOHIDRATOS Y

ENERGÍA TOTAL Y ÁCIDO CIANHÍDRICO



Foto o. Trtamientos listos para los diferentes análisis



Foto p. Pesado de la muestra.



Foto q. Registro de datos.



Foto r. Muestras para ingresar a la estufa.



Foto s. Ingreso de las muestras a la estufa.

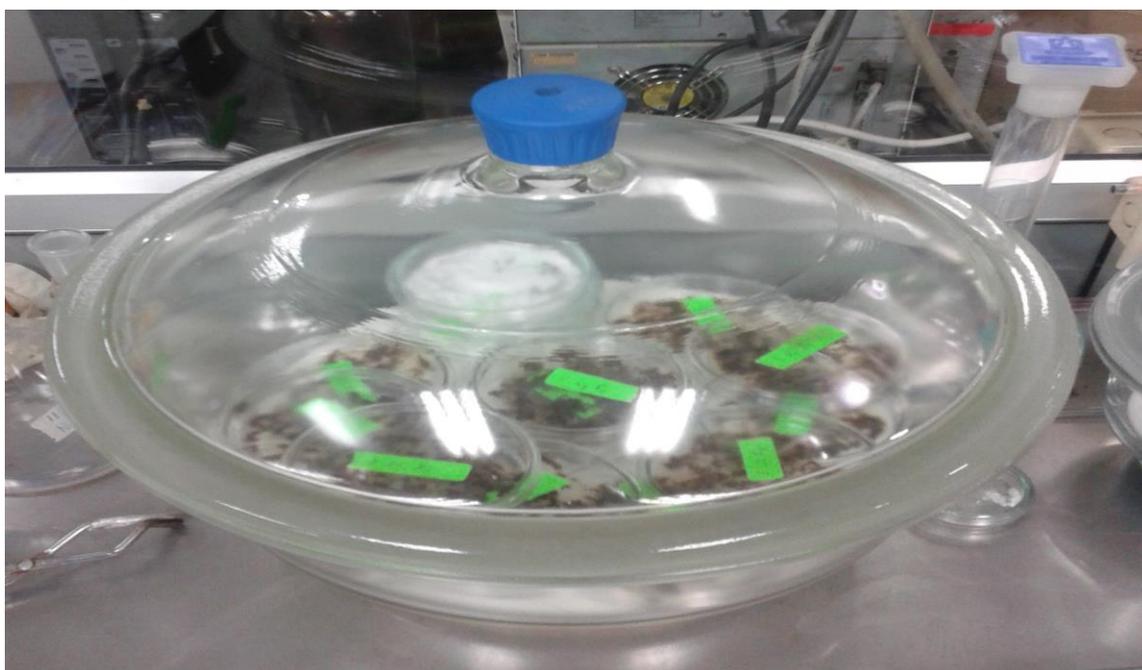


Foto t. Muestras en el análisis de humedad



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL

SEÑORES ESTUDIANTES:	JOSÉ GREGORIO VARELA MUÑOZ THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	15/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	26/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	20 MUESTRAS DE ENSILAJE NDE YUCA Y ZAPALLO
EXAMENES SOLICITADO:	HUMEDAD

HUMEDAD: METODOLOGÍA INEN 464. DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO

MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	RÉPLICAS	UNIDADES (%)
a1b1	R1	90,71
	R2	90,98
	R3	90,47
a1b2	R1	90,53
	R2	90,07
	R3	90,11
a1b3	R1	90,23
	R2	90,29
	R3	78,83
a2b1	R1	79,58
	R2	78,78
	R3	79,95
a2b2	R1	78,85
	R2	77,74
	R3	76,20
a2b3	R1	76,87
	R2	78,28
	R3	91,27
Testigo 1	R1	91,29
	R2	91,34
	R3	79,93
Testigo 2	R1	79,64
	R2	77,53
	R3	90,71

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí
Manuel Félix López
JEFE LABORATORIO QUÍMICA
ESPAM

Lic. Cruz Pinares Zambrano
JEFE LABORATORIO

Ing. Jorge Vaca Delgado
ANALISTA



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

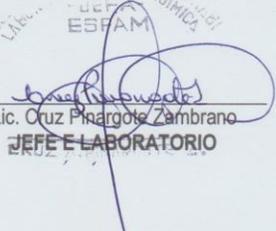
LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL

