



“Por un desarrollo Agrario,
Integral y Sostenible”

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

Trabajo de Graduación

Calidad bromatológica del ensilaje de hoja de plátano (*Musácea: variedad FHIA- 01*) con dos niveles de inclusión de levadura de *Torula (Candida utilis)* más melaza

AUTORES

Oscar Danilo Téllez Altamirano
Víctor Antonio Méndez Altamirano

ASESORES:

Ing. Domingo José Carballo Dávila MSc.
MV. Omar Navarro Reyes

MANAGUA, NICARAGUA, JUNIO, 2014

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 parcial para optar al título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Miembros del tribunal Examinador

Msc. Rosario Rodríguez Pérez
Presidente

Ing. Marcos Antonio Jiménez Campo
Secretario

Ing. Jannin Ronaldo Hernández Blandón
Vocal

Managua, Nicaragua, 12 de Junio del 2014

ÍNDICE DE CONTENIDO

	SECCIÓN	PÁGINA
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	iii
	ÍNDICE DE CUADROS	iv
	ÍNDICE DE ANEXOS	v
	RESUMEN	vi
	ABSTRACT	vii
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
	2.1. Objetivo general	3
	2.2. Objetivos específicos	3
III.	METODOLOGÍA	4
	3.1. Localización del ensayo	4
	3.1.1. Suelo y clima	4
	3.2. Diseño metodológico	4
	3.3. Elaboración de micro silos	5
	3.4. Tratamiento y diseño experimental	5
	3.5. Variables evaluadas	5
	3.5.1. Parámetros de calidad	6
	3.6. Procedimiento analítico	6
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
	4.1. Materia Seca (MS)	7
	4.2. Proteína Bruta (PB)	8
	4.3. Fibra Neutro Detergente (FND)	9
	4.4. Ácido Láctico (AL)	10
	4.5. Ácido Acético (AC)	11
	4.6. Ácido Butírico (AB)	12
	4.7. Potencial de Hidrógeno (pH)	12
V.	CONCLUSIONES	14
VI.	RECOMENDACIONES	15

VII.	LITERATURA CITADA	16
VIII.	ANEXOS	19

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios por darme fuerza y voluntad para lograr la coronación de mi carrera.

A mis queridos padres Isabel del Carmen Altamirano Muñoz y Juan Carlos Téllez Rivera, por ser la motivación de mi vida y por mantener su confianza en mí, por darme su apoyo incondicional y por estar conmigo todo el tiempo brindándome fuerzas para salir adelante y hacer realidad mi meta de culminar mi carrera.

Oscar Danilo Téllez Altamirano

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Lic. Rosibell Altamirano Úbeda, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mi padre Lic. Francisco Javier Méndez Herrera, por mantener su confianza en mí, por darme su apoyo incondicional y por hacer realidad mi meta para culminar mi carrera.

A mi hermana Ing. Kenia Lisbeth Méndez Altamirano, por su apoyo incondicional y un ejemplo a seguir.

Victor Antonio Méndez Altamirano

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le damos gracias a nuestros padres por apoyarnos en todo momento por los valores que nos han inculcado, y por habernos dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de nuestras vidas, sobre todo por ser grandes ejemplos de vida para nosotros.

A nuestros familiares y amigos que de una u otra forma nos apoyaron.

A nuestros asesores Ing. Domingo José Carballo y MV. Omar Reyes Navarro, por guiarnos en nuestro trabajo de graduación.

A todos los profesores que nos brindaron sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera. En especial a: Lic. Damaris Mendieta a quien le agradecemos su confianza, apoyo y dedicación de su tiempo, por haber compartido con nosotros sus conocimientos y sobre todo su amistad.

Oscar Danilo Téllez Altamirano
Víctor Antonio Méndez Altamirano

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
Cuadro 1.	Comparación de medias para la variable, Materia Seca a diferentes niveles de inclusión de levadura de <i>Torula (Candida utilis)</i> en el ensilaje de hoja de plátano (<i>Musácea, Variedad FHIA-01</i>) Santa Rosa, Managua, Nicaragua	7
Cuadro 2.	Comparación de medias para la variable Proteína Bruta a diferentes niveles de inclusión de levadura de <i>Torula (Candida utilis)</i> en el ensilaje de hoja de plátano (<i>Musácea, Variedad FHIA-01</i>) Santa Rosa, Managua, Nicaragua	8
Cuadro 3.	Comparación de medias para la variable Fibra Neutro Detergente a diferentes niveles de inclusión de levadura de <i>Torula (Candida utilis)</i> en el ensilaje de hoja de plátano (<i>Musácea, Variedad FHIA-01</i>) Santa Rosa, Managua, Nicaragua	9
Cuadro 4.	Comparación de medias para la variable Ácido Láctico a diferentes niveles de inclusión de levadura de <i>Torula (Candida utilis)</i> en el ensilaje de hoja de plátano (<i>Musácea, Variedad FHIA-01</i>) Santa Rosa, Managua, Nicaragua	10
Cuadro 5.	Comparación de medias para la variable Ácido Acético a diferentes niveles de inclusión de levadura de <i>Torula (Candida utilis)</i> en el ensilaje de hoja de plátano (<i>Musácea, Variedad FHIA-01</i>) Santa Rosa, Managua, Nicaragua	11
Cuadro 6.	Comparación de medias para la variable pH a diferentes niveles de inclusión de levadura de <i>Torula (Candida utilis)</i> en el ensilaje de hoja de plátano (<i>Musácea, Variedad FHIA-01</i>) Santa Rosa, Managua, Nicaragua	12

