



Por un desarrollo Agrario,  
Integral y Sostenible

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO SISTEMAS INTEGRALES DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

**Trabajo de Graduación**

**Calidad de ensilaje en bolsa elaborado con silo prensa de  
palanca manual vs ensilaje elaborado artesanalmente**

Autor:

Br. Aroldo Antonio Rodríguez Martínez

Asesores

Norlan Caldera Navarrete MSc.

Rosario C. Rodríguez Pérez MSc.

Nadir Reyes Sánchez PhD.

Managua, Nicaragua, Octubre 2014

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Ciencia Animal, como requisito para optar al título profesional de:

### **INGENIERO ZOOTECNISTA**

#### **MIEMBROS DEL TRIBUNAL:**

---

Ing. Domingo Carballo MSc.  
**Presidente**

---

Ing. Marcos Jiménez Campos  
**Secretario**

---

Lic. Damaris Mendieta  
**Vocal**

---

Br. Aroldo Rodríguez Martínez  
**Sustentante**

Managua, Nicaragua, 09 de Octubre del 2014

## INDICE DE CONTENIDO

	CONTENIDO	PAGINA
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTOS	ii
	INDICE DE TABLAS	iii
	INDICE DE GRAFICAS	iv
	INDICE DE FIGURAS	v
	INDICE DE ANEXOS	vi
	RESUMEN	vii
	ABSTRACT	viii
<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>II</b>	<b>OBJETIVOS</b>	2
	2.1 Objetivo general	2
	2.2 Objetivos específicos	2
<b>III</b>	<b>METODOLOGIA</b>	3
	3.1 Ubicación del estudio	3
	3.2 Tipo de estudio	3
	3.3 Duración del estudio	3
	3.4 Descripción del estudio	3
	3.4.1 Elaboración de los silos	3
	3.4.2 Apertura de los silos	4
	3.4.3 Pruebas organolépticas	4
	3.4.4 Toma de muestra para laboratorio	5
	3.5 Perfil de pH	5
	3.6 Características físicas del ensilaje	6
	3.6.1 Temperatura del ensilaje	6
	3.6.2 Peso final de los silo bolsa	6
	3.6.3 Porcentaje de perdida	6
	3.6.3.1 Pérdida de peso del material ensilado	6
	3.6.3.2 Perdida del material ensilado al momento de la apertura	6
	3.7 Compactación de los silos	6
	3.8 Diseño experimental	7
	3.8.1 Variable a evaluar	7
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	8
	4.1 Características organolépticas	8
	4.1.1 Evaluación de las características organolépticas a los 45 d. de elaborado.	8
	4.1.2 Evaluación de las características organolépticas a los 60 d. de elaborado.	9
	4.2 Características físicas del ensilaje	10
	4.2.1 temperatura	10
	4.2.2 pH de los ensilajes	11
	4.2.3 Perdidas de peso del material del material ensilado	13

4.2.4	Perdidas de material al momento de la apertura de los silos.	14
4.2.5	Densidad del material ensilado	15
4.3	Características químicas de los ensilajes	17
4.3.1	Proteína cruda (PC%)	17
4.3.2	Materia seca (MS%)	18
4.3.3	Fibra detergente neutra (FDN%)	19
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	20
<b>VI</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	21
<b>VII</b>	<b>ANEXOS</b>	25

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo primeramente a **DIOS**, porque me ha brindado la fortaleza en todo momento de mi vida, porque hasta este momento me ha dado la oportunidad de seguir con vida, y me concedió la dicha de poder tener la sabiduría de poder alcanzar esta meta.

A mis padres **Juana Lidia Martínez Acuña** y **Arnoldo Rodríguez**, por ser el ejemplo de mi vida y por mantener su confianza en mí, por darme siempre su apoyo y por compartir conmigo todo el tiempo brindándome fuerzas para salir adelante.

**Aroldo Antonio Rodríguez Martínez**

## **Agradecimiento**

Le agradezco primeramente a **DIOS** por darnos a conocer todo lo maravilloso que es la vida y darnos fuerzas para cumplir todos nuestros objetivos y la oportunidad de culminar mis estudios profesionales como es mi tesis.

A mis padres **Juana Lidia Martínez Acuña** y **Arnoldo Rodríguez** por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mis asesores **Ing. Norlan Caldera Navarrete MSc**, **Lic. Rosario Rodríguez Pérez MSc**. e **Ing. Nadir Reyes Sánchez PhD**. Porque además de grandes amigos me guiaron en mi trabajo de graduación.

A la **Lic. Damaris Mendieta** a quien le agradezco su confianza, apoyo y dedicación de su tiempo por compartir sus conocimientos y amistad.

**Aroldo Antonio Rodríguez Martínez**

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>		<b>PAGINA</b>
<b>Tabla 1</b>	Características organolépticas de los ensilajes en el trópico.	5

## INDICE DE GRAFICAS

### CONTENIDO

<b>Grafico</b>		<b>PAGINA</b>
<b>Grafica 1a.</b>	Características organolépticas del ensilaje elaborado con el silo barril tradicional y el silo prensa a los 45 d. de elaborado.	8
<b>Grafica 1b.</b>	Características organolépticas del ensilaje elaborado con el silo barril tradicional y el silo prensa a los 60 d. de elaborado	9
<b>Grafica 2.</b>	Temperatura registrada a los 45 y 60 d. post elaboración de los ensilajes con el silo barril tradicional y el silo prensa de palanca manual.	10
<b>Grafica 3.</b>	Pérdida de peso (kg) del material ensilado con el silo barril tradicional y el silo prensa de palanca manual a los 45 y 60 d. de elaborado	13
<b>Grafica 4.</b>	Kilogramos de pérdida obtenidos en los ensilajes elaborados con el silo barril tradicional y el silo prensa de palanca manual a los 45 y 60 d. de elaborado.	14
<b>Grafica 5.</b>	Densidad del material ensilado en base verde y base seca para los ensilajes elaborados con el silo prensa de palanca manual y silo barril tradicional.	15
<b>Grafica 6.</b>	Resultados bromatológicos obtenidos de los ensilajes elaborados con silo prensa y silo barril, evaluados a los 45 y 60 d. de elaborados.	17

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>PAGINA</b>
<b>Figura 1.</b>	Valores del pH de los ensilajes (silo prensa y silo barril) medido a los 45 y 60 d. de elaborados.	11

## INDICE DE ANEXOS

	<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINA</b>
<b>Anexo 1.</b>	Pérdidas de material al momento de la apertura de los silo barril	26
<b>Anexo 2.</b>	Pérdida de material al momento de la apertura del silo prensa de palanca manual	26
<b>Anexo 3.</b>	Toma de muestras con el densímetro artesanal	27
<b>Anexo 4.</b>	Toma de muestra con el densímetro	27

## RESUMEN

Se realizó un estudio de la calidad de los ensilajes elaborados con ayuda de un silo barril tradicional y un silo prensa de palanca manual. Para lo cual se evaluaron las características organolépticas de los ensilajes (color, olor y textura), se cuantificaron las pérdidas que se produjeron en ambas formas de ensilaje, se midió el grado de compactación de los ensilajes, así mismo las características físicas (Temperatura y pH) y químicas: Materia Seca (MS %), Proteína Cruda (PC%), Fibra Detergente Neutro (FDN%), mediante análisis bromatológico a los 45 y 60 d. Los resultados mostraron que organolépticamente los ensilajes con silo prensa fueron considerados entre excelente a bueno y los elaborados con el silo barril tradicional entre buenos a regulares. Tanto la temperatura y el pH se mantuvieron en rangos normales para los ensilajes. Se obtuvieron mayores pérdidas de material en los ensilajes elaborados con el silo barril tradicional respecto a los ensilajes elaborados con el silo prensa siendo más evidente a los 60 d de apertura de los silos. La mejor compactación se obtuvo en los ensilajes elaborados con el silo de prensa de (288.09 kg MS m<sup>-3</sup>), superando en 49.98 kg MS al ensilaje elaborados con silo barril tradicional. Las características químicas (MS %, PC %, FDN %) fueron similares en ambos tipos de ensilajes.