SEÑORES ESTUDIANTES:	JOSÉ GREGORIO VARELA MUÑOZ THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	15/06/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	26/06/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	20 MUESTRAS DE ENSILAJE NDE YUCA Y ZAPALLO
EXAMENES SOLICITADO:	CENIZA

CENIZA: METODOLOGÍA INEN 467. DETERMINACIÓN DE LA CENIZA

MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	RÉPLICAS	UNIDADES (%)
a1b1	R1	1,21
	R2	1,32
	R3	1,31
a1b2	R1	1,38
	R2	1,31
	R3	1,32
a1b3	R1	1,19
	R2	1,24
	R3	1,40
a2b1	R1	1,59
	R2	1,64
	R3	1,55
a2b2	R1	1,48
	R2	1,45
	R3	1,51
a2b3	R1	1,43
	R2	1,49
	R3	1,28
Testigo 1	R1	1,28
	R2	1,24
	R3	1,25
Testigo 2	R1	1,45
	R2	1,46
	R3	1,41

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí
Laboratorio de Química
ESPAM


Lic. Cruz Pinargote Zambrano
JEFE DE LABORATORIO


Ing. Jorge Teca Delgado
ANALISTA

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI ESPAM "MFL"		No. 1242 CÓDIGO: F-G-SGC-007 REVISIÓN: 0 FECHA: 22/9/2003 CLÁUSULA: 4.6 PAGINA 1 DE 1										
	INFORME DE RESULTADOS												
	NOMBRE DEL CLIENTE:		JOSE GREGORIO VARELA MUÑOZ – THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO										
	SOLICITADO POR:		JOSE GREGORIO VARELA MUÑOZ – THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO										
	DIRECCIÓN DEL CLIENTE:		CALCETA										
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:		ENSILAJE DE YUCA Y ZAPALLO											
TIPO DE MUESTREO:		CLIENTE											
ENSAYOS REQUERIDOS:		PROTEINA, FIBRA											
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA		08/07/2015 08H30											
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:		14/09/2015 – 15/09/2015 – 16/09/2015											
LABORATORIO RESPONSABLE:		BROMATOLOGÍA											
TÉCNICO QUE REALIZÓ EL ANÁLISIS:		ING. JORGE TECAS D. – ING. EUDALDO LOOR M.											
ITEM	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS									
				ENSILAJE DE YUCA Y ZAPALLO									
				Z X ₁ R ₁	Z 1% R ₁	Z 1% R ₂	Z 1% R ₃	Z 2% R ₁	Z 2% R ₂	Z 2% R ₃	Z 3% R ₁	Z 3% R ₂	Z 3% R ₃
1	PROTEÍNA	KJELDAHL	%	1,05	1,28	1,34	1,30	1,17	1,15	1,16	1,17	1,19	1,14
2	FIBRA	INEN 542	%	0,85	0,79	0,82	0,80	0,76	0,73	0,75	0,81	0,82	0,77
OBSERVACIONES:													


FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

 Fecha: 17/09/2015

FIRMA DEL GERENTE DE CALIDAD

 Fecha: 17/09/2015

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 – 685134 Email: espam@mnbsatnet.net
Visite nuestra página web www.espam.edu.ec

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI ESPAM "MFL"	No. 1242
		CÓDIGO: F-G-SGC-007
	INFORME DE RESULTADOS	REVISIÓN: 0
		FECHA: 22/9/2003
		CLÁUSULA: 4.6
		PAGINA 1 DE 1
NOMBRE DEL CLIENTE:		JOSE GREGORIO VARELA MUÑOZ – THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
SOLICITADO POR:		JOSE GREGORIO VARELA MUÑOZ – THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:		CALCETA
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:		ENSILAJE DE YUCA Y ZAPALLO
TIPO DE MUESTREO:		CLIENTE
ENSAYOS REQUERIDOS:		PROTEINA, FIBRA
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA		08/07/2015 08H30
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:		14/09/2015 – 15/09/2015 – 16/09/2015
LABORATORIO RESPONSABLE:		BROMATOLOGÍA
TÉCNICO QUE REALIZÓ EL ANÁLISIS:		ING. JORGE TECAS D. – ING. EUDALDO LOOR M.