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
Anexo 1.	Picado del material a ensilar	20
Anexo 2.	Elaboración de micro silos (llenado de las bolsas)	20
Anexo 3(a).	Pesaje de micro silos	21
Anexo 3(b).	Pesaje de micro silos y aplicación de la levadura de torula más melaza	21
Anexo 4.	Material ensilado	21
Anexo 5.	Medición del pH de la levadura más melaza	22
Anexo 6.	Análisis de muestra para resultados de AGV	22

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar la calidad bromatológica (materia seca MS, proteína bruta PB, fibra neutro detergente FND), ácidos grasos volátiles AGV (ácido láctico, ácido acético, ácido butírico) y pH del ensilaje de hoja de plátano (*Musácea; variedad, FHIA-01*), con dos niveles de inclusión de levadura de Torula (*Candida utilis*). El muestreo se realizó en la granja porcina y en los laboratorios de bromatología y microbiología de la Facultad de Ciencia Animal de la UNA. Los micro silos fueron conservados por 30 días. Los tratamientos evaluados fueron dos niveles de inclusión de levadura de Torula (*Candida utilis* al 0.5 y 1%). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones. El tratamiento uno (T1) consistió en hoja de plátano; el tratamiento dos (T2) en hoja de plátano+melaza+0.5% levadura de Torula y el tratamiento tres (T3) en hoja de plátano+melaza+1% levadura de Torula. Los resultados de la calidad bromatológica para MS por tratamiento fueron para T3:17.68%, T2: 17.22% y para T1: 16.46%. La PB alcanzó valores de: 14.08%, 13.50%, 13.12% para T3, T1 y T2, respectivamente. La FND presentó valores por tratamiento de T1: 67.80%, T3: 61.32% y T2: 56.39. Para los AGV, los resultados fueron para ácido láctico: T2 con 1.25%, T3 con 1.19% y T1 con 0.74%; para ácido acético T1 con 2.46%, T2 con 1.44% y T3 con 1.40; para ácido butírico no hubo presencia en ninguno de los tratamientos. Los resultados para el pH fueron para T1: 6.75%, para T3: 4.17% y para T2: 4.07. Con base en estos resultados, el T3 presentó mejor resultado en la calidad bromatológica y pH, superando al resto de los tratamientos, aunque obtuvo mejor resultado el T2 para el caso del ácido láctico. El uso de levaduras y melaza en el ensilaje mejora su calidad bromatológica.

Palabras clave: materia seca, proteína bruta, fibra neutro detergente, ácidos grasos volátiles, pH.

ABSTRACT

The present study was conducted to determine the bromatological quality (dry matter DM, PB crude protein, neutral detergent fiber NDF), VFA volatile fatty acids (lactic acid, acetic acid, butyric acid) and pH of the silage banana leaf (musaceas; variety, FHIA-01) with two levels of inclusion Torula yeast (*Candida utilis*). Sampling was conducted at the pig farm and in food science and microbiology laboratories of the Faculty of Animal Science UNA. The microsilos were kept for 30 days. Treatments consisted of two levels of inclusion Torula yeast (*Candida utilis* 0.5 and 1%). The treatments were distributed in a completely randomized design (DCA) with three replications. Treatment one (T1) consisted of banana leaf; treatment two (T2) in banana leaf + molasses +0.5 % Torula yeast treatment and three (T3) in banana leaf molasses + 1 % Torula yeast. The results of the quality bromatological MS for treatment were to T3: 17.68%, T2: 17.22% and T1: 16.46%. The PB values reached: 14.08%, 13.50%, and 13.12% for T3, T1 and T2, respectively. The values presented FND treatment T1: 67.80%, T3: 61.32% and T2: 56.39%. For the AGV, the results were to lactic acid: 1.25% with T2, T3 with 1.1933 % and 0.7400 % T1; for acetic acid with 2.46% T1, T2 and T3 with 1.44% to 1.40; for butyric acid were not present in any of the treatments. The results for pH were for T1: 6.75 for T3: 4.17 and T2: 4.07. Based on these results, the T3 showed better results in the bromatological quality and pH, outperforming the rest of the treatments, although the best result obtained for the case T2 lactic acid. Using yeast and molasses in silage quality improves bromatological.

Keywords: dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, volatile fatty acids, pH.

I. INTRODUCCIÓN

Anualmente se produce una cantidad considerable de materia orgánica representada por material vegetal en los diversos procesos de la producción agrícola, pero sólo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación tanto humana como animal, dejando a la deriva una gran cantidad de mal llamados desechos, los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental.

Generalmente los desechos son considerados un problema para el productor, ya que no cuentan o no conocen alternativas de manejo para poder dar un uso apropiado a estos residuos. En algunos casos el manejo inadecuado de estos residuos y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación (Villalba *et al.*, 2011).