**Palabras claves:** Ensilaje, silo prensa, silo barril, características organolépticas, compactación.

## ABSTRACT

A study of the quality of silage made using a traditional barrel silo and silo manual toggle press was performed. To which the organoleptic characteristics of the silages (color, smell and texture) were evaluated, losses occurred in both forms of silage were quantified, the degree of compaction of the silage was measured, also the physical characteristics (temperature and pH) and chemical: Dry Matter (DM%), Crude Protein (CP%), Neutral Detergent Fiber (NDF%) by compositional analysis at 45 and 60 d. The results showed that the organoleptic press silo silages were considered from excellent to good and made with the traditional silo barrel between good regular. Both the temperature and pH were maintained within normal ranges for silage. Higher material losses in silages made with the traditional silo barrel compared to silages made with the press silo being more evident at 60 d of opening the silos were obtained. The best compaction was obtained silages made with the silo press (DM 288.09 kg m<sup>-3</sup>), exceeding 49.98 kg DM silage made from traditional silo barrel. The chemical characteristics (DM%, PC%, NDF%) were similar in both types of silage.

**Keywords:** Silage, silo press, barrel silo, organoleptic characteristics, compaction.

## I. INTRODUCCIÓN

La utilización de ensilaje es desde hace mucho tiempo un componente integral de los sistemas de alimentación animal en las zonas tropicales de Nicaragua como una forma de mantener el abastecimiento de forraje para animales de alta producción durante todo el año. Además, soluciona el problema de escasez de forrajes en las épocas de sequía en los cuales el reto es ofrecer a los animales alimento de buena calidad aprovechando los recursos de la finca.

La preservación de los cultivos forrajeros a través del proceso de ensilado está basada en una fermentación ácido láctica en estado sólido bajo condiciones anaerobias, donde las bacterias ácido lácticas convierten los azúcares solubles en ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, con lo cual el pH disminuye y el cultivo es conservado. (Weinberg y Ashbell, 2003; Weinberg *et al.*, 2003, Citados por Evangelista y Ortega, 2006).

La práctica del ensilaje contrarresta el efecto negativo que provocan los períodos secos en la producción bovina, como es la pobre disponibilidad de forrajes tanto en cantidad como en calidad, creando una disminución en la producción de leche y carne. La técnica de la preparación del ensilaje favorece el manejo y uso integral de los recursos en la relación suelo-planta, promueve el uso de alimentos de la región, reduce la importación de concentrados y, por consiguiente, la fuga de divisas nacionales, además de ser una alternativa para épocas de crisis en la producción de pastos.

Uno de los principales problemas en la elaboración de ensilajes son las pérdidas ocasionadas por la resistencia del forraje a la compactación. La mayor resistencia ofrecida por el forraje aumenta el contenido de aire por encima de las 5 o 6 h de terminado el ensilaje provocando cambios en el pH el cual es un factor que incide en la actividad enzimática de forma negativa.

Con la utilización de un silo prensa de palanca manual para la elaboración de ensilajes en bolsa se pretende mejorar los problemas de compactación de los forrajes y por ende la calidad del producto final, por tal razón el presente estudio plantea determinar la calidad de un ensilaje elaborado con un silo prensa.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Comparar la calidad de un ensilaje en bolsa elaborado con una silo prensa de palanca manual vs el elaborado artesanalmente.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Comparar las características organolépticas de los ensilajes mediante color, olor, y apariencia.
2. Determinar el porcentaje de pérdidas en ambas formas de ensilaje por compactación.
3. Medir el grado de compactación de los ensilajes elaborados con una silo prensa de palanca manual vs ensilajes elaborado de forma artesanal.
4. Comparar los ensilajes mediante análisis de laboratorio a través de Materia Seca (MS %), Proteína Cruda (PC%), Fibra Detergente Neutro (FDN%) y pH.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Ubicación del estudio**

El estudio se realizó en la finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria, la cual se encuentra ubicada de Zona Franca Industria Las Mercedes 4 Km sur, del desvío a Sabana Grande 200 m norte, 100 m oeste. Con coordenadas geográficas de 12° 08' 33" latitud norte, y 86° 10' 31" longitud oeste, con temperatura media anual de 26.9°C, precipitación de 1,119.8 mm anuales y humedad relativa del 72%, con una marcada época seca de noviembre a mayo. Con una elevación de 56 msnm y que cuenta con una extensión de 146 Mz (INETER, 2010).

#### **3.2. Tipo de Estudio**

Se realizó un estudio de tipo experimental, donde se planteó la elaboración de ensilajes elaborados con un silo prensa de acción manual y se comparó con ensilajes elaborados de forma artesanal.

#### **3.3. Duración del estudio**

El presente estudio tuvo una duración de 120 d en los cuales al inicio se elaboraron los dos tipos de ensilaje, a los 45 y 60 d se realizaron los análisis de laboratorio respectivos y las pruebas organolépticas.

#### **3.4. Descripción del estudio**

##### **3.4.1. Elaboración de los silos**

Para la fase experimental se utilizó forraje picado con una picadora estacionaria para obtener un tamaño de partícula entre 2-5 cm. El material procedía de una plantación ya establecida de *Pennisetum purpureum* var. CT-115 con una edad al corte de 80 d. El material picado fue ensilado en bolsa elaboradas a tamaño barril con plástico negro calibre 1,000. Se elaboraron dos tipos de silos:

- 1) Ensilaje elaborado de forma artesanal en silo barril, donde el material fue compactado por medio de pisoteo.
- 2) Ensilaje elaborado con silo prensa de palanca manual de tamaño barril, donde el material fue compactado por medio de una palanca accionada por medio de presión ejercida por una persona.

A cada silo elaborado se le adicionó melaza de caña de azúcar a razón de un 5% del peso del material ensilado, distribuido en forma homogénea en capas cada 20 cm. Una vez alcanzado la capacidad del barril, cada silo fue sellado por medio de una banda de hule y fue envuelto con cinta selladora para evitar la entrada de aire, cada silo se pesó y fue colocado sobre un pequeño terraplén de tierra para aislarlo de la humedad.

### **3.4.2. Apertura de los silos**

Los silos fueron abiertos en dos periodos:

- A los 45 d después de la elaboración: Se abrieron diez silos (cinco silos elaborados con el silo barril y cinco con el silo prensa de palanca manual), cada silo fue primeramente pesado para determinar la pérdida de peso por escurrimiento, inmediatamente se les fue tomada la temperatura y posteriormente fueron retirado el material que se había dañado por fermentación el cual fue pesado y registrado.

Una vez que se determinaron las pérdidas se procedió a la toma de muestra para determinar la densidad del ensilaje y la muestra que sería enviada a laboratorio para su respectivo análisis, a su vez se realizó la evaluación de las características organolépticas del material ensilado.

- A los 60 d de elaborado (se procedió de la misma forma que a los 45 d).

### **3.4.3. Pruebas organolépticas**

Para la determinación de las características organolépticas como son olor, color y apariencia (textura), se conformó un panel de expertos que al momento de la apertura de los silos emitirán sus criterios respecto a los mismos, los cuales fueron registrados y documentados. Los criterios de evaluación estuvieron acordes a la metodología planteada por Chaverra y Bernal (2000). Este procedimiento se realizó a los 45 d y 60 d.

**Tabla 1.** Características organolépticas de los ensilajes en el trópico

INDICADOR	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA
Olor	A miel o Azucarado de fruta madura (puntaje = 1)	con ligero olor a vinagre (puntaje = 2)	Fuerte, Ácido olor a vinagre, (ácido butírico) (puntaje = 3)	Desagradable, a mantequilla rancia. (puntaje = 4)
Color	Verde aceituna o amarillo oscuro (puntaje = 1)	Verde amarillento. Tallos con tonalidad más pálida que las hojas (puntaje = 2)	Verde oscuro (puntaje = 3)	Marrón oscuro, casi negro o negro. (puntaje = 4)
Textura	Conserva sus contornos continuos (puntaje = 1)	Conserva sus contornos continuos (puntaje = 2)	Se separan las hojas fácilmente de los tallos tienden a ser transparentes y los vasos venosos muy amarillos. (puntaje = 3)	No se observa diferencia entre tallos y hojas. Es más amorfa y jabonosa. Al tacto es húmeda y brillante. (puntaje = 4)

**Fuente:** Adaptación propia de la metodología propuesta por Chaverra y Bernal (2000)

#### 3.4.4. Toma de muestras para laboratorio

Al momento de la apertura de los silos se tomó una muestra de 500 gr por cada tipo de silo (barril tradicional y por medio de silo prensa). Cada muestra fue conformada por cada una de las cinco repeticiones, fueron colocadas en bolsas de papel marcadas y posteriormente llevadas al laboratorio para su respectivo análisis químico. La determinación de la materia seca (MS) las muestras se secaron en horno a 105 grados por 24 h, según el procedimiento de la AOAC (1990) y la proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl (AOAC, 1984). La determinación de la Fibra Detergente Neutro por el método de Van Soest.

