



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE**

*“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”*

**Patrones de fermentación y estabilidad aeróbica de
ensilaje de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* M.) con
diferentes niveles de inclusión de pulpa integral
de jícara (*Crescentia alata*)**

Autor

Michael Antonio Padilla Montes

Asesor

Ing. Bryan Mendieta Araica. PhD

Managua, Nicaragua

Abril 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
MAESTRIA EN PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE

Trabajo de Graduación

**Para Optar al Grado de Maestro en Ciencias en Producción Animal
Sostenible**

Patrones de fermentación y estabilidad aeróbica de ensilaje de sorgo forrajero
(*Sorghum bicolor* M.) con diferentes niveles de inclusión de pulpa integral de jícara
(*Crescentia alata*)

Autor

Michael Antonio Padilla Montes

Asesor

Ing. Bryan Mendieta Araica. PhD

Managua, Nicaragua, Abril 2018.

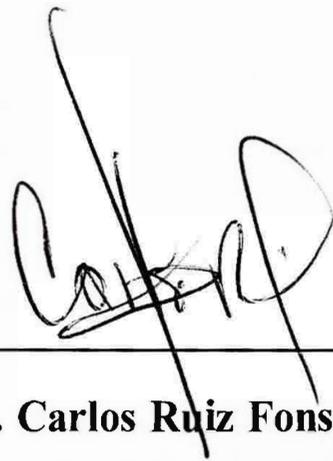
El presente trabajo de graduación fue aceptado en su presente forma por la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el Comité Evaluador del sustentante: **Michael Antonio Padilla Montes**, como requisito parcial para optar al grado académico de Maestro en Ciencias en Producción Animal Sostenible. Por lo que se considera que llena los requisitos para ser presentado ante la comunidad científica de la Universidad Nacional Agraria.

Firmantes:



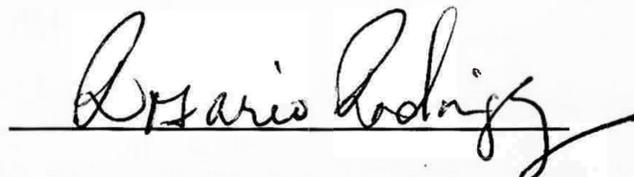
Ing. Nadir Reyes Sánchez PhD

Presidente



Ing. Carlos Ruiz Fonseca MSc

Secretario



Lic. Rosario Rodríguez Pérez MSc

Vocal

Managua, Nicaragua, Abril, 2018

INDICE DE CONTENIDO.

	Página.
i. DEDICATORIA	i
ii. AGRADECIMIENTO	ii
iii. ÍNDICE DE FOTOS.	iii
iv. ÍNDICE DE FIGURAS.	iv
v. ÍNDICE DE CUADROS.	v
vi. RESUMEN.	vi
vii. SUMMARY.....	vii
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
III. HIPOTISIS.....	4
3.1. Hipótesis alternativa (Ha):	4
3.2. Hipótesis nula (Ho)	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
4.1. Ubicación y duración.	5
4.2. Fases de realización del estudio.	5
4.2.1. Primera fase: establecimiento del sorgo, recolección de fruto de jícara y construcción de micro silos.	5
4.2.2. Segunda fase: fermentación del ensilaje.	7
4.2.3. Tercera fase: estabilidad aeróbica del ensilaje.	9
4.3. Diseño Experimental.	11
4.4 Variables evaluadas.....	12
4.4.1. Variables evaluadas para la materia prima utilizada sorgo forrajero, pulpa de jícara y melaza.	13
4.4.2. Variables evaluadas en la fase de fermentación del ensilaje.	13
4.4.3. Variables evaluadas durante el deterioro aeróbico del ensilaje.	13
4.5 Variables analizadas con el modelo one-way.	13
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	14

5.1 Composición química de la materia prima.....	14
5.2 Ensilaje	15
5.2.1 Porcentaje de Materia Seca (%MS).....	15
5.2.2 Porcentaje de Proteína Bruta (PB).....	16
5.2.3 Potencial de Hidrogeno (pH).....	17
5.2.4 Porcentaje de Nitrógeno Amoniacal.	19
5.3 Estabilidad Aeróbica.	21
5.3.1 Pérdidas de materia seca (PMS), durante la estabilidad aeróbica.	21
5.3.2 Porcentaje de Proteína Bruta (PB), durante la estabilidad aeróbica.	23
5.3.3 Potencial de Hidrogeno durante la estabilidad aeróbica (pH).	24
5.3.4 Días al deterioro aeróbico.	26
VI. CONCLUSIONES.....	28
VII. LITERATURA CITADA.....	29
VIII. ANEXOS.	34
7.1 Anexo 1. Selección de los mejores tratamientos según el cumplimiento con los diferentes niveles de MS, PB, pH, Na y días al deterioro aeróbico.	34

i. DEDICATORIA

A **DIOS todo poderoso** por permitirme lograr este triunfo, alcanzar esta meta, siempre he puesto mi confianza y Fe en él, ha sido y será el pilar de mi vida y de cada proyecto que me he propuesto logrando cumplir cada objetivo y en momentos difíciles él me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia esposa, hija, madre, hermanas, hermanos y amigos quienes han creído en mí en todo momento y me apoyaron incondicionalmente, porque estoy seguro que vendrán grandes logros y bendiciones en mi vida y muy especialmente a mi padre Luis Santana Padilla que aunque ya no este con migo en la tierra él siempre me dijo que la mejor herencia que me podría dar serian mis estudio para que me valiera por mí mismo y no estar esperanzado en los demás.

Al pueblo de Nicaragua que es la razón de ser de cada profesional para servirle a su pueblo y hacer a portes en pro del desarrollo de nuestro país, como profesional del sector agropecuario que tiene un importante lugar en el crecimiento económico de Nicaragua.

ii. AGRADECIMIENTO

A **DIOS todo poderoso** por darme salud, sabiduría, inteligencia, porque en el depósito toda mi confianza y Fe que podría realizar mi trabajo de maestría y hoy es una realidad a verme graduado para el todo honor y toda gloria.

Al **Gobierno de Unidad y Reconciliación** que a través del **Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria** me brindó la oportunidad de realizar mis estudios de maestría, que me permitirá realizar mi servicio profesional con mayor calidad al sector agropecuario.

Al **Ing. Bryan Mendieta Araica PhD.** Quien me apoyo en todo momento durante el proceso de formación y elaboración de este trabajo de tesis y por a ver confiando en mí, se lo agradezco mucho, al **Ing. Nadir Reyes Sánchez PhD.** Por todo el apoyo durante el proceso de estudio y por sus valiosos aporte para mejorar el trabajo de tesis.

A los docentes que me permitieron compartir un proceso de enseñanza y mejorar y fortalecer mis conocimientos en cada módulo recibido de la maestría.

A mis compañeros de clase que me permitieron intercambiar conocimientos y puntos de vistas para mejorar profesionalmente y que hicieron que cada encuentro de clase fuese más satisfactorio.

A mi familia y amigos por todo el apoyo brindado, especialmente a mi esposa quien me estuvo motivando y animando además de a verme acompañado en todo momento para que pudiera terminar mi trabajo de tesis, porque siempre estuvo segura que lo lograría.

iii. ÍNDICE DE FOTOS.

Fotos	Página
Foto 1. Corte y traslado del sorgo.....	5
Foto 2. Recolección de fruto de jícara.....	6
Foto 3. Quebrado de cáscara de jícara.....	6
Foto 4. Preparación del molde para micro silo.	7
Foto 5. Molde listo para elaborar Micro silo.....	7
Foto 6. Picado del sorgo	7
Foto 7. Despulpado del jícara	8
Foto 8. Amasando pulpa integral de jícara	8
Foto 9. Mezcla de pulpa integral de jícara con sorgo.	8
Foto 10. Compactación del micro silo.....	8
Foto 11. Micro silos cerrados.. ..	9
Foto 12. Almacenamiento de micro silo.....	9
Foto 13. Abierto del micro silo.....	9
Foto 14. Envío de muestra al laboratorio	9
Foto 15. Mezcla del ensilaje.....	10
Foto 16. Muestra de cada tratamiento.. ..	10
Foto 17. Envío de muestra de ensilaje degradado.	11

iv. ÍNDICE DE FIGURAS.