Por tal razón es necesario adoptar tecnologías y estrategias que conlleven a mejorar la disponibilidad de forrajes de buena calidad a bajos costos durante la época seca; tales como, las de conservación de forraje que permita que el exceso de forraje que se produce en la época lluviosa pueda ser guardado para ser utilizado en la época de escases (Acevedo y Zeledón, 2009).

Con la necesidad de aplicar estrategias de manejo de los residuos agroindustriales de nuestro país y que estén al alcance de los productores, surge la idea de preparar ensilajes con dicho material y de esta forma dar un óptimo uso y disminuir el impacto ambiental, también es importante resaltar que dicha estrategia permite ofrecer alimento a los animales, por esta razón es necesario evaluar la calidad de dicho alimento.

Adicionalmente, en ausencia de forrajes complementarios o suplementos durante el período seco, los animales muestran una pérdida de condición corporal debida a la movilización de sus propias reservas, lo cual redundará en una disminución en la producción de leche, acortamiento del período de lactancia, pérdida de peso, ausencia de celo, disminución de la tasa de preñez y en casos extremos en la muerte de los animales (Reyes *et al.*, 2009)

Es eminente la búsqueda de alternativas alimenticias de buena calidad, que permitan bajar los costos de alimentación en la producción animal.

Por ello el ensilaje es una práctica que permite la conservación de los forrajes en estado verde o de semidesecación, a través de un proceso de fermentación en condiciones anaeróbicas, en las que ocurren una serie de cambios químicos y físicos, durante el período en que el mismo es almacenado en el silo (Boschini y Elizondo, 2003).

Según Garcés *et al.*, (2007) el ensilaje es que es un proceso de conservación de forrajes en estado húmedo, mediante fermentación microbiana que conduce a la acidificación, en unos reservorios especiales denominados silos.

A medida que un forraje es cortado, cosechado y almacenado, pérdidas en materia seca, cantidad y calidad nutricional, ocurren inevitablemente. Estas pérdidas son debidas a enzimas que degradan la planta luego del corte. Las enzimas pueden originarse desde la misma planta que está muriendo o por bacterias y otros microorganismos (Reyes *et al.*, 2009).

El objetivo del ensilaje es detener estas reacciones enzimáticas para minimizar pérdidas de energía, proteína y otros nutrientes. Por lo cual, el ensilaje puede ser definido simplemente como un método de conservación de forraje en el cual la mayoría de la energía, proteínas y otros nutrientes que se hallaban originalmente en la planta, permanecen en una forma que pueden ser utilizados eficientemente.

Según López (1989), la conservación de los forrajes por fermentación natural o ensilaje, se presenta como una de las mejores alternativas para el trópico, por presentar una menor dependencia de las condiciones climatológicas, y de conservar el material en su estado óptimo de crecimiento y valor nutritivo.

De manera que esto dio pie a que en el presente trabajo se evaluara la calidad nutricional de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción musáceas mediante las características bromatológicas.

El ensilado mixto de materiales de alto valor nutritivo durante los períodos de escasez de forraje, proporciona una fuente alimenticia muy beneficiosa para el desarrollo de los animales (Urdeneta y Borges, 2011).

Entre estas alternativas encontramos el uso de follaje de árboles y arbustos forrajeros para la alimentación del ganado mayor y menor, que actualmente cobra importancia, por ser fuente económicamente accesible de nutrientes.

En este sentido reviste gran importancia la elaboración de este trabajo de tesis para la generación de información sobre producción y composición química de la biomasa forrajera de la hoja de plátano (*Musácea, variedad FHIA-01*), permitiendo conocer su potencial de producción y calidad, atendiendo además al poco conocimiento sobre esta especie como fuente de alimento animal.

Con el cultivo de banano se producen grandes cantidades de biomasa forrajera. Para una cosecha de frutos promedio 1,5 veces al año, la biomasa forrajera puede ascender a 13 t/ha/año (Ffoulkes *et al.*, 1977).

El follaje de plátano contienen grandes cantidades de polifenoles totales (hasta el 8% MS), principalmente en las hojas, pero muy pocos taninos condensados (Magdeleine *et al.*, 2010). Con estas características es probable que el efecto de estos compuestos permita un mayor tiempo de conservación, si se piensa en la conservación de alimentos para animales.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de inclusión de dos niveles de levadura de *Torula (Candida utilis)*, sobre la calidad bromatológica, pH y AGV de la biomasa de la hoja de plátano (*Musácea, variedad FHIA-01*) en ensilaje.

2.2. Objetivos específicos

- Valorar la calidad bromatológica (MS, PB, FND), AGV y pH de la biomasa ensilada de la hoja de plátano (*Musácea, variedad FHIA-01*), a los 30 días, utilizando dos niveles de inclusión de levadura de *Torula (0.5 y 1%)*.
- Estimar el nivel de inclusión de levadura de *Torula (Candida utilis)* utilizado en el proceso de ensilaje de la hoja de plátano (*Musácea, variedad FHIA-01*) con mayores contenidos nutricionales.

III. METODOLOGÍA

3.1. Localización

El presente ensayo se realizó en los laboratorios de bromatología y microbiología de la Finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria, Managua, ubicada a 12⁰ 08' 15" latitud norte y 83⁰ 09' 36" longitud oeste, a 56 msnm (INETER, 2014).