#### 3.5. Perfil de pH

Se tomaron 100 g de cada muestra de ensilaje a las que se les adicionó 20 cc de agua destilada, obteniéndose un jugo al que se les determinó el pH, con ayuda de un pH- metro digital marca, CRISON (GLP 22 pH ISE).

El resultado fue comparado con el valor ideal para los ensilajes de gramíneas. Al respecto Chaverra y Bernal (2000), Mencionan que pH por encima de 4.4, se espera que ocurran fermentaciones secundarias y modifique la calidad del ensilaje, pH entre 3.8 y 4.2, se consideran lo ideal para una buena fermentación ácido láctica.

### **3.6. Características físicas del ensilaje**

#### **3.6.1. Temperatura del ensilaje**

La temperatura de los silos se determinó con ayuda de un termómetro digital marca testo® a cada silo al momento de su apertura. Para tener certeza de la misma se introdujo la sonda de penetración hasta los 60 cm de profundidad dentro del silo, medidos a partir de la superficie del mismo durante un minuto, tiempo en el cual se dio la lectura de la temperatura.

#### **3.6.2. Peso final de los silos bolsa.**

Para determinar el peso final, todos los silos bolsa fueron pesadas al momento de su elaboración y al momento de su apertura (45 y 60 d), permitiendo a su vez determinar la pérdida de peso del material durante el proceso de ensilaje.

#### **3.6.3. Porcentaje de pérdida**

##### **3.6.3.1. Pérdida de peso del material ensilado**

Para determinar la pérdida de peso se tomó el peso inicial de los silos y el peso final de los mismos, determinando el porcentaje de pérdidas por efecto del ensilaje.

$$\text{Pérdida de peso por ensilaje:} = \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

##### **3.6.3.2. Pérdida del material ensilado al momento de la apertura**

Al momento de la apertura todos los silos bolsa fueron pesados y posteriormente retirada la capa de material vegetativo que presentaba daño u alteraciones, cada muestra fue pesada para determinar el porcentaje de material perdido por cada tipo de silo.

$$\% \text{ Pérdida de ensilaje:} = \frac{\text{Peso del ensilaje dañado}}{\text{Peso total de la bolsa}} \times 100$$

### **3.7 Compactación de los silos**

Para determinar el grado de compactación se calculó la densidad del material ensilado por tipo de silo. Se tomaron muestras a 40 cm de profundidad en los silos bolsa, utilizando un densímetro elaborado artesanalmente, el cual consiste en un tubo de 250 mm de largo con un diámetro de 45 mm el cual se adaptó para ser utilizado en un rotomartillo.

Las muestras se extrajeron una vez que el densímetro penetró por completo en la bolsa, retirando el mismo sin que el rotomartillo estuviera en movimiento. Se midió con ayuda de un pie de rey la columna de material extraído, cada muestra recolectada fue debidamente pesada con una balanza digital (peso húmedo), y posteriormente fue secada al sol durante 72 h, nuevamente fueron pesadas las muestras para obtener el peso seco. A partir de estos datos se utilizó la metodología propuesta por la CACF (Clemente y Monge, 2012), para determinar la densidad del material en base fresca y base seca.

### 3.8 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un BCA con dos tratamientos y diez repeticiones por tratamiento, considerando el tiempo como un efecto de bloqueo.

El modelo matemático propuesto es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$\mu$  = Media general

$T_i$  = efecto fijo de los tratamientos ( $i = 1, 2$ )

$B_j$  = efecto del bloque ( $j = 1, 2$ )

$\epsilon_{ijk}$  = error residual aleatorio

Los datos fueron analizados utilizando el Proc ANOVA, del software estadístico SAS versión 9.3 (SAS®, 2013).

#### 3.8.1 Variables a evaluar

Mediante análisis químico se considerarán las variables

- ✓ Materia seca (MS)
- ✓ Proteína cruda (PC)
- ✓ Fibra detergente neutro (FDN)
- ✓ pH

Las variables de orden organoléptico serán

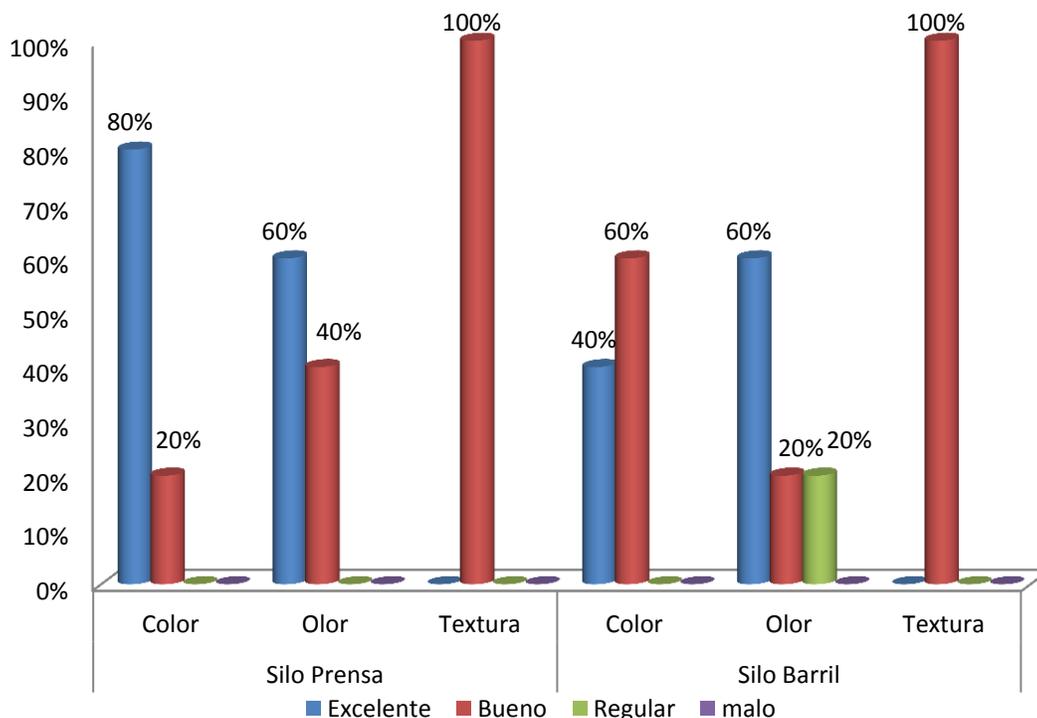
- ✓ Color
- ✓ Olor
- ✓ Apariencia

Variable de carácter físico

- ✓ Compactación del ensilado
- ✓ Temperatura
- ✓ Pérdidas de material ensila
- ✓ Pérdidas de material por daño

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Características organolépticas