Figuras	Página
Figura 1. Separación de medias para porcentaje de la Materia seca.	15
Figura 2. Separación de medias para porcentaje de Proteína Bruta	16
Figura 3. Separación de medias para potencial de hidrogeno.	18
Figura 4. Separación de medias para nitrógeno amoniacal	20
Figura 5. Separación de medias para pérdidas de la Materia seca.	21
Figura 6. Separación de medias para porcentaje de Proteína Bruta	23
Figura 7. Separación de medias para potencial de hidrogeno durante la estabilidad aeróbica .	25
Figura 8. Separación de medias para Días al deterioro	26

v. ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadros	Página
Cuadro 1. Porcentajes de jícara, sorgo y melaza en los diferentes tratamientos	12
Cuadro 2. Composición química de la Materia Prima usada en los tratamientos	14
Cuadro 3. Selección del mejor tratamiento.	34

vi. RESUMEN.

Se evaluó la calidad nutritiva, patrones de fermentación y la estabilidad aeróbica de ensilaje de sorgo forrajero (*Sorghum Bicolor m.*) con diferentes niveles de inclusión de pulpa de jícara integral (*Crescentia alata*), en 11 tratamientos con 5 repeticiones, con distintas proporciones de pulpa de jícara y de sorgo más melaza al 5%, mediante un diseño completamente al azar (DCA), con micro silos con capacidad de 4 kg, ± 0.7 , abiertos a los 230 días, se valoró Materia Seca, Proteína Bruta, Potencial de Hidrogeno, Nitrógeno Amoniacal y Días al Deterioro Aeróbico; el Análisis de Varianza y comparaciones de medias con la Prueba de Tukey al 95% encontró diferencias significativas entre tratamientos, los tratamientos T1, T9 y T10 obtuvieron los mejores resultados en cuanto a proteína Bruta, Materia Seca, Potencial de hidrogeno, Nitrógeno amoniacal y días al deterioro aeróbico lo que garantizan un ensilaje de calidad, comprobándose que la pulpa integral de Jícara tiene un efecto positivo sobre la composición química, la fermentación y la estabilidad aeróbica del ensilaje. La pulpa de Jícara integral es una alternativa viable y sostenible para la alimentación animal ya que es un recurso existente en la zona seca de Nicaragua que puede dar respuesta a la problemática de alimentación en verano.

Palabras claves: Proteína, digestibilidad, ensilaje, alimentación, jícara.

vii. SUMMARY.

The nutritive quality, fermentation patterns and aerobic stability of forage sorghum silage (*Sorghum Bicolor m.*) Were evaluated with different levels of inclusion of integral jicaro pulp (*Crescentia alata*), in 11 treatments with 5 repetitions, with different proportions of pulp of jicaro and sorghum plus molasses at 5%, by means of a completely randomized design (DCA), with micro silos with a capacity of 4 kg, ± 0.7 , open at 230 days, it was assessed Dry Matter, Gross Protein, Potential Hydrogen, Ammoniacal Nitrogen and Days to Aerobic Deterioration; Analysis of variance and comparisons of means with the Tukey test at 95% found significant differences between treatments, treatments T1, T9 and T10 obtained the best results in terms of Gross protein, Dry matter, Hydrogen potential, Ammonia nitrogen and days. to the aerobic deterioration which guarantees a quality silage, verifying that the integral pulp of Jicaro has a positive effect on the chemical composition, fermentation and aerobic stability of the silage. Jicaro pulp integral is a viable and sustainable alternative for animal feed as it is an existing resource in the dry zone of Nicaragua that can respond to the problem of feeding in summer.

Key words: Protein, digestibility, silage, feeding, jicaro.

I. INTRODUCCION.

Es de suma importancia hacer usos de técnicas de alimentación de verano para bovinos y aprovechar la máxima producción de pastos para garantizar la alimentación en los meses más escasos de alimento, Según Reyes *et al.*, (2008), la época de lluvias, es el principal factor que determinan la producción de pasto en nuestro país, durante los períodos de sequía, los forrajes son escasos y de mala calidad, por lo que los bovinos disminuyen el consumo de alimento, lo que provoca pérdidas de peso (hasta 50 kg de peso vivo), ausencia de celo, incremento en la mortalidad, reducción en el periodo de lactancia y disminución en la producción de leche y carne de 40 a 60% en relación a la obtenida en períodos de lluvia (Reyes *et al.*, 2008).

Por lo que es necesario utilizar los diferentes métodos de conservación de forrajes, entre ellos sobresale el ensilaje que es un método de conservación de forraje verde mediante fermentación anaeróbica, manteniendo y conservando la calidad nutritiva durante mucho tiempo. Se logra por medio de una fermentación láctica bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias productoras de ácido láctico fermentan los carbohidratos solubles del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción y permite retener la mayor parte de nutrientes del forraje verde de buena aceptación por el ganado (Reyes *et al.*, 2008).

Los ensilajes de pastos tropicales han sido reportados como de media a baja calidad por lo que una alternativa es enriquecerlos con follaje de árboles, esta combinación con gramíneas son una alternativa de sostenibilidad en la producción bovina, porque se utilizan los recursos disponibles del sistema de producción animal, los árboles forrajeros suministran alimento a los vacunos (Murguerito, 2008), los frutos poseen un alto contenido de proteínas que los rumiantes normalmente no las digieren y por tanto deben ser utilizados con diferentes métodos como el ensilaje con el fin de lograr mejores resultados (Navas y Restrepo, 2003).

Entre los diferentes árboles usados, el jícaro (*Crescentia alata*) es una especie arbórea de gran aceptación por diferentes especies animales (CYTED, 1995), originario de México y distribuido naturalmente desde Florida (EEUU) hasta Brasil, introducido en Europa y Asia Tropical (Sánchez, 2003).

Flores, (2012) afirma que la pulpa de jícara en sus características fisicoquímicas y nutricionales, puede facilitársele a los ganaderos como otra alternativa de alimento del ganado, ya que tradicionalmente los alimentan con pastos naturales, los cuales en épocas de sequía escasean y su calidad nutritiva (proteína, carbohidratos y fibra) se ve reducida drásticamente, convirtiéndose en un problema hasta el punto que se refleja en la baja producción y calidad de la leche y carne.

El sorgo es actualmente ampliamente utilizado por los ganaderos de nuestro país como alimento para el ganado bovino suministrándosele como ensilaje o heno, sin embargo, la calidad nutritiva no satisface las necesidades de los rumiantes por lo que es necesario mejorar su calidad agregándole pulpa de jícara que posee un alto valor nutritivo y que combinado con este, garanticen y satisfagan la demanda y lograr altos índices productivos y reproductivos de los bovinos.

El sorgo forrajero es uno de los materiales más utilizados en la elaboración de ensilaje y el programa de Fito mejoramiento de sorgo del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA – El Salvador), ha desarrollado variedades de sorgo tipo nervadura marrón (BMR, por sus siglas en inglés), las cuales presentan aceptables características para ser ensilado, debido a su mayor eficiencia en el uso del agua y nutrientes en comparación con las variedades de maíz convencional (*Zea mays* L.), (Herrera *et al.*, 2012).

Ante esta situación, es necesario desarrollar tecnologías como la utilización de ensilaje de sorgo forrajero agregándole pulpa de jícara integral para mejorar su calidad nutritiva lo que permitirá desarrollar una ganadería rentable, competitiva, sostenible que no contribuya a contaminar el medio ambiente ni a deteriorar la base productiva de los recursos naturales (Faria y Gonzalez, 2008). La baja productividad de nuestra ganadería demanda que se realicen estudios que encuentren alternativas sostenibles de producción y que aprovechen los recursos locales, que no contaminen el medio ambiente y que mejore los índices productivos durante la época de sequía a través de la comparación de los diferentes niveles de inclusión del ensilaje de sorgo forrajero y pulpa de jícara.

A partir de la problemática encontrada se pueden identificar que hace falta información sobre cómo podemos desarrollar alternativas de alimentación de ensilaje utilizando las combinaciones de gramíneas con frutos de jícara. La presente investigación se diseñó para evaluar el comportamiento de los patrones de fermentación, estabilidad aeróbica, la calidad nutritiva del ensilaje de sorgo con pulpa de jícara integral para comparar los resultados en los diferentes niveles de inclusión.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar la calidad nutritiva, patrones de fermentación y la estabilidad aeróbica de ensilaje de sorgo forrajero (*Sorghum Bicolor m.*) con diferentes niveles de inclusión de pulpa integral de jícara (*Crescentia alata*).