3.1.1. Suelo y Clima

Según Hernández *et al.*, (2003) los suelos de la Finca Santa Rosa son de textura franco arenoso, presentando 22.5% de arcilla, 32.0 % limo y 50.0% arena; presentan buen drenaje.

Estos suelos tienen alto porcentaje de materia orgánica y nitrógeno (4.77% y 0.23% respectivamente y presentan 13.2 ppm de fósforo; 1.67 meq/100 g de potasio y un pH de 7.3) clasificado como ligeramente alcalinos (Quintana *et al.*, 1983 citado por Hernández *et al.*, 2003).

La zona presenta una época seca definida entre noviembre y abril y una temporada lluviosa de mayo a octubre. La precipitación promedio anual es de 1200mm con una temperatura media anual de 27.3 °C y una humedad relativa anual de 72% (INETER, 2014).

3.2. Diseño metodológico

En el presente estudio se utilizó el proceso de ensilaje de hoja de plátano (*Musácea, variedad FHIA-01*), con levadura de Torula (*Candida utilis*), como posible mejorador de la calidad nutritiva de la biomasa de forraje verde, con lo cual se busca dar respuesta a la problemática de la alimentación animal en épocas de escasos por medio de la conservación de forraje, mejorando y conservando su calidad.

Fue necesario establecer la variabilidad de los parámetros de calidad, mediante un análisis de laboratorio con el fin de obtener información sobre los elementos de mayor aporte y los elementos limitantes. En este sentido el presente estudio se enmarca dentro de un plan de investigación nutricional básico (Ruiz, 1980 citado por Toruño, 2011).

Para la determinación de los parámetros de calidad: Materia Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Neutra Detergente (FND), Ácidos Grasos Volátiles (AGV) y pH, se utilizó la metodología del análisis de Weende o Análisis Proximal (AOAC, 2013).

3.3. Elaboración de micro silos

Se seleccionó el material a ensilar con las hojas que presentaban mejores características en cuanto a color, textura y tamaño. La hoja de musácea fue cortada a una edad de 1 año en la granja porcina de la Facultad de Ciencia Animal (FACA). ya que la gran variedad de la población de plátanos en Nicaragua son musáceas enanas y su periodo de corte del fruto es a los 7 meses y en las especies criollas es a la edad de 1 año.

Se procedió al corte del material de forma manual con un machete, luego al lavado del material y un pre secado de 1 hora. El picado del material a ensilar se realizó de forma manual con machetes, a un tamaño promedio de 3 cm, con una duración del proceso de aproximadamente 90 min, posteriormente procedimos al pesaje del material mediante una balanza mecánica.

Se realizó la mezcla de los aditivos (melaza y levadura de *Torula*); que fueron adicionados de forma homogénea al material a ensilar, luego se procedió al llenado de las bolsas y apisonamiento del material para un sellado completo.

La melaza utilizada fue la normalmente distribuida en el país. Se tomaron muestras de las materas primas utilizadas para su posterior análisis químico en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional Agraria.

Los micro silos fueron rotulados según cada tratamiento y repetición, ubicados en un cuarto protegidos de los rayos solares.

3.4. Tratamiento y diseño experimental

Los tratamientos evaluados consistieron en dos niveles de inclusión de levadura de *Torula Candida utilis* (0.5 y 1%) distribuidos en un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones por tratamiento.

El T1: hoja ensilada sin aditivo

El T2: hoja ensilada con 0.5% de levadura más melaza

El T3: hoja ensilada con 1% de levadura más melaza

3.5. Variables evaluadas

Fue de interés en este ensayo, la evaluación de la composición química de la biomasa forrajera de la hoja de plátano (*Musácea, variedad FHIA-01*). Se probó la aplicación de dos niveles de inclusión de levadura de *Torula (Candida utilis)* sobre el ensilaje, el que fue abierto a los 30 días. Como variables se incluyeron parámetros de calidad.

3.5.1. Parámetros de calidad

Para la determinación de los parámetros químicos de la calidad se tomó una muestra compuesta de aproximadamente 1000 g por tratamiento y repetición, que fue procesada en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria.

Los parámetros incluidos fueron:

- Materia seca (%)
- Proteína Bruta (%)
- Fibra Neutro Detergente (%)
- Ácido Láctico (%)
- Ácido Acético (%)
- Acido Butírico (%)
- pH

3.6. Procedimiento analítico

Para las variables de estudio MS (%), PB (%), FND (%), AGV (%) y pH se realizó un análisis de varianza utilizando el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Es una observación cualquiera de los parámetros bajo estudio.

μ : Es la media poblacional de los parámetros.

T_i : Es el efecto del j -ésimo tratamiento.

ε_{ij} : Error experimental

Para las variables porcentuales, se realizaron las transformaciones mediante el arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción, con el fin de ajustar los datos porcentuales a una distribución normal (Steel y Torrie, 1988). Posteriormente se realizaron comparaciones de medias mediante la prueba de Tuckey.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Materia Seca

El porcentaje de materia seca varió desde un 17.68 % hasta 16.46 % para 1 y 0 % de inclusión de levadura de Torula (*Candida utilis*) (T3 y T1) respectivamente; no existiendo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1).