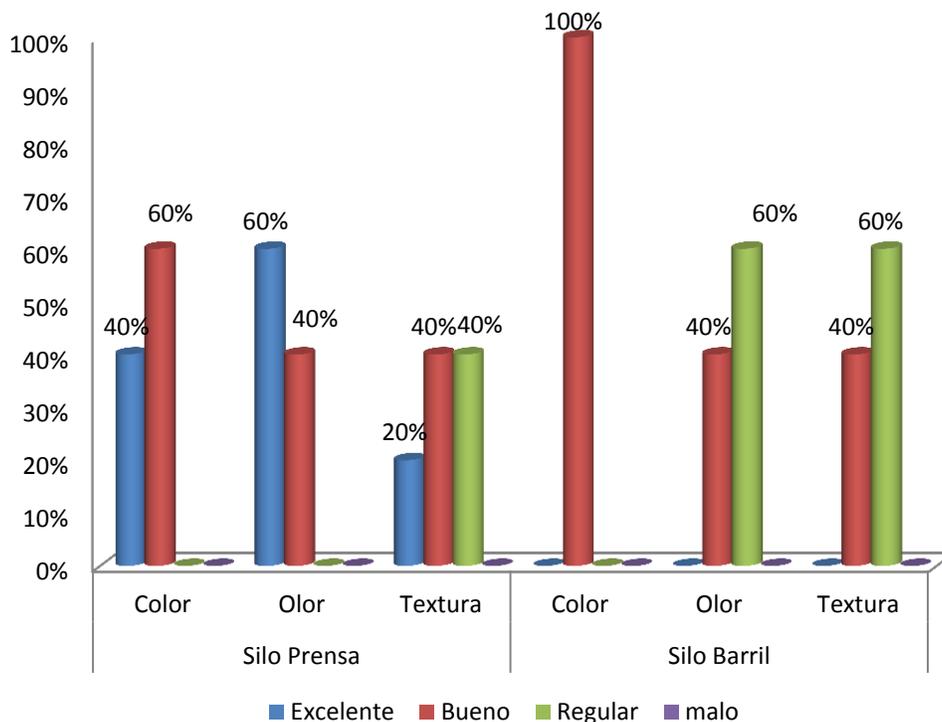
**Grafica 1a.** Características organolépticas del ensilaje elaborado con el silo barril tradicional y el de silo prensa a los 45 d de elaborado.

#### 4.1.1. Evaluación de las características organolépticas a los 45 d.

La Grafica 1a, muestra las características organolépticas (color, olor y textura) de los ensilajes elaborados con un silo barril tradicional y un silo prensa de palanca manual, medido a los 45 d. De acuerdo a la metodología propuesta por Chaverra y Bernal (2000), se observó que los ensilajes elaborados con el silo prensa fueron valorados en un 80% como de excelente color (verde aceituna o amarillo oscuro), y 20 % como bueno, en cambio los ensilajes elaborados con el barril tradicional se caracterizaron en un 60% como de buen color (verde amarillento, con tallos con tonalidad más pálida que las hojas) y en 40% como excelentes.

Para el olor se obtuvo una valoración del 60% como excelente (olor a miel o azucarado como fruta madura) y 40% como bueno (olor ligero a vinagre) para el ensilaje elaborado con el silo prensa. En cambio los elaborados con el silo barril tradicional se catalogaron en un 60% como excelentes, 20% como bueno y un restante 20% los catalogó como de un olor regular (fuerte, ácido olor a vinagre).

Sin embargo, la textura fue muy similar para ambos ensilaje el 100% de los evaluadores opinaron que la textura del material conservo sus contornos continuos considerándose en ambos casos como de buena calidad.



**Grafica 1b.** Características organolépticas del ensilaje elaborado con el silo barril tradicional y el de silo prensa a los 60 d de elaborado

#### 4.1.2. Evaluación de las características organolépticas a los 60 d.

Los ensilajes elaborados con el silo prensa (Grafica 1b), fueron valorados en un 60% como bueno y 40% como excelentes, para la característica de olor fue de un 60% excelente y un 40% como bueno, presentando variaciones en la textura donde el 20% opinó que era excelente, el 40% como buena y un restante 40% la catalogó como regular.

La característica organoléptica color de los ensilajes elaborados con el silo barril tradicional a los 60 d. fue evaluada en un 100% como bueno, para la textura y el olor prevaleció el criterio de regular (60%) teniendo los ensilajes un olor fuerte, ácido olor a vinagre con una textura donde se denota que las hojas se separan fácilmente de los tallos tienden a ser transparentes y los vasos venosos muy amarillos.

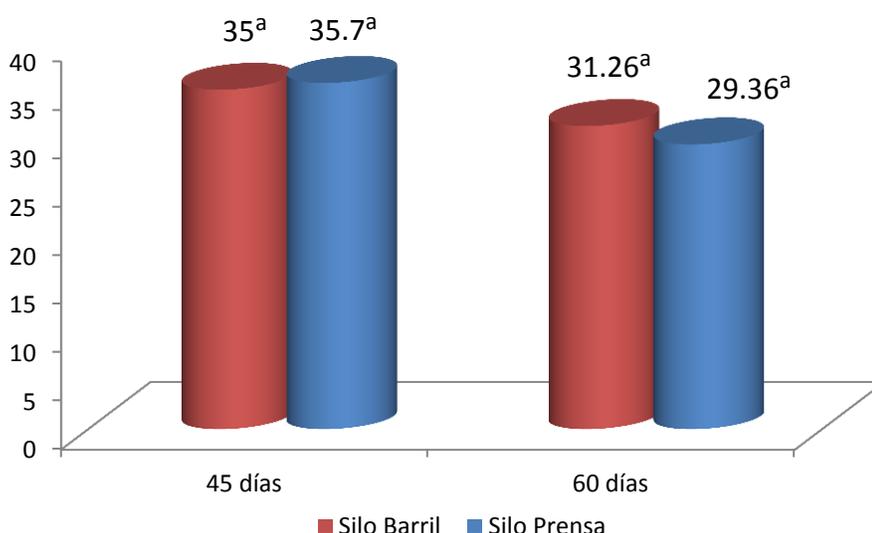
Al valorar el comportamiento de las características organolépticas entre los 45 d y 60 d. se observó que los ensilajes elaborados con silo barril tradicional disminuyeron su calidad en general, sin embargo las características de los ensilajes elaborados con silo prensa no desmejoraron en gran medida su calidad con el paso del tiempo.

Las características organolépticas del ensilaje elaborado con el silo prensa, son similares a los obtenidos por Maza *et al.* (2010) con ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) más yuca fresca (*Manihot esculenta*), los que mencionan que el éxito de un buen ensilaje depende en gran medida del grado de compactación y la cantidad de oxígeno que ha quedado en el material ensilado.

## 4.2. Características Físicas del ensilaje

### 4.2.1. Temperatura

En la Grafica 2, se muestra el comportamiento de la temperatura medida en dos momentos (45 y 60 d) posteriores a la elaboración de los silo prensa y silo barril tradicional, observándose que ambos registraron temperaturas de 35.7°C y 35 °C a los 45d, así mismo a los 60 d. estos se estabilizaron y registraron temperaturas de 29.36°C, y 31.26°C para el silo prensa y silo barril tradicional respectivamente.



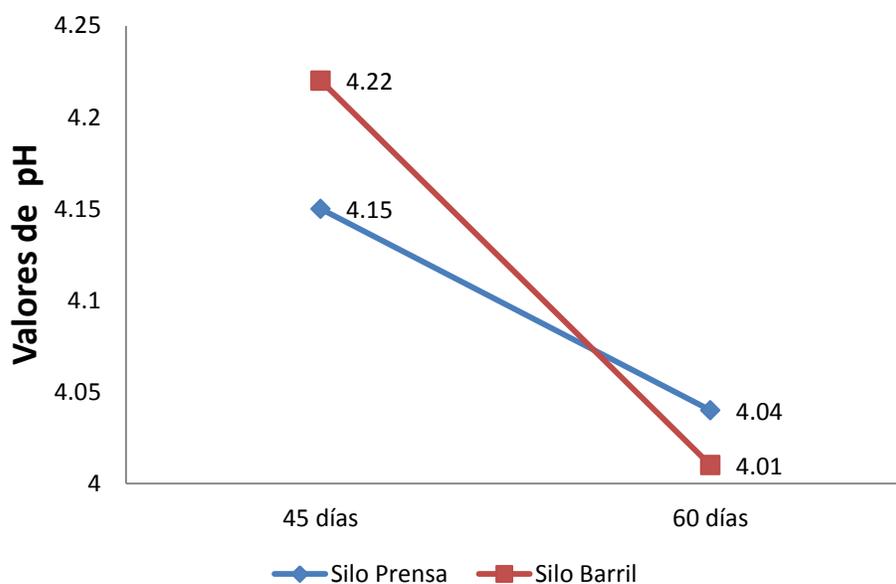
**Grafica 2.** Temperatura registrada a los 45 y 60 d. post elaboración de los ensilajes con silo barril tradicional y silo prensa de palanca manual

Reyes *et al.* (2009) señalan que el rango aceptable de temperatura de un ensilaje se encuentra entre los 30-40 °C medidos a 50 cm de profundidad de la superficie del silo, en base a lo anterior se puede afirmar que los ensilajes en el estudio se mantuvieron dentro del rango aceptable.