ITEM	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS									
				ENSILAJE DE YUCA Y ZAPALLO									
				Y X ₂ R ₂	Y 1% R ₁	Y 2% R ₁	Y 3% R ₁	Y 1% R ₂	Y 2% R ₂	Y 3% R ₂	Y 1% R ₃	Y 2% R ₃	Y 3% R ₃
1	PROTEÍNA	KJELDAHL	%	1,02	1,09	1,08	1,06	1,14	1,12	1,11	1,13	1,04	1,01
2	FIBRA	INEN 542	%	0,54	0,48	0,46	0,45	0,57	0,61	0,59	0,51	0,50	0,46

OBSERVACIONES:



FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Fecha: 17/09/2015



FIRMA DEL GERENTE DE CALIDAD

17/09/2015

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro
Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 – 685134 Email: espam@mnb.satnet.net
Visite nuestra página web www.espam.edu.ec



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

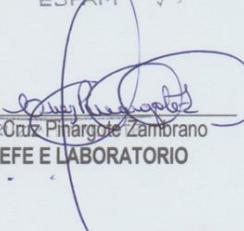
LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL

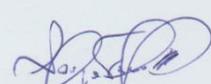
SEÑORES ESTUDIANTES:	JOSE GREGORIO VARELA MUÑOZ THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	05/10/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	08/10/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	20 MUESTRAS DE ENSILAJE NDE YUCA Y ZAPALLO
EXAMENES SOLICITADO:	GRASA

GRASA: AOAC 17th

MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	RÉPLICAS	UNIDADES (%)
a1b1	R1	0,04
	R2	0,04
	R3	0,05
a1b2	R1	0,03
	R2	0,04
	R3	0,04
a1b3	R1	0,02
	R2	0,03
	R3	0,03
a2b1	R1	0,06
	R2	0,06
	R3	0,06
a2b2	R1	0,05
	R2	0,06
	R3	0,05
a2b3	R1	0,04
	R2	0,05
	R3	0,04
Testigo 1	R1	0,03
	R2	0,03
	R3	0,03
Testigo 2	R1	0,05
	R2	0,05
	R3	0,05

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí
LABORATORIO DE QUÍMICA
JEFE-
ESPAM


Lic. Cruz Pinargote Zambrano
JEFE E LABORATORIO


Ing. Jorge Teca Delgado
ANALISTA



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL

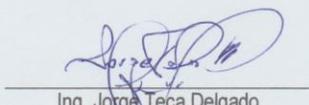
SEÑORES ESTUDIANTES:	JOSE GREGORIO VARELA MUÑOZ THOMAS EDISON ZAMBRANO ZAMBRANO
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:	05/10/2015
FECHA DE ENTREGA DE LAS MUESTRAS:	07/10/2015
MUESTRAS ENVIADAS:	20 MUESTRAS DE ENSILAJE NDE YUCA Y ZAPALLO
EXAMENES SOLICITADO:	ENERGÍA TOTAL

ENERGÍA TOTAL: FÓRMULA MATEMÁTICA

MUESTRAS (TRATAMIENTOS)	RÉPLICAS	UNIDADES (kcal/kg)
a1b1	R1	3557,57
	R2	3544,93
	R3	3557,50
a1b2	R1	3534,38
	R2	3541,72
	R3	3521,80
a1b3	R1	3525,57
	R2	3528,41
	R3	3526,12
a2b1	R1	3073,06
	R2	3101,99
	R3	3074,44
a2b2	R1	3118,64
	R2	3074,00
	R3	3028,16
a2b3	R1	2972,53
	R2	2997,62
	R3	3063,56
Testigo 1	R1	3567,05
	R2	3569,43
	R3	3571,21
Testigo 2	R1	3120,13
	R2	3108,04
	R3	3025,71

ES. U. A. G. U. N. I. C. A.
ESPAN


Lic. Cruz Piriangote Zambrano
JEFE E LABORATORIO


Ing. Jorge Teca Delgado
ANALISTA

LABOLAB

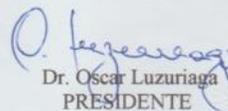
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 152904
 Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL
 FÉLIX LÓPEZ
DIRECCIÓN: Calle 10 de Agosto #82 y Granda Centeno
FECHA DE RECEPCION: 29 de julio del 2015
MUESTRA: Yuca
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Yuca rallada con líquido color café
ENVASE: Polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: ----
FECHA VENCIMIENTO: ----
LOTE: ----
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 29 de julio – 25 de agosto del 2015
REFERENCIA: 152904 - 152910
MUESTREADO: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25 °C 30 % HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

MUESTRA	METODO	ÁCIDO CIANHÍDRICO (mg/HCN/100 g):
Yuca 1% R1	APHA 4500 CN'D	0.73
Yuca 1% R2		0.84
Yuca 2% R1		0.94
Yuca 2% R3		0.69
Yuca 3% R1		0.80
Yuca 3% R2		0.65
YUCA X2 R2		0.68


 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.


 ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

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

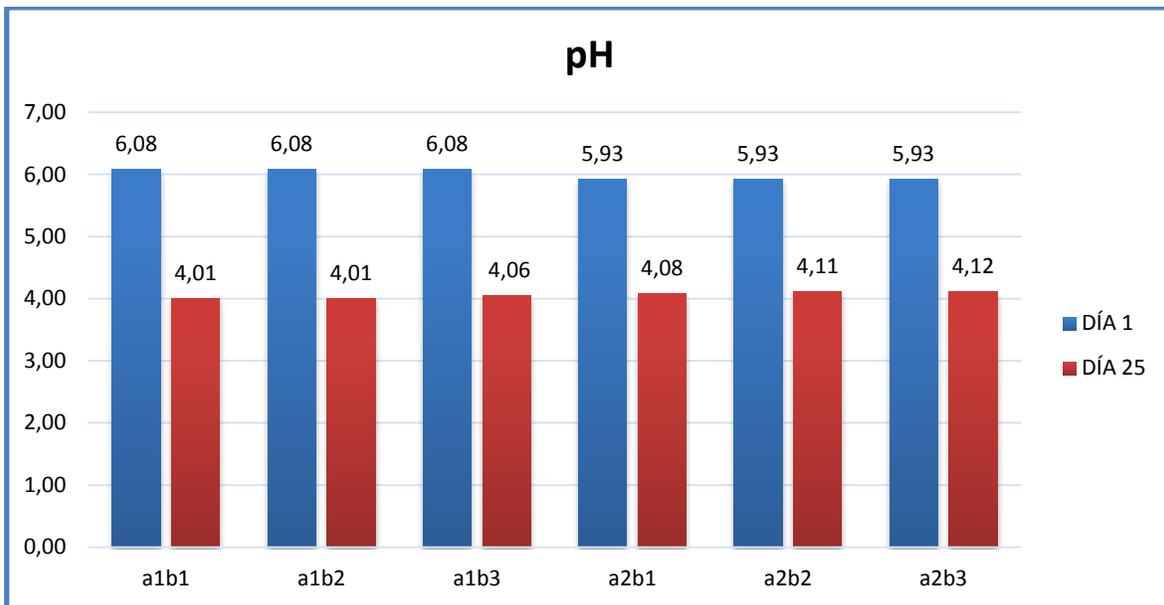
Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
 Av. Pérez Guerrero Oe 21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telefón.: 2563-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 0999590-412

e-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceclialuzuriaga@labolab.com.ec