Estos porcentajes de materia seca fueron comparados con 1000 g de hoja (sin ensilar) como testigo, presentando 20.76% de materia seca, tanto la muestra de hojas sin ensilar como los tratamientos fueron sometidos a un secado total de la materia, lo que llevó a la extracción total de la humedad y a obtener los resultados finales.

Cuadro 1. Comparación de medias para la variable, Materia Seca a diferentes niveles de inclusión de levadura de Torula (*Candida utilis*) en el ensilaje de hoja de plátano (*Musácea*, Variedad FHIA-01) Santa Rosa, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión)	Medias (%)	Prueba de Tuckey (5%)
T3	17.68	a
T2	17.22	a
T1	16.46	a

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del (P>0.05) según Tuckey.

La disminución de materia seca entre los tratamientos, obedece a que el material contiene gran cantidad de agua, según Berndt *et al.*, (2002), el agua que posee un ensilaje no aporta nutrientes ni energía, por lo tanto debe ser excluida durante el análisis de la muestra. Usualmente indica el grado de pre marchitamiento, reflejado en un valor de materia seca alto y en nuestros resultados un valor bajo.

Valores similares reporta Rodríguez y Fuentes (2002), quienes encontraron iguales porcentajes de materia seca en la biomasa del sorgo forrajero (*Sorghum vulgare*) el cual fue de 16.17 a los 30 días antes del corte. En nuestro estudio obtuvimos una baja relativa en el porcentaje de materia seca, posiblemente, debido al tratamiento aplicado con melaza y levadura y a la cantidad de humedad del material vegetativo ensilado diferente, a un forraje o a un cereal.

Según Reyes *et al* (2009), para un ensilaje de buena calidad de gramíneas debe presentar un contenido de materia seca igual o superior a 30%.

4.2 Proteína Bruta

En el caso de la proteína bruta, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; pero dando resultados más altos el T3 al 1% de inclusión de levadura de torula (*Candida utilis*).

El valor de la proteína bruta de la hoja de plátano sin ensilar fue de 17.87%, en tanto los tratamientos obtuvieron 14.08% para el T3 (1% levadura), T1 con 13.50% (Hoja ensilada) y el T2 con 13.13 % (0.5% levadura).

Cuadro 2. Comparación de medias para la variable, Proteína Bruta a diferentes niveles de inclusión de levadura de Torula (*Candida utilis*) en el ensilaje de hoja de plátano (*Musácea*, Variedad FHIA-01) Santa Rosa, Managua, Nicaragua

Tratamientos (% de inclusión)	Medias (%)	Prueba de Tuckey (5%)
T3	14.08	A
T1	13.50	A
T2	13.13	A

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del (P<0.05) según Tuckey.

El análisis de varianza determinó que no existe diferencias significativas (P<0.05), entre los tratamientos sobre los contenidos de proteína bruta, encontrándose que el mayor contenido lo presentó el T3 con 14.08 % PB.

García (2009), evaluando ensilaje con 99% Taiwán y 1% Melaza como aditivo, obtuvo resultados por debajo de los presentes (4.06% de PB), con relación a los resultados del presente estudio (14.08% de PB).

Westra (2000), citado por Villa *et al.*, (2008) asegura que no debe existir variación en la concentración de proteína de un buen ensilaje, sin embargo, existe la posibilidad de que parte de la proteína verdadera se convierta en otro tipo de compuesto nitrogenado como el amonio, producto de la primera fase de fermentación en el ensilaje.

Cerda y Manterola, (2010) utilizando residuos hortícolas, adujeron que el porcentaje de proteína bruta fue alto, observándose un leve descenso a los 30 días, lo cual indicaría una cierta actividad de flora proteolítica, que degradó algo de la fracción proteica. El contenido de pared celular fue bajo, no presentándose diferencias significativas entre el material fresco y el residuo.

4.3 Fibra Neutro Detergente (FND)

La fibra es el constituyente mayoritario del alimento. Su importancia para los animales radica en su influencia sobre la velocidad de tránsito, constituyendo un sustrato importante para el crecimiento de los microorganismos del rumen, factores directamente relacionados con la salud y los rendimientos productivos de los animales (Castillo y Baldizón, 2013).

La Fibra Neutro Detergente (FND), en los vegetales con alto contenido de fracción fibrosa, es fundamental conocer su dinámica digestiva en función de los componentes de dicha fracción.

El análisis de Fibra Neutro Detergente (FND) abarca todos los componentes de la pared celular (Celulosa, Hemicelulosa, Lignina y Sílice). A medida que el forraje madura, aumenta su contenido de FND, lo que determina una tasa de digestión más lenta, con mayor tiempo de pasaje por el tracto digestivo.

En términos prácticos, la FND es inversamente proporcional a la capacidad de consumo que los animales tendrán sobre ese alimento (a más FND, menos consumo voluntario).

Cuadro 3. Comparación de medias para la variable, Fibra Neutra Detergente a diferentes niveles de inclusión de levadura de *Torula (Candida utilis)* en el ensilaje de hoja de plátano (*Musácea, Variedad FHIA-01*) Santa Rosa, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión)	Medias (%)	Pruebas de Tuckey (5%)
T1	67.80	a
T3	61.37	ab
T2	56.39	a

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del ($P < 0.05$) según Tuckey.