Temperaturas superiores a los 40 °C durante la estabilización del ensilaje indican que la compactación no ha sido suficiente y la posibilidad de entrada de aire. Una temperatura igual o ligeramente superior a la ambiental indica una adecuada estabilización del proceso fermentativo (Gutierrez,2009).

Argamentaria *et al.*,(1997) citado por Mier (2009) afirman que aunque no se conocen las causas exactas que determinan la velocidad del deterioro e incrementos de temperaturas en materiales ensilados, al tratarse de un proceso biológico, está relacionado con la temperatura ambiente y el calor generado en dicho proceso, de ahí su mayor importancia en verano que en invierno.

#### 4.2.2 pH de los ensilajes



**Figura 1.** Valores del pH de los ensilajes (silo prensa y silo barril) medido a los 45 y 60 d. de elaborados.

En la figura 1, podemos observar que el cambio de pH de los ensilajes elaborados con la silo prensa de palanca manual y los elaborados artesanalmente en los dos momentos de apertura no es drástico, estos oscilan entre 4.01 a 4.22 para los silo barril y 4.04 a 4.15 para los silo prensa.

Los valores de pH obtenidos en ambos tipos de ensilaje se mantuvieron casi constantes a través del tiempo (Quiroz ,2009), obtuvo valores de pH entre 3.8 a 4.2, valores aceptables en un proceso de ensilaje.

El pH es un indicador de la extensión de la fermentación. Cuanto más bajo sea su valor, mayor será la acidez presente en el ensilaje. Puede indicar calidad de preservación, pero no tan fidedignamente como el nitrógeno amoniacal (Dumont, 1994, Citado por Berndt, 2002).

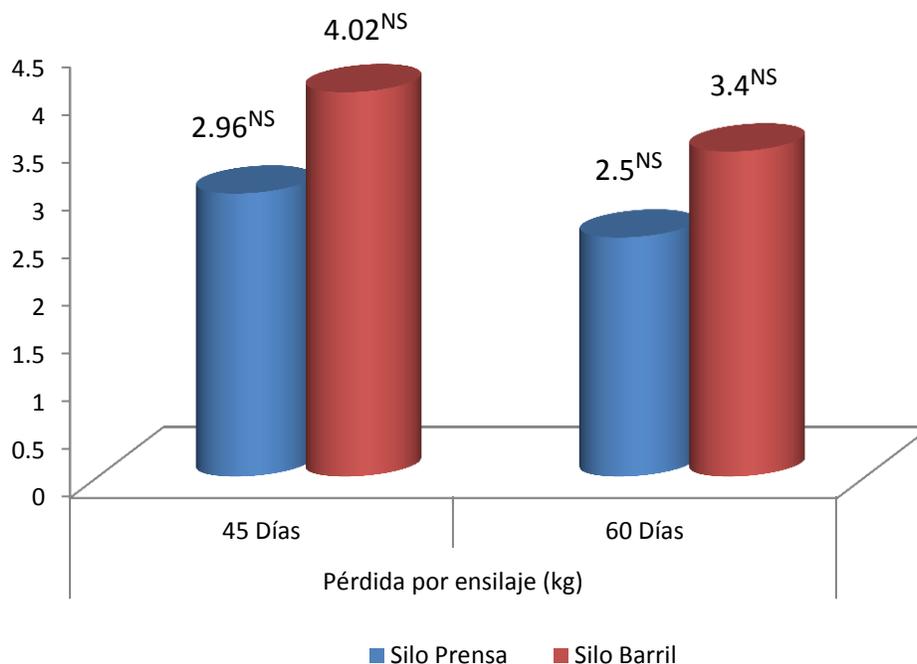
Watson y Nash, citados por Tobías *et al.*, (2000) Afirman que el pH es un indicador de gran importancia, no solo porque es una de las transformaciones más radicales que se producen en el forraje sino por su estrecha vinculación con los procesos degradativos que se producen en la conservación.

Según Paiva (1976), citado por Ribeiro (2007) menciona que un ensilaje muy bueno presenta valores de pH entre 3,6 y 3,8; un ensilaje bueno entre 3,8 y 4,2; un ensilaje medio 4,2 y 4,6; y uno malo valores de pH mayores que 4,6, los resultados obtenidos en el presente estudio se encuentran en el rango de bueno que plantea Ribeiroa (2007).

En un ensilaje con alto tenor de materia seca (encima de 35%), el pH es un criterio menos útil para medir calidad, desde que la falta de agua y una alta presión osmótica pueden restringir la fermentación y la producción de ácido; por lo tanto, aún con pH alto, estos ensilajes pueden ser considerados de buena calidad. Por otro lado, el aumento de pH con alto tenor de humedad está asociado con proteólisis, producción de aminas y ácido butírico. Según Leibensperger y Pitt (1987), citado por Ribeiro (2007).

Blanco (2009) menciona que los valores de pH en un silo considerado como estable y con buen contenido de materia seca oscila en el rango de 4.0-4.2 (20-25% MS), ensilajes con contenidos de MS entre el 25-30% muestran valores de pH entre 4.2-4.4.

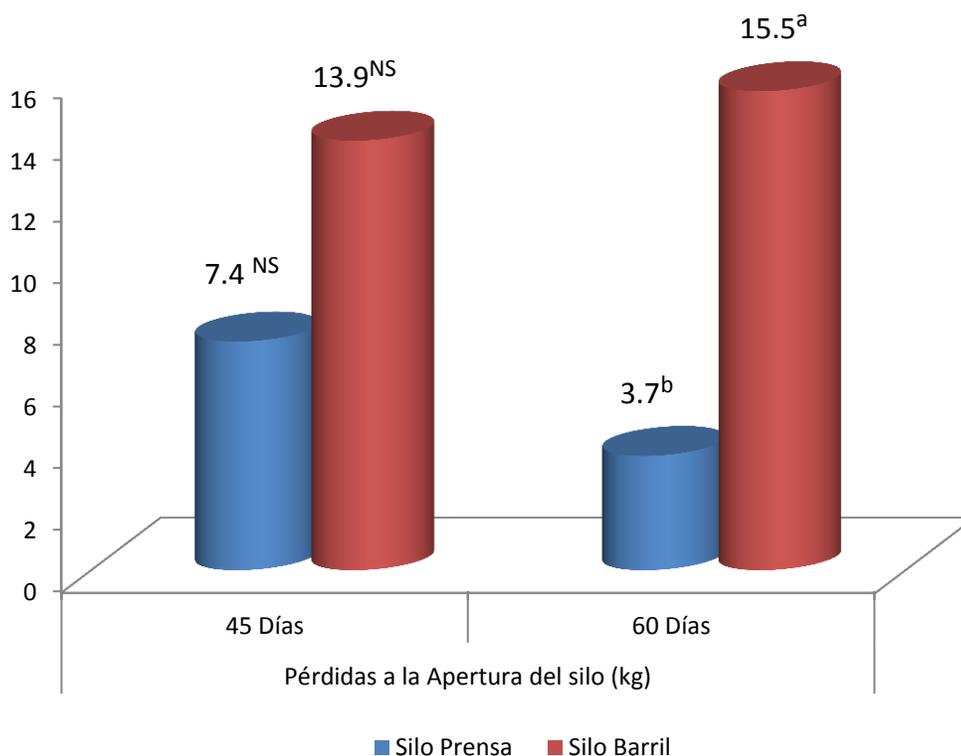
### 4.2.3. Pérdidas de peso del material ensilado



**Grafica 3.** Pérdida de peso (kg) del material ensilado con el silo barril tradicional y el silo prensa de palanca manual a los 45 y 60 d de elaborado.

Se calcularon las pérdidas de peso del material inicial ensilado, tanto con el silo prensa de palanca manual como con el silo barril tradicional (Grafica 3), encontrándose que a los 45 d., los ensilajes elaborados con el silo prensa y silo barril tradicional no mostraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), aunque los primeros tuvieron pérdidas ligeramente menores que los elaborados con el silo barril tradicional (2.96 kg vs 4.02 kg respectivamente), de igual manera, la misma tendencia se encontró al calcular las pérdidas de material a los 60 d. de elaborados los silos (2.5 kg vs 3.4 kg) para los ensilajes con silo prensa y silo barril tradicional.