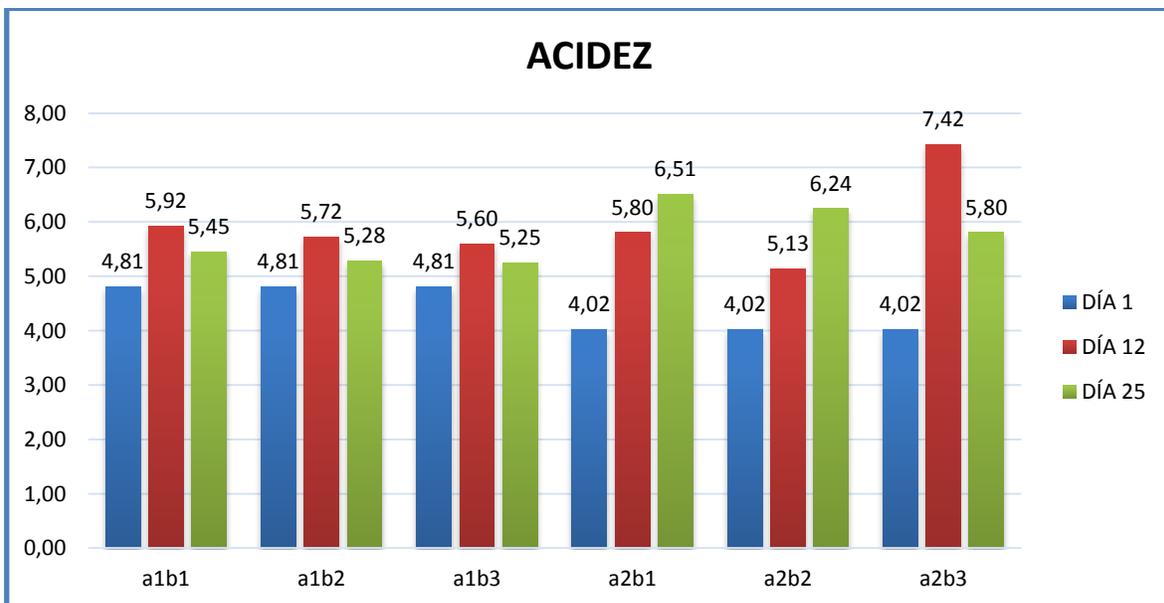
www.labolab.com.ec

Quito - Ecuador

ANEXO Nº 9
RESULTADOS DE LAS VARIABLES QUÍMICAS: ACIDEZ Y
pH



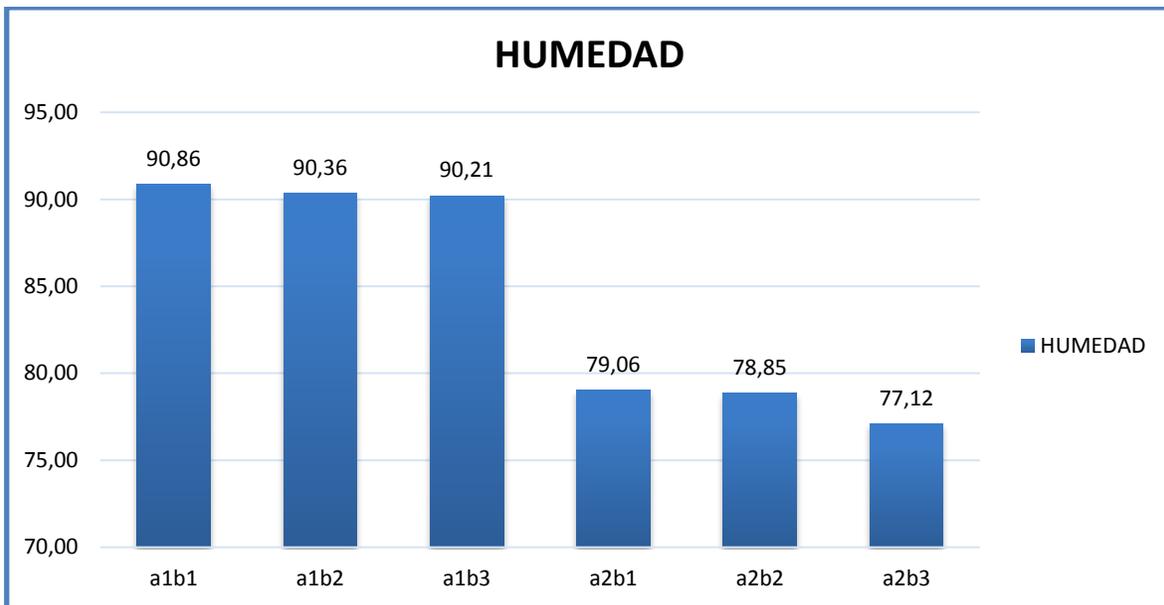
9-A. Variación de pH en los ensilajes.



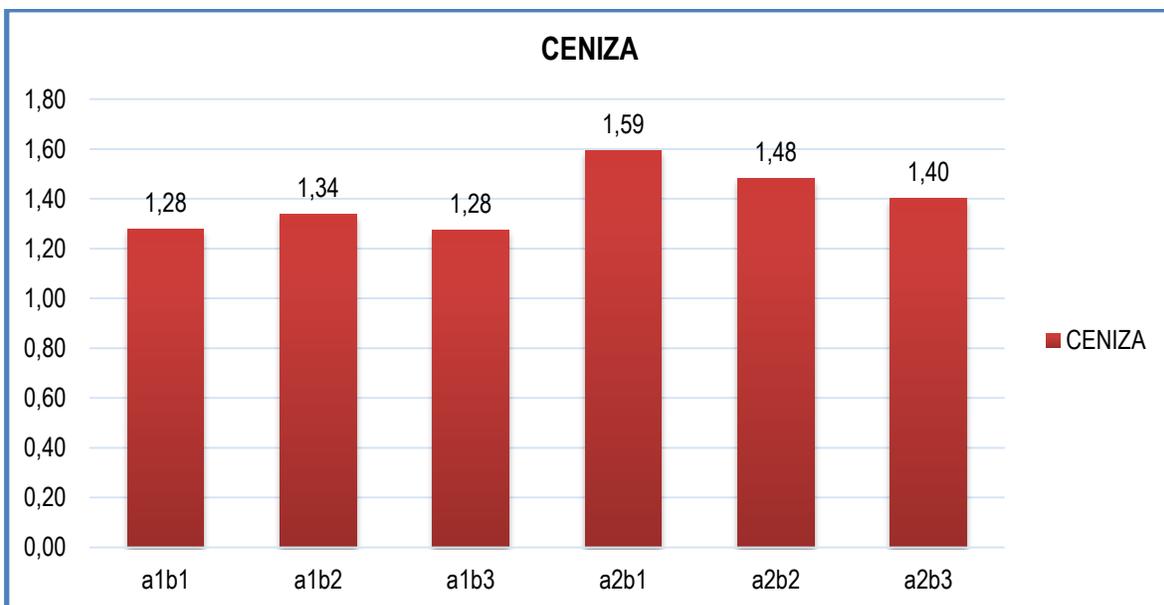
9-B. Variación de la acidez en los ensilajes.