2.2 Específicos

1. Caracterizar nutricionalmente la Proteína Bruta y la Materia Seca del ensilaje de sorgo forrajero BMR 0947 con diferentes niveles de inclusión de pulpa integral de jícara.
2. Analizar las características fermentativas, pH y nitrógeno amoniacal de las diferentes combinaciones de ensilaje de sorgo forrajero BMR 0947 con diferentes niveles de inclusión de pulpa integral de jícara.
3. Determinar la estabilidad aeróbica del ensilaje de sorgo forrajero con diferentes niveles de inclusión de pulpa integral de jícara.

III. HIPOTISIS

3.1. Hipótesis alternativa (Ha): Existe efecto de la inclusión de pulpa integral de jícara sobre los patrones de fermentación, la composición química y estabilidad aeróbica de ensilaje de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor M.*).

3.2. Hipótesis nula (Ho): No existe efecto de la inclusión de pulpa integral de jícara sobre los patrones de fermentación, la composición química y estabilidad aeróbica de ensilaje de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor M.*).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación y duración.

El estudio se realizó en la finca “El Limón”, ubicada a 50 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), en el punto de georreferenciación UTM (X = 588206; Y = 1383873), a 3 km al oeste del casco Urbano, en el Municipio de San Francisco Libre, Departamento de Managua, esta zona se caracteriza por estar ubicada dentro del corredor seco de Nicaragua con precipitaciones promedio de 600 a 800 milímetros anuales.

El estudio tuvo una duración de diez meses, comprendido desde octubre 2015 hasta agosto del 2016.

4.2. Fases de realización del estudio.

4.2.1. Primera fase: establecimiento del sorgo, recolección de fruto de jícara y construcción de micro silos.

El experimento empezó en el mes de octubre del 2015 con la siembra de 0.35 hectáreas de sorgo forrajero BMR CI-0947 comenzando con la preparación del suelo en la que se realizó la limpieza del terreno, se utilizó el método de siembra de mínima labranza, posteriormente se realizó la siembra de la semilla para lo cual se utilizó semilla botánica proveniente del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA Nicaragua), la que previamente a la siembra fue tratada con una solución a base de fungicida azoxystrobin y cipermetrina durante 20 minutos; la siembra se realizó de forma manual al espeque a distancias de 70 cm entre surco y 20 cm entre golpe, a una profundidad de 1 a 2 cm (20 a 25 semillas/metro lineal) se realizó la fertilización con 23.62 kilogramos de NPK por hectárea equivalentes a 5.45 kg de Nitrógeno, 13.63 kg Fósforo y 4.54 kg de potasio al momento de la siembra y posteriormente a los 35 días de germinado se aplicó 20.90 kg/ha de Nitrógeno, el manejo de malezas fue realizado de forma manual a los 15, 30 días después de germinado el sorgo, el cultivo no presentó afectaciones de plagas y enfermedades.



Foto 1. Corte y traslado del sorgo.

Posteriormente, a los 80 días después de germinado en la fase fenológica de grano lechoso pastoso se procedió a realizar el corte del sorgo a una altura de 5 cm del suelo, esto se realizó una tarde antes de ser picado el sorgo con el objetivo de deshidratar y disminuir la humedad para que posteriormente no dañara la calidad del ensilaje.

Se procedió a recolectar en campo los jícaros 15 días antes de ser cortado el sorgo, para esto se seleccionaron árboles que tuvieran frutos amarillos o empezando a amarillar, guardarlos sobre un plástico o dentro de sacos, para que no se deshidrataran y perdieran valor nutritivo, a los 5-6 días cuando tenían un color oscuro indicando que estaban maduros y listos para procesar, se llevaron al punto donde se realizaría la mezcla. Los frutos de jícaros fueron quebrados, se le quito la cascara y se ocupó la pulpa integral del jícaro esto fue realizado una tarde antes para para reducir la humedad, es importante mencionar que para este trabajo de investigación se considera como pulpa de jícaro al fruto una vez que fue descortezada la cascara.



Foto 2. Recolección de fruto de jícaro.



Foto 3. Quebrado de cáscara de jícaro.

Previo a esto se elaboraron los moldes los que fueron hechos de tarros de leches con una altura de 25 centímetros y 60 cm de diámetro, con capacidad promedio de 4 kg, con un \pm de 0.7 de desviación estándar, y se les incorporaron bisagras que facilitarían abrir y cerrar los micros silos.



Foto 4. Preparación del molde para micro silo.



Foto 5. Molde listo para elaborar Micro silo.

4.2.2. Segunda fase: fermentación del ensilaje.

Se realizó el picado del sorgo BMR 0947 en una picadora, dándole el tamaño de 1,5 a 2 cm, según las indicaciones técnica de la picadora se presentan entre un 7-10 % de partículas mayores a 2,5 cm.



Foto 6. Picado del sorgo.

Posteriormente se realizó el despulpado lo que consistió en quebrar y quitarle la cascara al fruto, luego se amaso la pulpa integral del jícara desintegrándola para ser mezclado con el sorgo y melaza en los diferentes tratamientos a ensilar, lo que facilitó una combinación homogénea que permitiera brindar las mismas condiciones para no tener variaciones en los resultados.



Foto 7. Despulpado del jícara.



Foto 8. Amasando pulpa integral de jícara.

La melaza que se utilizó fue comprada en un establecimiento comercial y se usó el mismo porcentaje para todos los tratamientos, siendo este del 5% del peso total del ensilaje.

Una vez lista toda la materia prima a utilizarse, se prepararon once tratamientos y cinco réplicas de sorgo forrajero BMR 0947, más pulpa integral de jícara y melaza. Las mezclas para cada tratamiento fueron preparadas y de estas se tomaron material fresco para llenar en promedio 4 kg con un \pm de 0.7 de desviación estándar, en microsilos de aluminio, el ensilaje fue presionado en el recipiente para eliminar la mayor cantidad de aire posible y posteriormente envuelto con plástico negro calibre 1000. El peso del material fresco en cada frasco se calculó a partir de la diferencia entre frascos vacíos y llenos. Cada uno de los once tratamientos tuvo 5 repeticiones, dando un total de cincuenta y cinco microsilos.



Foto 9. Mezcla de pulpa integral de jícara con sorgo.



Foto 10. Compactación del micro silo.

Todos los micros silos se cerraron, almacenaron y protegieron de insectos y roedores para evitar ser dañados por estos y que afectaran la calidad del ensilaje, se dejaron durante 230 días reguardados hasta que se abrieron, esto fue realizado de esta forma porque los ganaderos de San Francisco Libre elaboran los silos en agosto y los suministran en marzo por lo que duran aproximadamente 8 meses para ser suministrado.



Foto 11. Micro silos cerrados.



Foto 12. Almacenamiento de micro silo.

4.2.3. Tercera fase: estabilidad aeróbica del ensilaje.

Los silos fueron abiertos a los 230 días de haber sido elaborados, se observaron para valorar su aspecto, se homogenizaron y tomaron muestras con un peso equivalente a los 250 g las que fueron empacadas en bolsas plásticas, se etiquetaron por tratamientos y repeticiones, se transportaron en un termo con hielo para mantenerlas frescas, evitar su deshidratación y que disminuyeran su calidad, se enviaron al laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional Agraria, para cuantificar el valor nutricional del ensilaje hasta el momento de ser abierto.



Foto 13. Abierto del micro silo.



Foto 14. Envío de muestra al laboratorio.

Previo a esto un día antes de ser abiertos los micros silos se elaboraron y diseñaron con botellas plásticas de gaseosa de 1.5 litros de volumen los moldes que se utilizaron para suministrar las muestras que se tomaron de los micros silos, para esto se le hizo un orificio en la parte superior de la botella por donde se introdujeron el ensilaje y el termómetro de mercurio el que medía 30 centímetros de altura, para crear un ambiente que permitiera colocar la muestra de cada uno de los tratamientos con sus repeticiones; en el cuarto donde estaban los micros silos se puso un termómetro para medir la temperatura ambiental y poder comparar ambas.

En los recipientes elaborados con botellas plásticas se agregó una muestra de 250 gramos de cada tratamiento y sus repeticiones para evaluar la estabilidad aeróbica mediante el método de Ashbell *et al.* (1990). Se realizó una homogenización del ensilaje para uniformar y evitar errores por no mezclar bien la muestra y de esta forma obtener mejores y más precisos resultados en la estabilidad aeróbica.