#### 4.2.4. Pérdidas de material al momento de la apertura de los silos



**Grafica 4.** Kilogramos de pérdidas obtenidos en los ensilajes elaborados con el silo barril tradicional y silo prensa de palanca manual a los 45 y 60 d de elaborado.

Al momento de la apertura de los silos se cuantificaron las pérdidas de material ensilado (Grafica 4), observando que a los 45 d. no se encontraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre las pérdidas sucedidas en los ensilajes elaborados con el silo barril tradicional (13.9 kg) comparadas con las obtenidas en los ensilajes elaborados con silo prensa (7.4 kg). Al cuantificar las pérdidas a los 60 d se encontró diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) siendo para el silo barril tradicional de 15.5 kg respecto a los ensilajes elaborados con el silo prensa (3.7 kg). Estos resultados se atribuyen al grado de compactación (densidad del material ensilado) al momento de elaborar los silos, obteniéndose menores pérdidas en forma general en los ensilajes elaborados con el silo prensa de palanca manual.

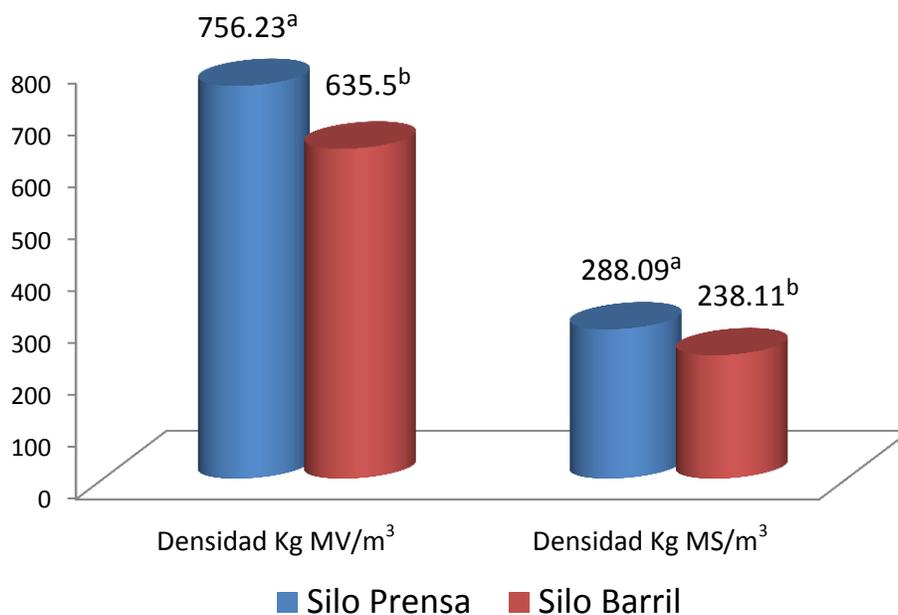
Al respecto Chalacan y Valencia (2011) mencionan que en los ensilajes conservados los productores tienen que considerar que existen pérdidas que son evitables e inevitables y las mismas dependen del sistema tecnológico empleado, sin embargo la magnitud de las pérdidas no pueden ser cuantificadas hasta que los silos no comienzan a utilizarse, dado el carácter hermético que lleva implícito el proceso.

No todos los ensilajes son iguales o se comportan igual frente a un mismo manejo. Hay diferentes deterioros de calidad frente a las horas que pasan y el efecto negativo de la exposición al aire de la cara expuesta del material. Esto significa que existen ensilajes que son más propensos a sufrir el deterioro aeróbico después de la apertura del silo, son llamados ensilajes inestables y se caracterizan por calentarse rápidamente cuando son expuestos al aire. Las pérdidas en estos casos son significativas (Filho y Mahamad ,2010).

Reyes, *et al.* (2009) mencionan que normalmente, los silos tipo “montón” y los de “bolsa” son los que presentan mayores pérdidas superficiales, porque tienen una mayor superficie expuesta en relación a su volumen, mientras los silos tipo “bunker” o “trinchera” tienen menos superficie expuesta.

En tal sentido el primer paso para reducir las pérdidas es lograr una buena compactación que expulse al máximo el aire remanente entre las partículas de forraje, además de un sellado rápido y completo (Reyes, *et al.*, 2009), Esta afirmación coincide con los resultados obtenidos en los ensilajes elaborados con el silo prensa debido a una mejor compactación del material ensilado.

#### 4.2.5. Densidad del material ensilado



**Grafico 5.** Densidad del material ensilado en base verde y base seca para los ensilajes elaborados con silos prensa y silo barril tradicional

Al evaluar la densidad del material ensilado (Grafica 5), se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) para la densidad del material verde ensilado entre los silos elaborados con el silo prensa ( $756.23 \text{ kg MV m}^{-3}$ ), en cambio los de silo barril tradicional fue de  $120.73 \text{ kg}$  menos que los de silo prensa ( $635.5 \text{ kg MV m}^{-3}$ ).

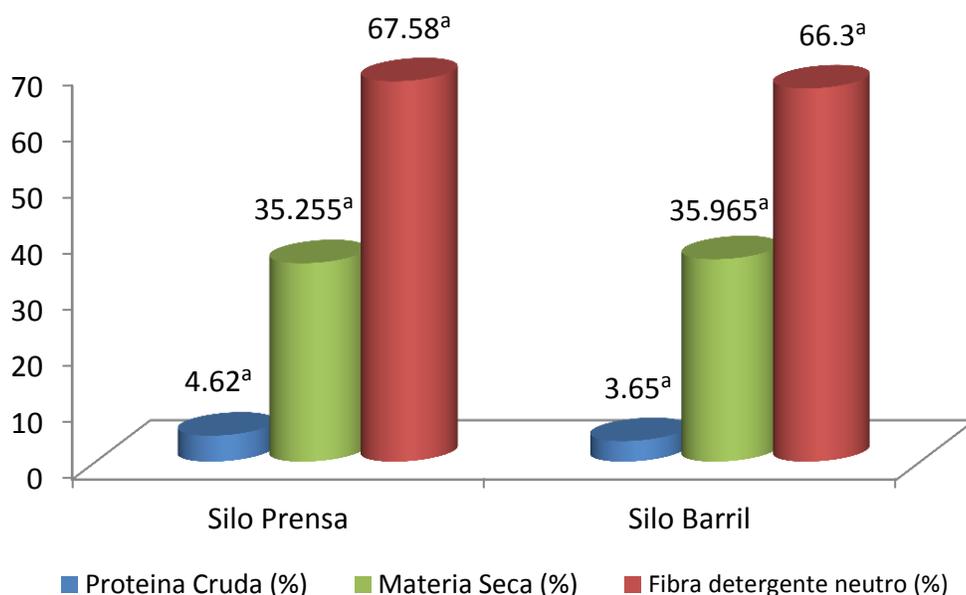
En relación a la densidad expresada en materia seca igual tendencia se encontró ( $288.09 \text{ kg MS m}^{-3}$  vs  $238.11 \text{ kg MS m}^{-3}$ ), esto demuestra que los ensilajes elaborados con el silo prensa tuvieron mejor compactación, logrando más kilogramos de material por metro cubico, esto en términos prácticos favorece al productor porque puede conservar mayor cantidad de alimento por unidad de área.

Clemente (2009) menciona que la densidad del material ensilado influye sobre el porcentaje de pérdidas que sufrirá el ensilaje, Así mismo esto influye sobre el contenido de materia seca y materia verde y define la porosidad que presenta el silo. A menor densidad se alarga la fase aeróbica afectando el proceso fermentativo del silo y por ende menor producción de ácido láctico.

Ruppel (1992) determinó que la mayor densidad obtenida en un silo tiene influencia directa sobre el contenido de materia seca y el porcentaje de pérdidas que esta sufre. A su vez plantea que la densidad mínima de un silo debería alcanzar  $225 \text{ kg M.S. m}^{-3}$  ( $650 \text{ kg M.V m}^{-3}$  para un 35 % de M.S.) para lograr pérdidas aceptables del silo, densidades de entre los  $225\text{-}240 \text{ kg M.S m}^{-3}$  producen pérdidas entre el 16-17%.