ANEXO N° 10

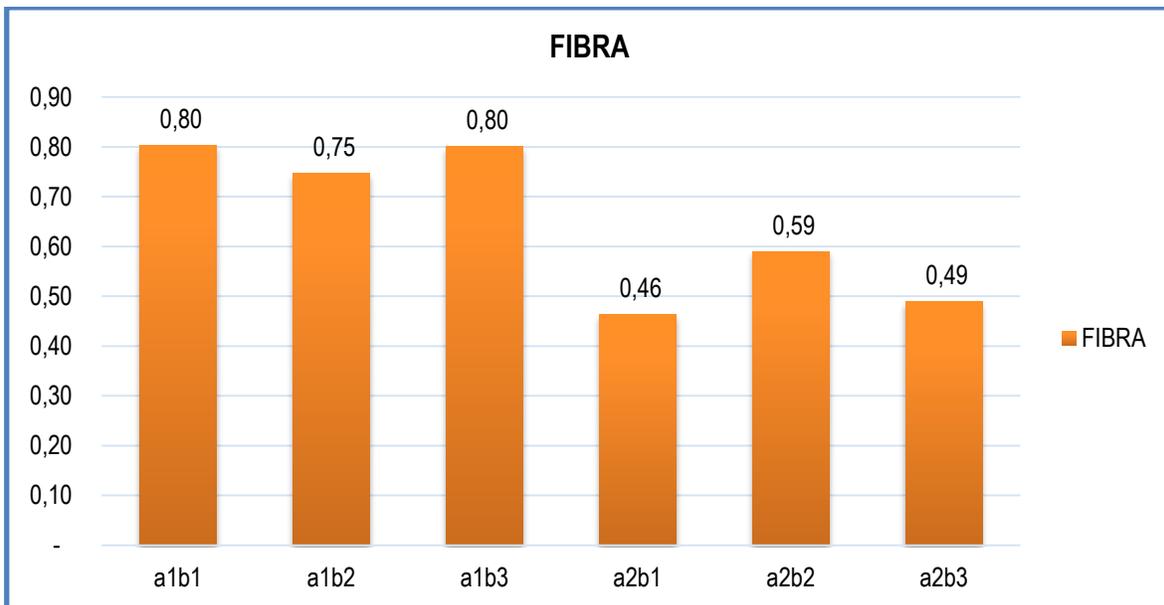
**RESULTADOS DE LAS VARIABLES BROMATOLÓGICAS:
ANÁLISIS DE HUMEDAD, CENIZAS, FIBRA, PROTEÍNAS,
GRASAS, CARBOHIDRATOS, ENERGÍA TOTAL Y ÁCIDO
CIANHÍDRICO**