Foto 15. Mezcla del ensilaje.



Foto 16. Muestra de cada tratamiento.

Cada dos horas se midió la temperatura de cada muestra y el ambiente durante el proceso de deterioro del ensilaje, una vez que la temperatura de la muestra analizada alcanzó cinco grados por encima de la temperatura ambiente y este efecto se repitió tres veces seguida, la muestra se consideró en mal estado y se envió al laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional Agraria para su análisis y cuantificar su calidad nutritiva hasta el deterioro del ensilaje.



Foto 17. Envío de muestra de ensilaje degradado.

4.3. Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), en condiciones totalmente controladas en cuanto a los recipientes utilizados y el ambiente donde se estableció el experimento, se seleccionaron 11 tratamientos y cinco réplicas para cada tratamiento. Se hicieron diferentes proporciones de pulpa integral de jícaro, sorgo y melaza, todas tenían el 5% de melaza y la cantidad de jícaro fue decreciente.

Para el experimento se seleccionaron once tratamientos de ensilaje de sorgo forrajero y pulpa integral de jícara:

Cuadro 1. Porcentajes de jícara, sorgo y melaza en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Sorgo %	Pulpa de jícara %	Melaza %
1	0	95	5
2	10	85	5
3	20	75	5
4	30	65	5
5	40	55	5
6	50	45	5
7	60	35	5
8	70	25	5
9	80	15	5
10	90	5	5
11	95	0	5

4.4 Variables evaluadas.

Las variables que se estudiaron fueron Proteína Bruta (PB), Materia Seca (MS), Fibra Neutro Detergente (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD), Ceniza, PH, Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃/NT), Tiempo al deterioro aeróbico (TAD), para esto se usó los métodos oficiales de análisis de AOAC internacional 1984.

Los métodos utilizados para siguiente variables fueron:

- ✓ Proteína bruta (PB), método Kjeldahl.
- ✓ Materia seca (MS), proceso de secado en horno.
- ✓ Fibra detergente neutro (FDN), método Van Soest 1961.
- ✓ Fibra ácido detergente neutro (FAD), método Van Soest 1961.
- ✓ Potencial de hidrogeno (pH), peachimetro con electrodo.
- ✓ Nitrógeno amoniacal, método Kjeldahl.

- ✓ Cenizas, método gravimétrico, proceso de incineración a 550°C Celsius.

4.4.1. Variables evaluadas para la materia prima utilizada sorgo forrajero, pulpa de jícara y melaza.

- ✓ Proteína bruta (PB).
- ✓ Materia seca (MS).
- ✓ Fibra Neutro Detergente (FND).
- ✓ Fibra Ácido Detergente (FAD).
- ✓ % Ceniza.

4.4.2. Variables evaluadas en la fase de fermentación del ensilaje.

- ✓ Proteína bruta (PB).
- ✓ Materia seca (MS).
- ✓ PH.
- ✓ Nitrógeno amoniacal.

4.4.3. Variables evaluadas durante el deterioro aeróbico del ensilaje.

- ✓ Proteína bruta (PB).
- ✓ Materia seca (MS).
- ✓ PH.
- ✓ Tiempo al deterioro aeróbico (TAD).

4.5 Variables analizadas con el modelo one-way.

Se utilizó el siguiente modelo matemático.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}, \quad i=1, \dots, 11. \quad J=1, \dots, 5$$

Y_{ij} : representa la i -ésima observación del i -ésimo inclusión de pulpa de jícara, sorgo y melaza.

μ : representa a la media poblacional.

T_i : efecto del i -ésimo nivel de inclusión de pulpa de jícara, sorgo y melaza.

E_{ij} : representa el error experimental de 1 hasta 11 y J des de 1 hasta 5.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en el estudio de ensilaje de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor M.*) con diferentes niveles de inclusión de pulpa integral de jícara (*Crescentia alata*), fueron los siguientes:

5.1 Composición química de la materia prima.

Se determinó enviando muestra al laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional Agraria ubicada en la Facultad de Ciencia Animal para realizar una medición de la materia prima utilizada.

Cuadro 2. Composición química de la Materia Prima usada en los tratamientos.

Muestra	MS%	PB%	FND%	FAD%	CENIZA%
Pulpa de jícara	23.15	16.50	72.12	29.97	16.25
Sorgo forrajero	25.99	12.15	66.53	34.25	12.11
Melaza	78.17	0.69	-----	-----	17.54

MS: Materia Seca.

PB: Proteína Bruta.

FND: Fibra Neutro Detergente.

FAD: Fibra Acido Detergente

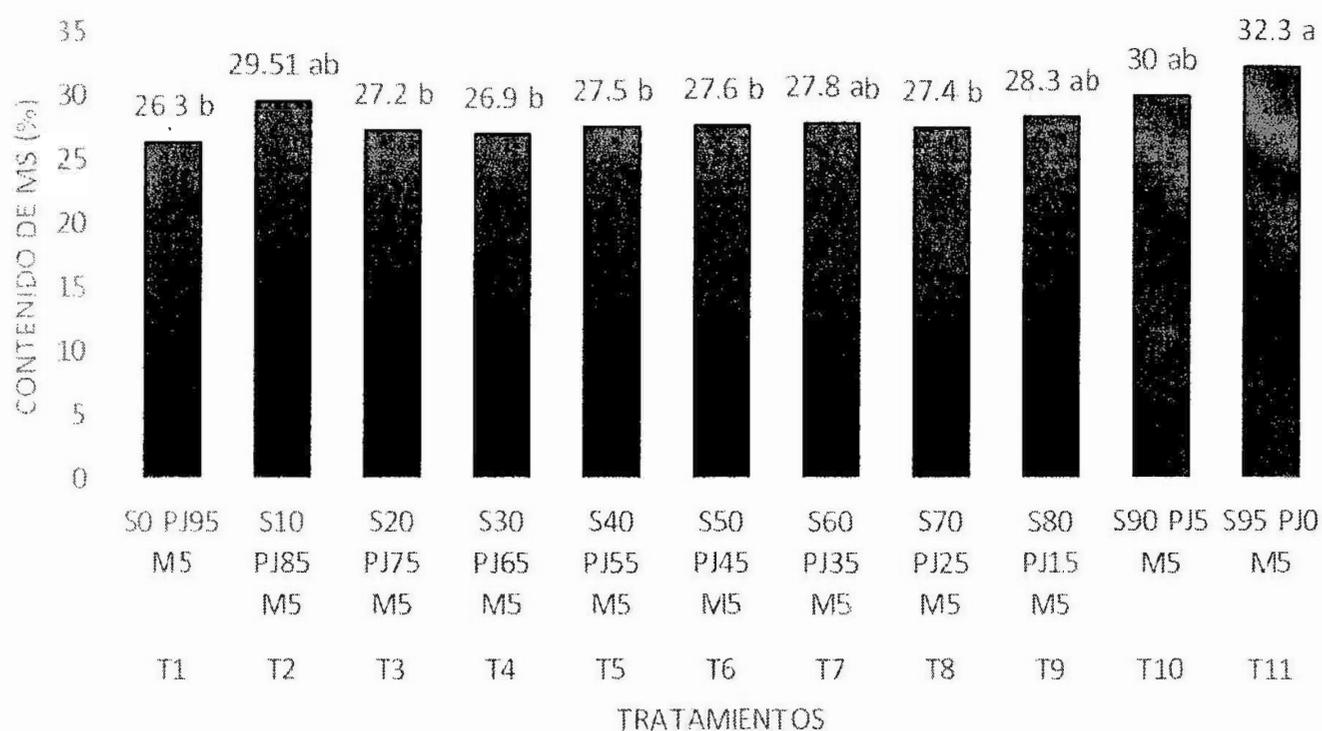
CZ: Ceniza.

5.2 Ensilaje

5.2.1 Porcentaje de Materia Seca (%MS).

El análisis de varianza (ANDEVA), realizado a la materia seca mostró diferencia significativa entre tratamientos de ($P < 0.002$).

Figura 1. Separación de medias para porcentaje de la Materia seca.



Letras distintas representan estadísticamente diferencia significativa ($P < 0.05\%$).

La separación de media por Tukey 5% nos indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos T1 (S0 PJ95 M5) con (26.3) y el T11 (S95 PJ0 M5) con (32.3) y todos los otros sin diferencia entre sí. De acuerdo con Woolford (1998), el contenido mínimo de materia seca que debe poseer un forraje para que no genere efluentes, es de 25%, según este indicador todos los tratamientos cumplen con este requisito.