En el cuadro 3 se pueden observar los contenidos de FND en los diferentes tratamientos, presentando diferencias significativas ($P < 0.05$). El mayor contenido fue para el tratamiento T1 (0% de levadura) y los menores para el T2 (0.5% levadura) seguido del T3 (1% levadura). Como podemos apreciar, todos los tratamientos que incluyeron levadura ejercieron influencia en la disminución del contenido de FND.

García (2009) al evaluar ensilaje con 95 % de Taiwán y 5 % de melaza, obtuvo resultados de 71.04 % para FND, valor que resulta mayor a los encontrados en el presente estudio.

Talavera y León (2012) al hacer comparaciones de medias obtuvieron resultados de 70.87 hasta 77.47% de FND en diferentes niveles de inclusión de urea en la biomasa del pasto guinea (*Panicum máximum*, Jack.) CV Colonial.

Hernández y Cuadra (2014) en su estudio de calidad bromatológica, organoléptica y pH en ensilaje de pasto cubano (*Pennisetum Purpureum x Pennisetumtiphoides*) CV. CT-115 bajo el efecto de cuatro aditivos utilizados en la conservación de forraje, obtuvieron resultados de 55.41 hasta 64.10% para FND, similares a los del presente estudio.

La FND representa los componentes de la pared celular de las plantas (Hemicelulosa, celulosa, lignina). En un buen ensilaje de maíz con mucho grano, esta fracción no supera el 45% en base seca. No siempre un alto valor de FND (> 47%), implica un alimento de tipo "fibroso", todo depende de su composición química (grado de lignificación) y del tamaño de las partículas.

4.4 Ácido Láctico

En el análisis realizado para el Ácido Láctico no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), presentando una mejora sustancial a medida que se incrementó el porcentaje de levadura en los tratamientos.

Según Reyes (2009), el valor mínimo de ácido láctico que requiere un ensilaje agradable y catalogado como de buenas características es de 5 a 9% en base seca, si se observa en la siguiente tabla, los resultados del presente estudio son relativamente bajos comparados con estas cifras.

Cuadro 4. Comparación de medias para la variable, Ácido Láctico a diferentes niveles de inclusión de Levadura de Torula (*Candida utilis*) en el ensilaje de hoja de plátano (*Musácea*, Variedad FHIA-01) Santa Rosa, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión)	Medias (%)	Pruebas de Tuckey (5%)
T2	1.25	a
T3	1.19	a
T1	0.74	a

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del ($P < 0.05$) según Tuckey.

Los mayores contenidos de ácido láctico se presentaron en el T2 (1.25%) (0.5 % levadura), seguidos por el T3 (1.19%) (1% levadura), finalizando con el T1 (0.74%) (0% levadura).

Estos resultados son inferiores a los reportados por Cárdenas *et al.*, (2003) en su experimento con gramíneas y especies arbóreas, los ensilajes mixtos fueron los que obtuvieron mayores contenidos de ácido láctico (4.5 y 5 %).

Las bacterias ácido lácticas (BAL), además de contribuir a la biopreservación de los alimentos, mejoran las características organolépticas como sabor, olor, textura y aumenta su calidad nutritiva. La acción conservadora de la BAL es debido a la inhibición de un gran número de microorganismos patógenos y dañinos para varios productos finales de la fermentación (Ramírez *et al.*, 2011).

4.5 Ácido Acético

En el análisis estadístico realizado para el Ácido Acético se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$). Al realizar la comparación de medias con la prueba de Tuckey al 5%, para el Ácido Acético se encontró que para el T1 (0% inclusión) presentó los mayores valores con una media de 2.46%, para el T2 (0.5 % levadura) con una media de 1.44 % y para el T3 (1 % levadura) con 1.40 %.

Cuadro 5. Comparación de medias para la variable, Ácido Acético a diferentes niveles de inclusión de levadura de *Torula (Candida utilis)* en el ensilaje de hoja de plátano (*Musácea, Variedad FHIA-01*) Santa Rosa, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión)	Medias (%)	Pruebas de Tuckey (5%)
T1	2.46	a
T2	1.44	b
T3	1.40	b

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del ($P < 0.05$) según Tuckey.

Roth (2001), citado por Villa *et al* (2008) asegura que la concentración de este ácido para los ensilajes evaluados fue de 2.5% para silo de maíz, valor que resulta mayor a los encontrados en el presente estudio.

Se considera que una concentración de ácido acético del 1.8% es excelente en un ensilaje, mientras que 6% se estima como muy malo.

García (2009), obtuvo resultados de 0 hasta 31.1 % de ácido acético, valores superiores al de nuestro estudio el cual presenta resultados de 1.40 hasta 2.46 % de ácido acético.

Ante esta situación, se puede esperar que la poca presencia de ácido acético garantice la mejor calidad del ensilaje, lo cual se puede comprobar mediante las características del olor, que igualmente permitan el estímulo de consumo en los animales.

Fermentación acética: Muertas las células vegetales, se desarrollan bacterias coliformes pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae, que producen ácido acético a partir del láctico. Su actividad requiere una temperatura óptima de 18-25 °C y desaparece al alcanzarse un pH de 4,2 (Roza, 2005).

4.6 Acido Butírico

En el caso del Ácido Butírico no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, pues los resultados fueron de 0% para todos.