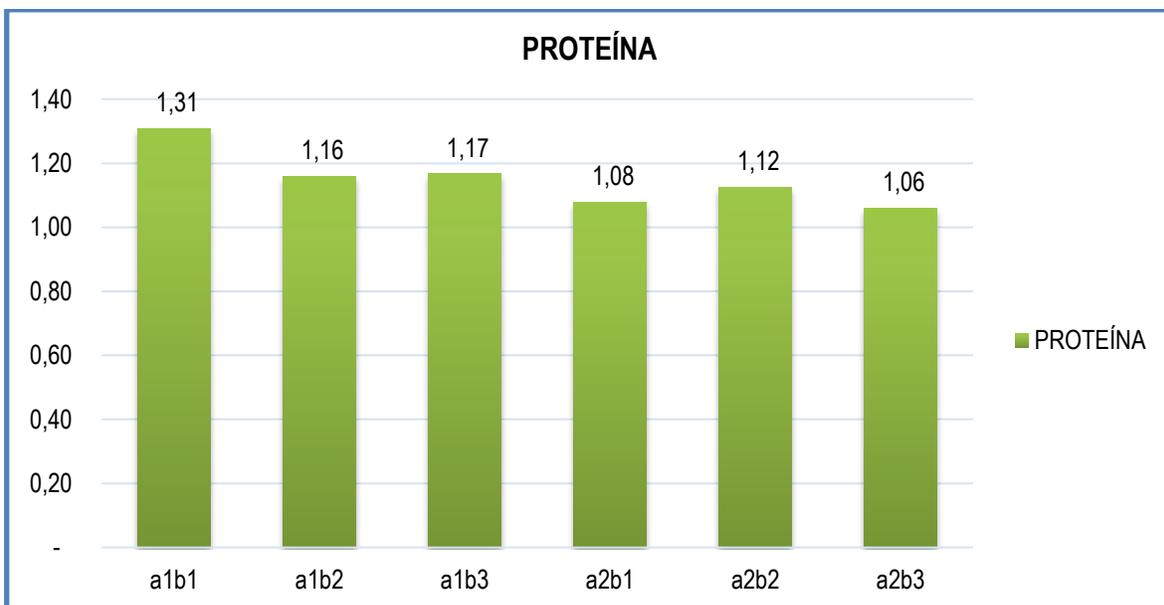
10-A. Variación de humedad en los ensilajes



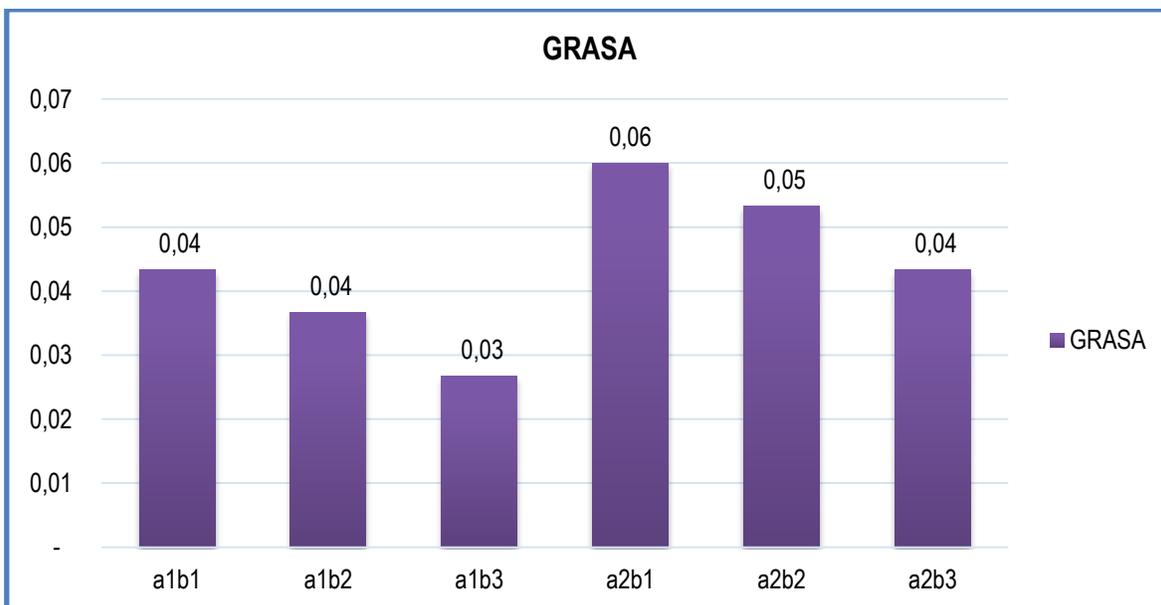
10-B. Variación de ceniza en los ensilajes.