En la presente investigación se obtuvo un ensilaje de buena calidad, a pesar de que no todos los tratamientos alcanzaron los valores señalados por McDonald *et al.* (1998), quienes consideran que los valores óptimos de MS para garantizar este propósito deben fluctuar entre 32 y 37 %, cabe mencionar que estos valores son de pastos de climas tropicales que contienen una mayor cantidad de materia seca, siendo los tratamientos T10 y T11 los que están cerca o por encima de este

indicador debido probablemente a que en esta mezcla hay una mayor proporción de sorgo lo que aumenta la cantidad de materia seca.

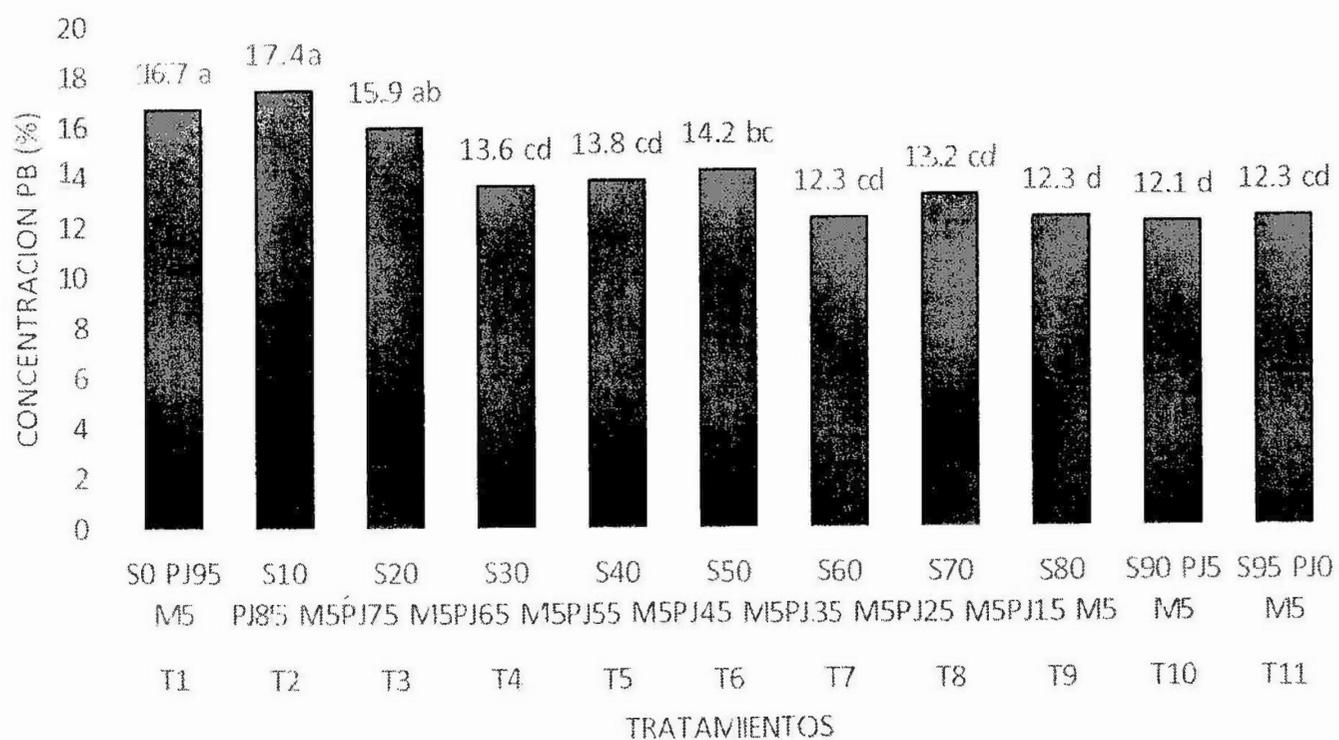
Sin embargo cuando se realizaron estudio con sorgo nervadura café en condiciones tropicales en meso america y con el mismo pasto al que utilice en este estudio observamos que Miron *et al.* (2007), encontró valores de 25,5% de MS para ensilajes de sorgo de nervadura café similares a los encontrados en este estudio.

Resultados similares a este estudio encontro, Arroliga y Zamora, (1990) al evaluar ensilajes de pulpa integral de jícara y pasto Taiwan donde los valores de MS estuvieron en un rango de 25.8 a 28.3%, lo que nos indica que los resultados de esta investigación está con un buen nivel de MS.

5.2.2 Porcentaje de Proteína Bruta (PB).

El análisis de varianza (ANDEVA), realizado a la proteína bruta mostró diferencia significativa entre tratamientos de ($P < 0.000$).

Figura 2. Separación de medias para porcentaje de Proteína Bruta.



Letras distintas representan estadísticamente diferencia significativa ($P < 0.05\%$).

En la gráfica dos podemos observar que hay cinco grupos a, ab, bc, cd, y d, encontrando que el grupo a, esta compuesto por el tratamiento T1 y T2, el grupo ab está estructurado por el tratamiento T3, el grupo bc, está integrado por el T6, el grupo cd, está formado por T4, T5, T7, T8 y T11 y el grupo d que incluye los T9 y T10.

La separación de media por Tukey 5% indican que si existe diferencia significativa $P < 0.05\%$, los tratamientos T1 y T2 son estadísticamente diferente con los demás tratamientos a excepción del tratamiento T3.

Los tratamientos que tuvieron mayor porcentaje de proteína son el tratamiento 1 (S0 PJ95 M0) con (16.7), tratamiento 2 (S10 PJ85 M5) con (17.4), tratamiento 3 (S20 PJ75 M5) con (15.9), y T6 (S50 PJ45 M5) con (14.2), el que tuvo menos contenido de proteína es el tratamiento 10 (S90 PJ5 M5) con (12.1), y T11 (S95 PJ0 M5) con (12.3), esto es lo que esperaba por que el jícara tiene mayor contenido de proteína que el sorgo según el análisis realizado a la materia prima de jícara que dio como resultado el 16.50 % y el sorgo el 12.15%.

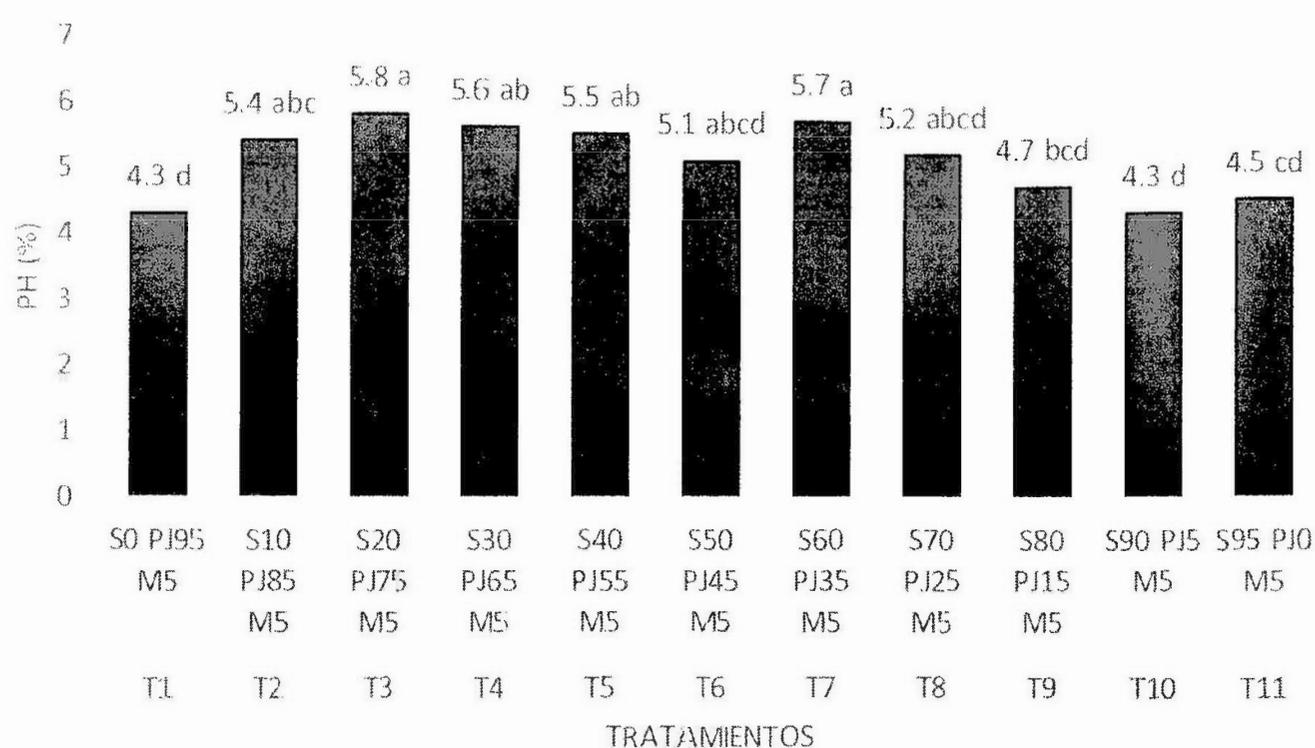
Según Miron *et al.*, (2007), la proteína se ve influenciada en los resultados por un estado de madurez temprano del material a ensilar, lo que posiblemente contribuyó a un menor contenido de MS en el ensilaje.