Holmes and Muck (2004) y Holmes (2005) mencionan que una mínima densidad del material ensilado debe ser de  $240 \text{ kg MS m}^{-3}$  para evitar la excesiva perdida de material ensilado. De igual forma Holmes and Muck (2008) al evaluar la porosidad y densidad de los ensilajes, recomiendan que a una densidad de  $240 \text{ kg MS m}^{-3}$  la porosidad del silo no debe exceder el 30-40% para considerar como silo de buena calidad y con una adecuada porosidad.

### 4.3 Características Químicas de los ensilajes



**Grafica 6.** Resultados bromatológicos obtenidos de los ensilajes elaborados con silo prensa y silo barril, evaluados a los 45 y 60 d de elaborados.

La Grafica 6 muestra los resultados del análisis bromatológico de los ensilajes elaborados con silo prensa y silo barril tradicional realizado a las muestras recolectadas a los 45 y 60 d., no encontrándose diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ) para los valores de proteína cruda (3.65% y 4.62%) para silo barril y silo prensa respectivamente; así mismo los valores de materia seca para silo barril (35.96%) y silo prensa (35.25%) no mostraron diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ). Igual comportamiento se encontró para la fibra detergente neutro (66.3% y 67.58%) para silo barril y silo prensa respectivamente.

#### 4.3.1 Proteína cruda (PC%)

Los valores de proteína cruda (3.65% y 4.62%) para silo barril y silo prensa respectivamente, difieren de los reportados por Urdenata y Borges (2011), quienes al evaluar *Pennisetum sp. Hybridum* cosechado entre los 50-60 d reportan valores de proteína de 6.63%, esta diferencia en los porcentajes de proteína están influenciados por la edad de corte, época de corte, grado de fertilización y el contenido de materia seca en estos materiales.

Fortes *et al.* (2012) Al evaluar la biomasa de *Pennisetum purpureum* vc Cuba CT-115, reportan valores de PC de 14.3 % a 9.1%. En hojas y de 5.7% a 3.3% en tallos a los 45 y 60 d. respectivamente. La Proteína cruda y el contenido celular se redujeron de forma similar a medida que se incrementa la edad del pasto. Sin embargo, estos indicadores en las hojas de CT-115 llegan a 105 d con una calidad aceptable para el ganado. Por la calidad que tienen las hojas en esta variedad de *Pennisetum*, se recomienda su uso cuando la misma cuenta con la mayor cantidad de follaje posible para lograr de esta forma mayor productividad

#### **4.3.2 Materia seca (MS%)**

La materia seca del producto ensilado es uno de los factores de mayor importancia, esta determina la cantidad de agua existente en el ensilaje, la cual influye en la calidad general del mismo.

Según Piñeiro *et al.*, (2004) para una correcta conservación bajo la forma de ensilado, la materia seca del cultivo a ensilar debería ser mayor al 25-30%, atendiendo a tener en cuenta que el cultivo debe estar en la mejor condición al corte, para evitar la pérdida de azúcares que no favorecen la acción de los lactobacilos.

La materia seca es importante como controladora de la calidad del proceso fermentativo. Vallejo (1995) indica que cuando el contenido de MS en el material a ensilar sobrepasa el 25%, se reduce el nivel de efluentes y las pérdidas de carbohidratos por esta vía, además afirma que disminuye las pérdidas por respiración. (Ojeda *et al.*, 1991, citado por Betancourt *et al.* (2005) menciona que el valor óptimo para la conservación se sitúa entre 30 y 35% de contenido de materia seca.

Estos resultados de materia seca obtenidos tanto para silajes elaborados con el silo prensa de palanca manual como los elaborados con el silo barril artesanal se encuentran dentro del rango que menciona Betancourt *et al.*, (2005).

En un ensilaje con contenido de materia seca encima de 35% puede ser considerado de buena calidad. Por otro lado, el aumento de humedad está asociado con proteólisis, producción de aminas y ácido butírico, disminuyendo la calidad de los ensilajes. Según Leibensperger y Pitt (1987), citado por Ribeiro (2007).

### 4.3.3 Fibra detergente neutra (FDN %)

La fibra detergente neutra (FDN) representa los componentes de la pared celular de las plantas (hemicelulosa, celulosa, lignina, etc.). En un buen silo de maíz, con mucho grano esta fracción no supera el 45 %, base seca. No siempre un alto valor de FDN (> 47 %) implica un alimento de tipo "fibroso", todo depende de su composición química (grado de lignificación) y del tamaño de las partículas (Castro y Gallardo, 2011).

La FDN es el constituyente mayoritario de los forrajes. Su importancia para los animales radica en la digestibilidad de los alimentos, su influencia sobre la velocidad de tránsito y el hecho de que constituye un sustrato importante para el crecimiento de los microorganismos del rumen, factores directamente relacionados con la salud y rendimientos productivos de los animales (Pineda y Román, 2012).

Los forrajes pueden contener de 30 hasta 90 % de fibra (fibra neutra detergente). En general, cuanto más alto es el contenido de fibra, más bajo es el contenido de energía del forraje.

Roncallo *et al.* (2012) Al evaluar rendimientos en forrajes de corte no encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) para la FDN (valores entre 68.70 % - 71.50 %); sin embargo, los contenidos de FDN encontrados fueron superiores a los valores reportados por Correa *et al.* (2004), Correa (2006) y Gonzáles *et al.* (2011), donde se reportaron valores entre 54,5 % y 56,5 % para el FDN.

## V. CONCLUSIONES

- Las características organolépticas presentadas por el ensilaje elaborado con la silo prensa de palanca manual fueron catalogadas entre excelente a buena superando a los ensilajes obtenidos con el silo barril tradicional los que fueron valorados entre buenos a regulares.
- En relación a las pérdidas de material, los ensilajes elaborados con el silo barril tradicional tuvieron mayores pérdidas respecto a los ensilajes con la silo prensa de palanca manual, esto se observó con mayor evidencia a los 60 d. de aperturado los silos.
- La mejor compactación obtenida en los ensilajes elaborados se consiguió en la silo de prensa de palanca manual ( $288.09 \text{ kg MS m}^{-3}$ ), superando en  $49.98 \text{ kg MS}$  al ensilaje con silo barril tradicional.
- Las características químicas (MS %, PC %, FDN %) fueron similares en ambos tipos de ensilajes.

## VI. LITERATURA CITADA

AOAC. 1984. Official methods of analysis. Washington, DC, US: Association of Official Analytical Chemists. (en línea). Consultado el 2 de abr 2014. Disponible en <http://www.eoma.aoac.org/>

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. (12th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C., US. 1018 p. Berndt, R. S. A. 2002. Composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur. Tesis de grado en licenciatura en Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 126 p. Consultado el 5 de abr de 2014. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2002/fab524c/doc/fab524c.pdf>

Berndt, R. S. A. 2002. Composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur. Tesis de grado en licenciatura en Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia, CL. 126 p. Consultado el 5 de abr 2014. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2002/fab524c/doc/fab524c.pdf>

Betancourt, M. Gonzales, Martínez, M. 2005. Evaluación de la calidad de los ensilajes. Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. 3p. Consultado el 22 de sep. 2014. Disponible en: [http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas\\_tec/ceniaphoy/articulos/n8/arti/betancourt\\_m/betancourt\\_m.htm](http://sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n8/arti/betancourt_m/betancourt_m.htm)

Blanco, A.M. 2009. Confección y calidad de las Reservas. Forrajeras Balance de la dieta en sistemas con alta inclusión de ensilado. Curso de producción lechera. Sección 11 Reservas Forrajeras. Universidad de la República -Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Animal y Pasturas. Uruguay. 25p. (en línea). Consultado el 24 de sep. de 2014. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PRODUCCION%20LECHERA/TEORICOS/11%20-%20Reservas%20forrajeras%20en%20el%20tambo.pdf>

Castro, H. Gallardo, M. 2011. silaje bien manejado genera mejor resultado. ¿le salió con mucho grano? Sitio argentino de Producción Animal. Instituto de Patobiología, CNIA-INTA Castelar. mgallardo@cniainita.gov.ar www.produccion-animal.com.ar. 1 – 3 p. En línea. Consultado el 23 de sep. 2014. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_silos/168-mucho\\_grano.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/168-mucho_grano.pdf).