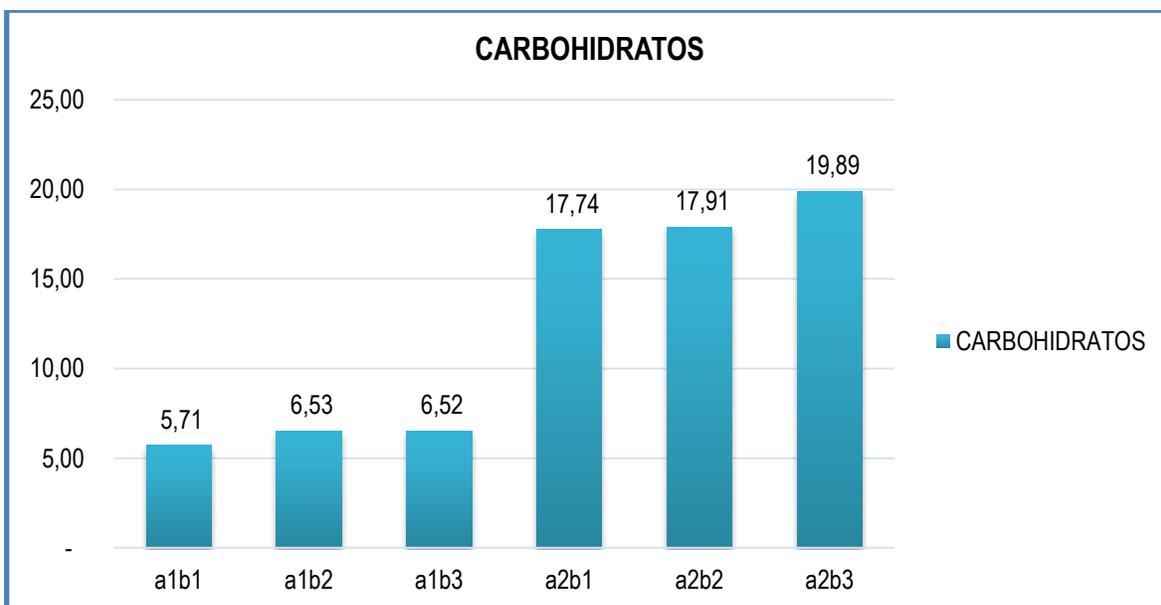
10-C. Variación de fibra en los ensilajes.



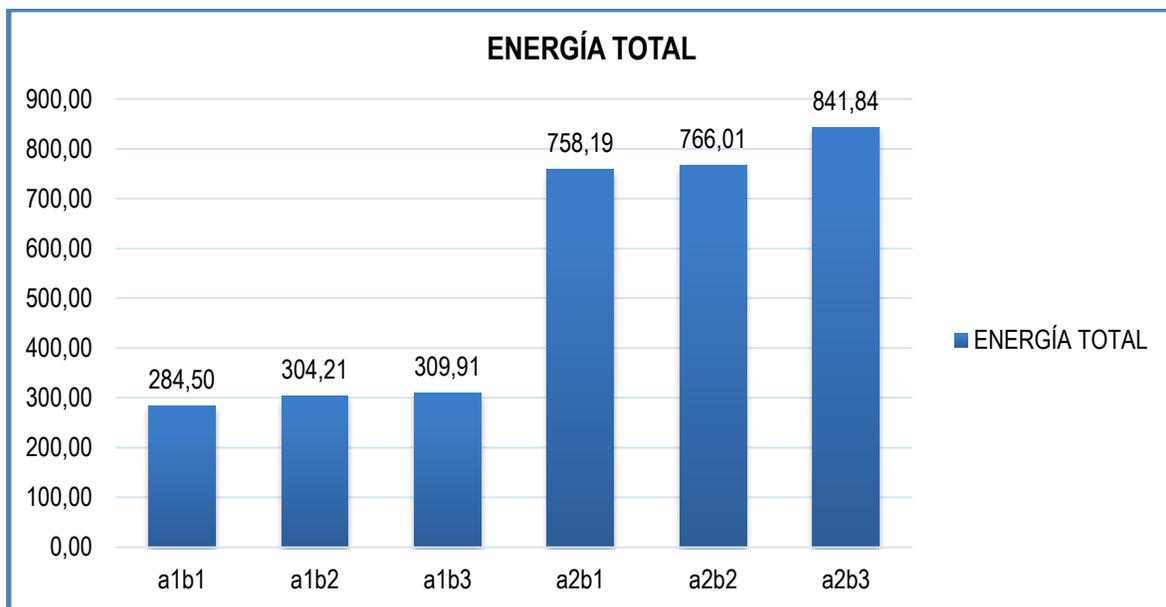
10-D. Variación de proteína en los ensilajes.



10-E. Variación de grasa en los ensilajes.



10-F. Variación de carbohidratos en los ensilajes.



10-G. Variación de energía total en los ensilajes.