Arroliga y Zamora, (1990) al evaluar ensilajes de pulpa integral de jícara y pasto Taiwan encontraron resultados semejantes a este estudio encontrando valores de PB de 6.1 a 16.8%, lo que nos indica que los resultados de esta investigación está con un buen nivel de MS.

5.2.3 Potencial de Hidrogeno (pH).

El análisis de varianza (ANDEVA), realizado al potencial de hidrogeno mostro diferencia significativa entre tratamientos de ($P < 0.000$).

Figura 3. Separación de medias para potencial de hidrogeno.



Letras distintas representan estadísticamente diferencia significativa ($P < 0.05\%$).

Según el análisis de varianza reveló diferencias significativas para el pH, los tratamientos T3 y T7 presentaron los mayores valores de pH (5.8) y (5.7) diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T1, T10, T11 y T9 los cuales dieron los menores valores de pH. Los tratamientos T2, T3, T4, T5, T6 y T7 presentaron aumento del pH desde 5.4 hasta 5.8, 5.6, 5.5, 5.1 y 5.7 respectivamente, esto se debió, probablemente al proceso de ensilado, al uso de los ácidos orgánicos en la cadena respiratoria y en la conversión de azúcares y a la evaporación de ácidos en el secado de la pulpa (FAO, 1999).

Weissbach (1996) indica que un buen ensilaje debe de tener un porcentaje de acidez de 4.2 % y preferiblemente menor a 4.0% en esta investigación se encontró que todos los tratamientos están cercano o por encima de este valor. Los resultados obtenidos podrían ser explicado por Badui, (1993), quien encontró que hubo mayor liberación de ácido cianhídrico durante el proceso de estrujado y a la actividad enzimática en la pulpa de *Crecentia alata* lo que posiblemente mantiene niveles de PH por encima de los valores recomendados.

Los datos obtenidos en el presente estudio se encuentran fuera del rango recomendado por Tobías et al. (2003), quienes manifiestan que un pH debe ubicarse entre 3,9 y 4,2 para ensilajes con una adecuada calidad e intensidad del proceso fermentativo, siendo considerados satisfactorios, ya que este indicador presenta una alta correlación con la intensidad y calidad del proceso fermentativo

que ocurre en los ensilajes. Estos valores pueden deberse a que al momento de tomar las muestras el ensilaje estuvo expuesto a un periodo de aeración desde que se abrió el ensilaje hasta la toma de la muestra, también es importante decir que el ensilaje estuvo almacenado durante 230 días lo que probablemente contribuyo a que el pH haya incrementado su valor por el largo tiempo de almacenamiento.

La inclusión de pulpa integral de jícara incremento los niveles de pH, debido a que este material contiene altos valores de proteína bruta la que tiene un efecto directo y tiende a incrementar el pH, por lo que en esta investigación los niveles encontrados de pH están por encima de los niveles recomendados según Weissbach (1996).

El pH es un indicador importante y de gran relevancia en el proceso de conservación de un forraje en forma de ensilaje, debido a que es una de las transformaciones más fundamentales que ocurren en el alimento y por su estrecha relación con los procesos de degradación durante la conservación, lo que puede tener incidencia en definir su calidad.

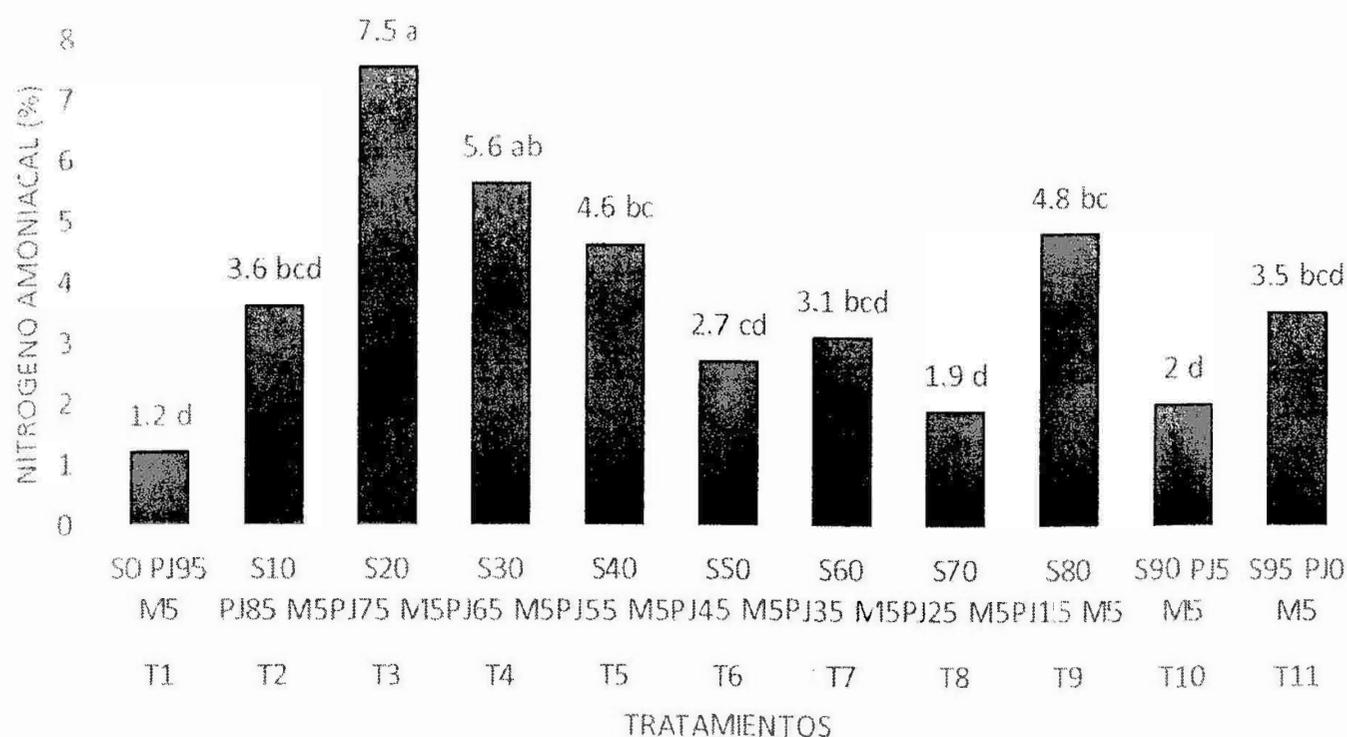
Ojeda et al. (2006), señalaron que cuando un ensilaje presenta entre 25 y 30 % de MS y su pH es inferior a 4,3, se puede considerar que el proceso se desarrolló de manera satisfactoria, esto se logró con los tratamientos (1 y 10).

De acuerdo a Ferret, (2003), un pH estable está en función del contenido de MS y de los carbohidrato solubles del ensilado, de manera que a mayores contenido de MS, el pH puede aumentar, sin que ello implique una mala calidad del ensilaje.

5.2.4 Porcentaje de Nitrógeno Amoniacal.

El análisis de varianza (ANDEVA), realizado al porcentaje de nitrógeno amoniacal mostro diferencia significativa entre tratamientos de ($P < 0.000$).

Figura 4. Separación de medias para nitrógeno amoniacal.



Letras distintas representan estadísticamente diferencia significativa ($P < 0.05\%$).