Cuando el pH de un silaje es superior a 5 pueden actuar bacterias indeseables, como el *Clostridium saccharomises* que fermenta a los CHOS y ácidos orgánicos, produciendo ácido butírico, dióxido de carbono e hidrógeno (silaje color negro y olor a rancio). Incluso, otros M.O. proteolíticos fermentan a los aminoácidos (AA) y generan, especialmente, amonio (olor a amoníaco o a orina) y aminas (olor a pútrido). Estas últimos son potencialmente reductoras del consumo voluntario de los animales (Fernández, 1999).

La fermentación butírica se trata de procesos bacterianos no deseables y que es preciso minimizar, estos pueden presentarse debido a un mal sellado del ensilaje o a un elevado pH que favorece la proliferación de especies del género *Bacillus* que generan amoníaco cuando el pH en el silo alcanza valores superiores a 5 y se realiza la putrefacción del forraje ensilado (Roza, 2005).

Fermentaciones secundarias: La más peligrosa es la fermentación butírica a cargo de bacterias del género *Clostridium*. Se desarrollan entre 20-40° C, en competencia con las bacterias lácticas, pero necesitan un pH superior a 4. Algunas especies (proteolíticas) degradan el nitrógeno protídico del forraje hasta ácido butírico y amoníaco. Otras (sacarolíticas) degradan los azúcares y el ácido láctico hasta ácido butírico, además de acético, propiónico, etanol, butanol y otros metabolitos en menor cantidad (Roza, 2005).

4.7 Potencial de Hidrógeno (pH)

En el análisis estadístico realizado para la variable pH se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Al realizar las comparaciones de medias por la prueba de Tuckey al 5% se encontró que el T2 (4.07%) y T3 (4.17%) fueron inferiores al T1 (6.75%).

Cuadro 6. Comparación de medias para la variable, pH a diferentes niveles de inclusión de Levadura de Torula (*Candida utilis*) en el ensilaje de hoja de plátano (*Musácea, Variedad FHIA-01*) Santa Rosa, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión)	Medias	Pruebas de Tuckey (5%)
T1	6.75	a
T3	4.17	b
T2	4.07	b

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del (P<0.05) según Tuckey.

Buitrago *et al.*, (1979), citados por García (2009), mencionan que la calidad del ensilaje depende en gran parte de la acidez, la cual debe ser inferior a 4.5 y preferiblemente menor a 4.0. Analizando este parámetro fermentativo, se observó que ambos tratamientos (2 y 3) del estudio presentaron un pH dentro de los rangos establecidos para ensilajes bien fermentados.

El porcentaje de MS no ejerce acción directa sobre los sucesos que acontecen en el silo, sin embargo, casi siempre los mayores valores de pH corresponden con los menores contenidos de MS (Mc Collough, 1982 citado por García, 2009).

La melaza más la levadura influyó en la disminución del pH de los ensilados, debido al alto contenido de carbohidratos solubles fácilmente fermentables de esta. Por otro lado estos mismos resultados encontró López (1989), en su experimento de cinética de fermentación de ensilados, donde los ensilados con mayor contenido de melaza presentaron valores más bajos de pH.

V. CONCLUSIONES

- ❖ La calidad bromatológica de los tratamientos en función de las variables Materia Seca, Proteína Bruta, Ácido Láctico, Ácido Acético y pH, presentaron un mejor comportamiento con la inclusión al 1% de levadura de Torula (*Cándida utilis*) perteneciente al T3.
- ❖ Al utilizar la levadura de Torula (*Candida utilis*) más melaza, se obtuvieron resultados satisfactorios en la conservación del ensilaje, puesto que no se presentaron fermentos no deseados como el ácido butírico. Resultando finalmente con mejor comportamiento el tratamiento tres (1% levadura).

VI. RECOMENDACIONES

A partir de las experiencias acumuladas y los resultados obtenidos durante la realización de este trabajo, para futuras investigaciones relacionadas con el tema, recomendamos lo siguiente:

- ❖ Realizar estudios con niveles de inclusión más altos de levadura de *Torula (Candida utilis)*, puesto que a medida que aumentaba la inclusión se obtenían mejores resultados.
- ❖ Realizar estudios directamente con animales para determinar los efectos que estos niveles de inclusión pueden provocar sobre los mismos.
- ❖ Promover el uso de levadura de *Torula (Candida utilis)*, utilizando otras especies potenciales de plantas que generen residuos.