Chaverra, H; Bernal, J. 2000. El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Bogotá DC, CO. Ed. Tercer Mundo. (en línea). Consultado el 21 de may 2014. Disponible en <http://books.google.com.ni/books?id=npMY5vJ1PQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Clemente, G. 2009. Densidad de silajes, tenerla en cuenta es ganar más dinero en los tambos. Universidad Nacional de Villa María, Revista Producir XXI, p 37-44. Consultado el 4 de sep. 2014. Disponible en: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Clemente, G., Monge, J.L. 2012. Calculo de densidad de ensilaje. Cámara Argentina de Contratistas Forrajeros. Hoja de Cálculo xls.

Correa H. 2006. Calidad nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote (en línea). Consultado: el 24 de septiembre de 2014. Livest Res Rural Dev 18(6), disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/corr18084.htm>;

Correa H, Cerón J, Arroyave H, Henao Y, López A. 2004. Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. En: IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. Medellín, Colombia: Cooperativa Colanta, pp. 231-274

Evangelista, L. J. M.; Ortega, M. J. A. 2006. Mejora del proceso de ensilaje de maíz por adición de lactosuero. Tesis Ingeniería Agroindustrial. Instituto de ciencias agropecuarias. Universidad autónoma del estado de Hidalgo, Tulancingo, MX. 62 p. Consultado 6 de abr 2014. Disponible en: <http://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/handle/123456789/10675>

Fortes, D.; Herrera, R.S.; García M.; Cruz, A. M.; Romero A. 2012. Composición química de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 46, Número 3,(en línea) Consultado el 25 de sep. de 2014. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193025294016>

Filho, R. A. Mohamad, L. 2010. Estrategias para mejorar la estabilidad aeróbica del ensilaje. Esp. p 58-62. (En línea). Consultado el 4 de sep. 2014. Disponible en: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

González I, Betancourt M, Fuenmayor A, Lugo M. 2011. Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela. Zootecnia Trop 29(1):103-112.

Gutiérrez, L. M. 2009. Evaluación práctica de silajes y henolajes empaquetados. Unidad Integrada Balcarce – Facultad de Ciencias Agrarias, UNM dP – EEA Balcarce, INTA. 3 p. Consultado el 28 de abr 2014. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_silos/129-evaluacion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/129-evaluacion.pdf)

Holmes, B. J. and Muck R. E. 2004. Managing and designing bunker and trench silos (AED-43). University of Wisconsin Board of Regents.

Holmes, B.J. 2005. Store Density Spreadsheet. Documentation. University of Wisconsin-Madison. 2p. (en línea) Consultado el 23 de sep. 2014. Disponible en: <http://www.learningace.com/doc/2055525/df2412997cd443f86e6a46c8427a9630/documentati onstoragedensity>

Holmes, B. J. and Muck R. E. 2008. Packing Bunker and Pile Silos to Minimize Porosity. University of Wisconsin Board of Regents. Pp 2. (en línea). Consultado el 24 de sep. de 2014. Disponible en <http://fyi.uwex.edu/forage/files/2014/01/Porosity-FOF.pdf>

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2010. Instituto de estudios territoriales. Consultado el 5 de may 2014. Disponible en: <http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ineter.gob.ni%2F&ei=Fa6XUvGUOtS0kQepsoDADQ&usg=AFQjCNGCc0vxSQ7vOET1OcR3QPsj1OzWCA&bvm=bv.57155469,d.eW0IPCV>

Maza, A. Vergara, G. O. Paternina, D. E. .2010. Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) más yuca fresca (*Manihot esculenta*) Chemical and organoleptic evaluation of maralfalfa silage (*Pennisetum sp.*) plus fresh cassava (*Manihot esculenta*) Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Semillero de Investigación en Nutrición y Alimentación Animal. Col. P. 2528- 2537. Consultado el 8 de sep. 2014. Disponible en: <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/mvz-162/V16N2A11.pdf>

Mier, M. 2009. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica en forma de micro silos para maíz forrajero, tesis Msczooty gestión sostenible, Ganadería ecológica e integrada. Universidad de Córdoba, Córdoba, CO. 66 p. (en línea) Consultado el 17 de sep. De 2014. Disponible en: [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/22\\_11\\_37\\_maritza.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/22_11_37_maritza.pdf)

Pineda, C.; Roman, W. 2012. Composición química de la biomasa verde y amonificada con diferentes niveles de urea del pasto cubano (*pennisetum purpureum pennisetumtyphoides*), CV CT-115. Tesis. Ing. zoo. Universidad Nacional Agraria, facultad de ciencia animal. Managua, NI. 11p.

Piñero, G.; Gutiérrez, L.; Rossi, V. 2004. Manual Práctico LactoSilo para lograr ensilados de alta calidad: Ensayo: na 63 efecto de la aplicación de un inoculante enzimático en la calidad nutricional y fermentativa: silaje de grano húmedo de sorgo. Unidad Integrada Fac. Cs. Ag. UNMdP-INTA EEA. Balcarce. INTA EEA Viedma, Rio Negro. (En línea). Consultado el 21 de sep. 2014. disponible en: [http://es.beckerunderwood.com/media/products/resources/Nuevo\\_MANUAL\\_LACTOSILO\\_2010\\_491BCFEEFFE26.pdf](http://es.beckerunderwood.com/media/products/resources/Nuevo_MANUAL_LACTOSILO_2010_491BCFEEFFE26.pdf).

Quiroz, C. M. A. M. 2009. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de micro silos para maíz forrajero. Trabajo de fin de master, Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba, ES. 66 p. consultado el 4 de abr 2014. Disponible en: [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/22\\_11\\_37\\_maritza.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/22_11_37_maritza.pdf).

Reyes, N.; Mendieta, B.; Fariñas, T.; Mena, M.; Cardona, J.; Pezo, D. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Manual técnico No. 91, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Managua, NI. 100 p. Consultado el 4 de may 2014. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/gamma/mesoterra/manuales/Ensilaje.pdf>

Ribeiro, P. L. G. Rodríguez, N. M. Gonçalves, L. C. Ananías, P. D. 2007. Consideraciones sobre ensilajes de sorgo. Jornada sobre Producción y Utilización de Ensilajes. Dpto. Zootecnia, Universidad Federal de Minas Gerais. 57-68 p. en línea consultado el 23 de sep.2014.disponible en: [http://www.cpatia.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB1703.pdf](http://www.cpatia.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1703.pdf)

Roncallo, F. B.; Sierra, A.A.M.; Castro, R.E. 2012. Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco. Sección Alimentación y Nutrición Animal. Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria (2012) 13(1), 71-78pp (en línea). Consultado el 24 de sep. de 2014. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/RevistaCientificaCorpoica-Capitulo09.pdf>

Ruppel, K.A. 1992. Effect of Bunker Silo Management on Hay Crop Nutrient Preservation. M.S. Thesis. Cornell University, Ithaca, NY. MidWest Plan Service. Ames, IA.

Tobías, C. 2000. Inóculos bacterianos, una alternativa para mejorar el proceso fermentativo en los ensilajes tropicales. Revista, nutrición animal tropical 6.129-133 p. (en línea) consultado el 17 de sep. De 2014 disponible en: [http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/inoculos\\_bacterianos\\_una\\_alternativa\\_para\\_mejorar\\_el\\_proceso\\_fermentativo\\_en\\_los\\_ensilajes\\_tropicales.pdf](http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista/inoculos_bacterianos_una_alternativa_para_mejorar_el_proceso_fermentativo_en_los_ensilajes_tropicales.pdf)

Urdaneta, J.; Borges, J.A. 2011. Características organolépticas, fermentativas y nutricionales de silajes Mixtos de *Pennisetum spp.* Hibridum. INIA, Mundo Pecuario, VII, N° 2, 58-63, 2011. (en línea). Consultado el 25 de sep. de 2014. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/33443/1/articulo1.pdf>.

Vallejo, M. A. 1995. Efecto del premarchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE 115p

# **A N E X O S**

**Anexo 1.** Perdidas de material al momento de la apertura de los silo barril



**Anexo 2.** Perdida de material al momento de la apertura del silo prensa de palanca manual



**Anexo 3.** Toma de muestras con el densímetro artesanal



**Anexo 4.** Toma de muestra con el densímetro