La separación de media por Tukey 5% indican que si existen diferencia significativa $P < 0.05\%$, entre los tratamiento T1, T3 y T5, con valores de (1.2), (7.5) y (4.6) respectivamente, entre los demás no hay nivel de significancia entre ellos, según el análisis de varianza, los tratamientos T3 y T4 presentaron los mayores valores de N-NH₃/NT (7.5) y (5.6) y los tratamientos T1, T6, T8 y T11 son los que dieron los menores valores de N-NH₃/NT.

Los tratamientos que mejores resultados con niveles inferiores recomendados < 4 son los T1 (1.2), T2 (3.6), T6 (2.7), T7 (3.1), T8 (1.9), T10 (2), T11 (3.5), aunque solo el T3 (7.5) estuvo por encima de lo recomendado, en los ensilajes bien conservados se considera como óptima una concentración menor de 7% de nitrógeno amoniacal como porcentaje del nitrógeno total. Lo ideal es que el valor sea inferior a 4% (Alterbio, 2012).

Según los resultados encontrados los tratamientos que tienen entre el 35% y el 55% de pulpa integral de jícara en la mezcla utilizada son los que están más aproximados a los valores ideales del 4% de nitrógeno amoniacal que es lo óptimo para tener un ensilaje de alta calidad y de igual forma se acercan los T2 y T11.

La presencia de amoniaco en los ensilajes está condicionada principalmente al metabolismo de los aminoácidos y los nitratos presentes en la planta por las bacterias. Para poder utilizarlo en los criterios de evaluación se necesita expresarlo como porcentaje del nitrógeno total presente en el

ensilaje, lo que da una idea de la proporción de las proteínas que se han desdoblado (Ojeda et al., 1991), también al aumentar los niveles de pH, el nitrógeno amoniacal aumenta sus valores.

Westra, (2000), 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 compuestos nitrogenados como el amonio producto de la primera fase de fermentación en el ensilaje (Villa et al., 2008).

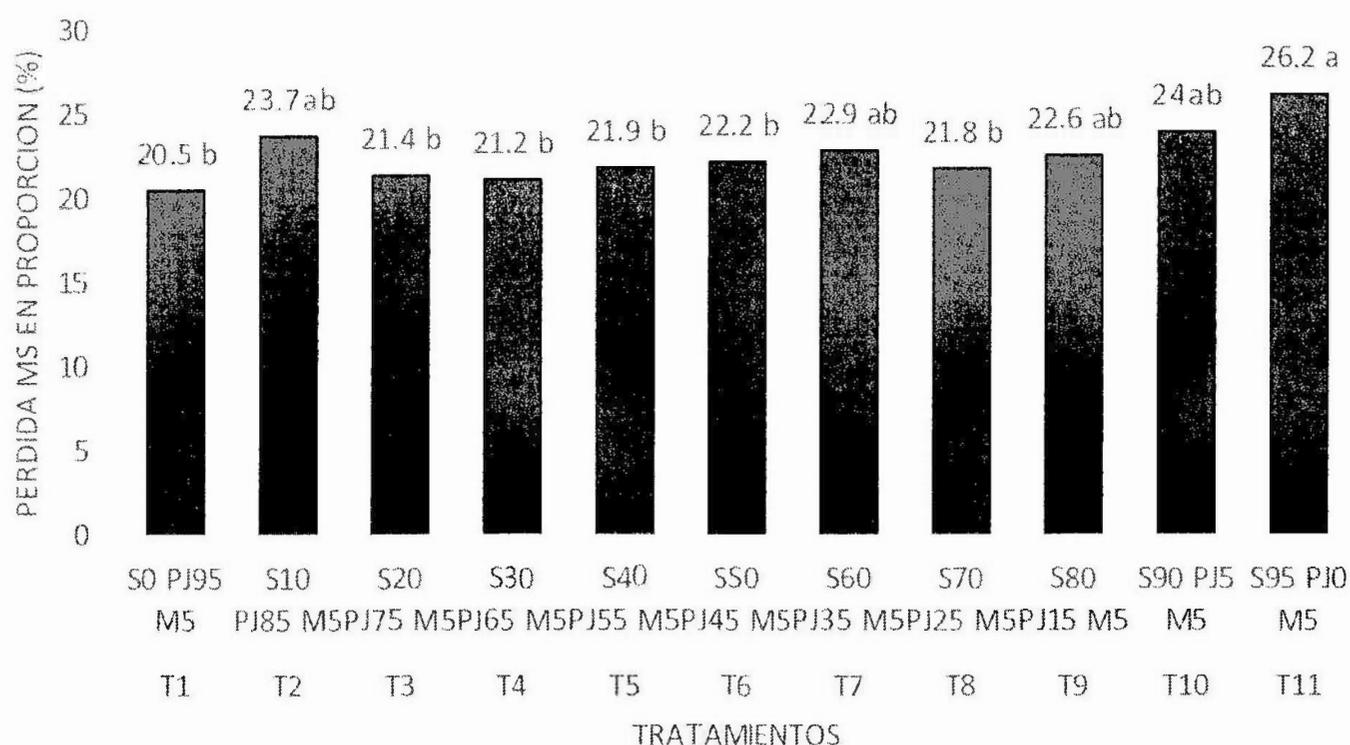
5.3 Estabilidad Aeróbica.

5.3.1 Pérdidas de materia seca (PMS), durante la estabilidad aeróbica.

Comparación de las pérdidas de materia seca inicial (MSI) y materia seca final (MSF) de cada uno de los tratamientos evaluados (Figura 5).

El ANDEVA realizado para la variable pérdida de materia seca (MS) mostró diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.000$).

Figura 5. Separación de medias para pérdidas de la Materia seca.



Letras distintas representan estadísticamente diferencia significativa ($P < 0.05\%$).

La separación de medias por Tukey 5% señala que existen diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T11, entre los demás tratamientos no hay diferencia significativa, los ensilajes que presentan mayor pérdida de materia seca, son los que tienen mayores proporciones de sorgo (*Sorghum Bicolor m.*) y melaza, excepto el tratamiento T2, esto se debió probablemente a que el sorgo es un material que tiene más contenido fibroso que la pulpa integral de jícaro.

Los tratamientos que contienen mayor cantidad de pulpa integral de jícaro en su mezcla perdieron menos materia seca probablemente porque la pulpa integral de jícaro es un material que contiene menos MS por su contenido de humedad que posee, según los análisis de la materia prima del ensilaje.

Honig y Woolford (1980), señalan que el deterioro de ensilajes después de expuesto a condiciones aeróbicas ocasiona regularmente pérdidas de nutrientes y materia seca, y que dichas pérdidas oscilan entre 1,5 y 4,5 por ciento diario. Estas pérdidas pueden ser observadas en áreas afectadas y son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses, los porcentajes de pérdidas de MS en este estudio estuvieron por encima de esos valores con pérdidas de 7.59 y 11.74 por ciento diario.

Temperaturas tan altas como 50 grados celsius y pérdidas de MS de 30% han sido observadas en algunos experimentos de deterioro de ensilajes (McDonald *et al.*, 1991), las pérdidas de materia seca obtenidas en este estudio, presentan pérdidas hasta del 19% en temperaturas alcanzadas de 37.7 grados celsius según los registros de temperaturas que se monitorearon durante la etapa de estabilidad aeróbica, lo que nos indica que altas temperaturas tiene efecto directo en deterioro del ensilaje causando grandes pérdidas.