VII. LITERATURA CITADA

- Acevedo, V., Zeledón. 2009. Estabilidad aeróbica del ensilaje de marango con diferentes proporciones de Taiwán, caña de azúcar y melaza. Tesis. Ing. Zoot. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal, Managua, NI. 1p
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 2013. Methods of Analysis. 8 ed. Washington, DC, US.229 p.
- Berndt, S. 2002. Composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur. Tesis. Lic. Agr. Universidad Austral De Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía Valdivia, Cl. 7p.
- Boschini, C.; Elizondo, J. 2003. Curso teórico y práctico de ensilaje de forrajes. Serie Agrotecnológica 1. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. San José, CR. 66 p.
- Cárdenas, J. 2003. Calidad y valor nutritivo de ensilajes mixtos (gramíneas y especies arbóreas). Tesis Maestría en Producción Animal Tropical. Universidad Autónoma de Yucatán. Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2(2). 91p.
- Castillo, M.; Baldizón, L. 2013. Digestibilidad in vitro de la biomasa verde amonificada del pasto Guinea (*Panicum maximum*, Jacq), cv Colonial, finca Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, NI. 11p.
- Cerda, D.; Manterola, H. 2010. Características nutritivas y potencial de ensilaje de residuos hortícolas. (en línea). CL, consultado 12 de may 2014. disponible en http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/File/caracteristicas_nutritivas_y_potencial_de_ensilaje_de_residuos_horticolos_.doc
- Ffoulkes, D.; Espejo, S.; Marie, D.; Delpeche, M.; Preston. 1977. La planta de plátano como alimento para el ganado: la composición y producción de biomasa. Trop. Anim. Prod. 3(1): 45-50p.
- Garcés, A.; Berrio, L.; Ruiz, S.; Serna, J.; Builes, A. 2007. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. CO. 66-71. (en línea). Consultado 3 may 2014. Disponible <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/Vol1n1/066-71%20Ensilaje%20como%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20para%20el%20ganado.pdf>

- García, J. 2009. Efecto de diferentes proporciones de caña de azúcar (*saccharumofficinarum*), pasto Taiwán (*Pennisetumpurpureum*) y Melaza sobre la composición química del ensilaje de marango (*Moringa oleífera*). Tesis. Ing. Zoot. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Managua, NI. 34 p.
- Hernández, A.; Cuadra, D. 2014. Calidad bromatológica, organoléptica y pH en ensilaje de pasto cubano (*PennisetumPurpureum x Pennisetumtiphoides*) CV. CT-115 bajo el efecto de cuatro aditivos utilizados en la conservación de forraje en la finca Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, NI. 16p.
- Hernández, J.; Urbina, F; Reyes, N. 2003. Producción de biomasa de *Cratyliaargentea*, bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis. Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 55p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2014. Estación Meteorológica SAINSA. Managua, NI. (En línea). Consultado 15 may 2014. Disponible en www.ineter.gob.ni.
- López Oliva, J. 1989. Cinética de fermentación en ensilajes del pasto Elefante Enano (*Pennisetumpurpureum Schum*) cv Mott con diferentes niveles de melaza como aditivo; Tesis Magister Scientiae. Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza, Turrialba, CR. 79 p.
- Magdeleine, C.; Boval, M.; Philibert, L.; Borde, A.; Arquímedes, H. 2010. Efecto de las hojas de plátano (*Musa paradisiaca*) en la nutrición, infección del parásito y el crecimiento de los corderos. Vives. Ciencia, 131 (2-3): 234-239p.
- Ramírez, J.; Rosas, P.; Velázquez, M.; Ulloa, J.; Romero, F. 2011. Bacterias lácticas: importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit. 2 (7): 1p
- Reyes, N.; Mendieta.; Fariñas, T.; Mena, M.; Cardona, J.; Pezo, D. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Managua, NI. 7p.
- Rodríguez, M.; Fuentes, J. 2002. Influencia de tres frecuencias de cortes (30, 45 y 60 días) sobre el rendimiento y parámetros de calidad de la biomasa del sorgo forrajero (*Sorghumvulgare*) HF-895. Tesis.Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Desarrollo Rural Managua, NI. 21p.
- Roza, B. 2005.El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad.IV Jornadas de Alimentación Animal. Laboratorio de Mouriscade. Lalín (Pontevedra). 7 de Octubre. Asturias, ES. 3p.

- Steel, R. G.; Torrie, J. H. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. 2 ed. Traducido por Ricardo Martínez B. McGraw-Hill, MX. 614 p.
- Talavera, J.; León, F. 2012. Composición química de la biomasa verde del pasto Guinea (*Panicum máximum*, Jack), CV Colonial, con diferentes niveles de inclusión de urea. Finca Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, NI. 11p.
- Toruño, A.; Umaña, F. 2011. Composición química de la biomasa verde y amonificada pasto Gamba (*Andropogongayanus*, Kunth), cv CIAT-621, en inicio de la floración, Santa Rosa, Sabana Grande. Managua, NI. 5p.
- Urdaneta, J.; Borges, J. 2011. Características organolépticas, fermentativas y nutricionales de silajes mixtos de *Pennisetum spp.* Hibridum. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Mundo Pecuário. VII, N° 2, 58-63p. (En línea). Consultado 17 may 2014. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/33443/1/articulo1.pdf>
- Villa, F.; Meléndez, P.; Carulla, E.; Pabón, L.; Cárdenas, A. 2008. Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos ecorregiones de Colombia. 115 p. (En línea). Consultado el 16 de mayo 2014. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/2612/1/780151.2008.pdf>
- Villalba, D.; Holguín, V.; Acuña, J.; Piñeros, R. 2011. Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas. Revista Colombiana de Ciencia Animal. 4 (1): 47p.

VIII. ANEXOS



Anexo 1. Picado del material a ensilar



Anexo 2. Elaboración de micro silos (llenado de las bolsas)



Anexo 3 (a y b). Pesaje del micro silo y aplicación de la levadura de torula más melaza.



Anexo 4. Material ensilado



Anexo 5. Medición del pH de la levadura más la melaza



Anexo 6. Análisis de muestra para resultados de AGV