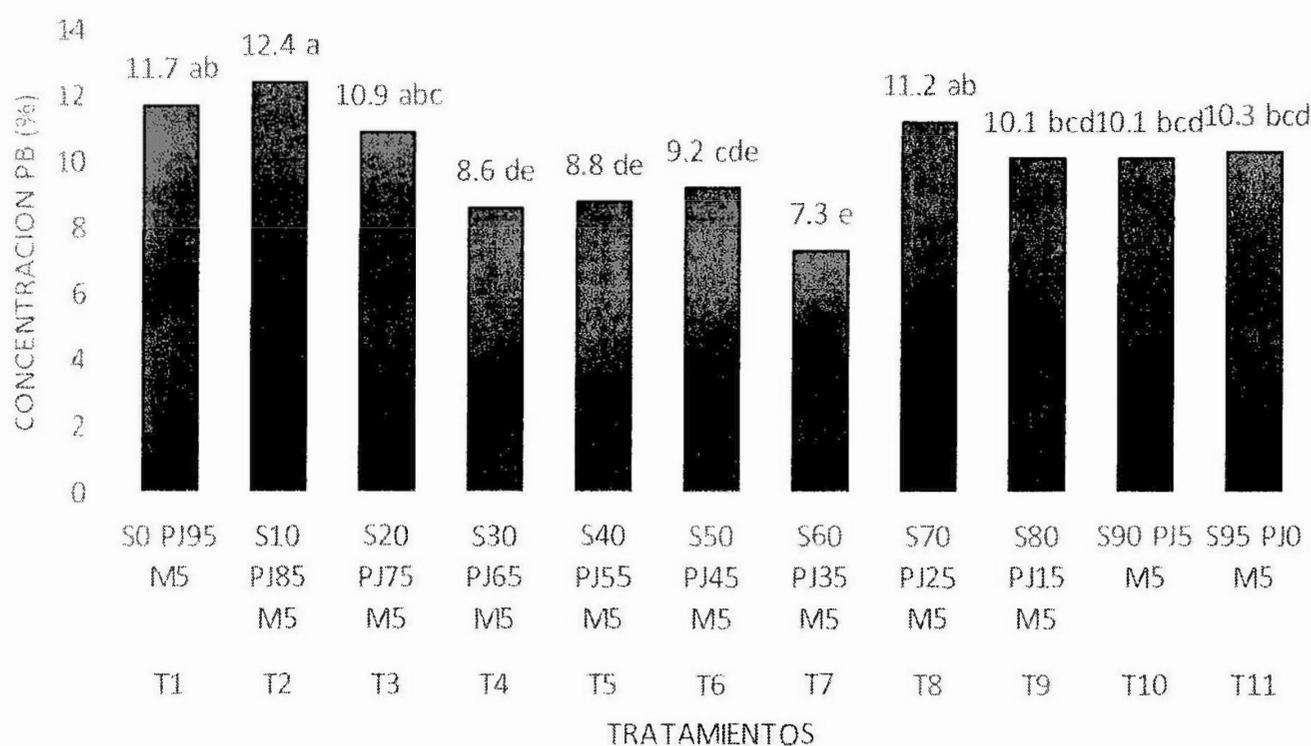
Según Hiriart (1998), no se conocen los factores que determinan el grado de deterioro de los ensilajes, pero la degradación de la materia seca de los ensilados expuesto al aire en un periodo de 10 días puede variar entre 0 y 39%, lo que confirma lo encontrado en este estudio, en los que el rango de pérdida de materia seca en esta investigación fue de 18 a 19%.

5.3.2 Porcentaje de Proteína Bruta (PB), durante la estabilidad aeróbica.

El análisis de varianza (ANDEVA), realizado a la proteína bruta mostro diferencia significativa entre tratamientos de ($P < 0.000$).

La figura 6 muestra los resultados de proteína bruta. La cual se analizó según los resultados una vez deteriorado el ensilaje.

Figura 6. Separación de medias para porcentaje de Proteína Bruta.



Letras distintas representan estadísticamente diferencia significativa ($P < 0.05\%$).

Se realizó la separación de medias por Tukey al 5%, indicando que los valores más altos de proteína bruta se obtuvieron en ensilajes que presentaban en sus combinaciones mayores contenidos de pupa integral de jícara (*Crescentia alata*) mezclados con sorgo forrajero (*Sorghum Bicolor m.*) y melaza.

Los tratamientos que tuvieron mayor porcentaje de proteína son el T2 con (12.4), seguido del el T1 con (11.7) y T8 con (11.2), el que tuvo menos contenido de proteína es el T7 con (7.3), este resultado se esperaba que fuera de creciente y que fuera disminuyendo el porcentaje de proteína bruta según este orden desde el tratamiento que contiene mayor cantidad de pulpa integral de jícara hasta lo que tienen poco o nada de pulpa integral de jícara.

En comparación con la proporción del ensilaje en su inicio antes del deterioro aeróbico, hubo una disminución del 11.7 % de proteína bruta desde que se abrió el ensilaje hasta la degradación durante la etapa de estabilidad aeróbica para el tratamiento 1 (S0 PJ95 M0) el que contenía el 95% de pulpa de jícara en su mezcla, en los tratamientos que en su mezcla contenía entre el 65% y el 85% de pulpa de jícara tuvieron pérdida promedio de 10.63 % de PB, los tratamientos que contienen el 35% al 55% de pulpa integral de jícara disminuyeron en promedio en un 8.43% PB y los tratamientos que contienen el 0% al 25% de pulpa integral de jícara en su mezcla bajaron en promedio del 10.42% de PB.

Estas pérdidas de proteína cruda son debidas, probablemente, al deterioro del ensilaje causado por la actividad de microorganismos aeróbicos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos y otros microorganismos aeróbicos, también facultativos, como mohos y entero bacterias.

El proceso de conservación produjo disminución en dichos valores, lo cual se atribuye a la proteólisis que ocurre durante la fermentación, con la consecuente transformación de proteína en nitrógeno no proteínico, fundamentalmente como amoníaco (Cárdenas *et al.*, 2004).

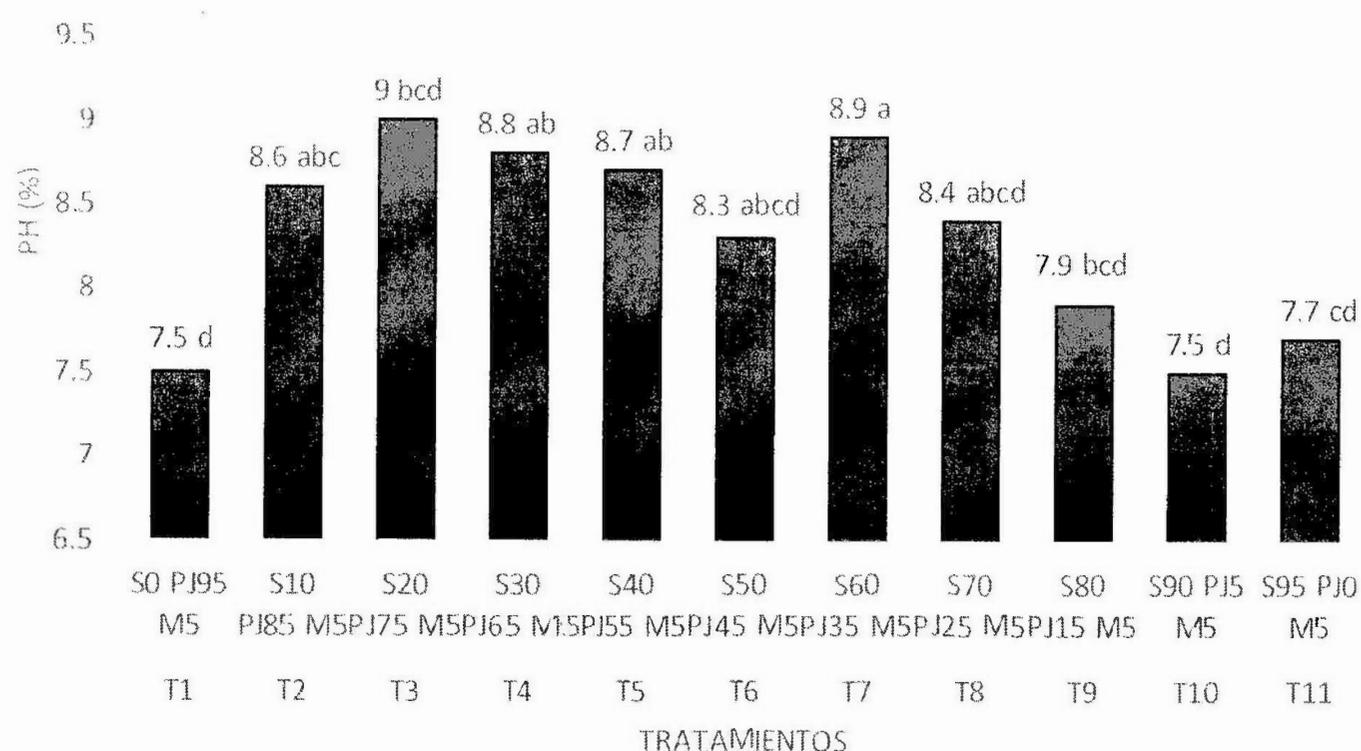
En los primeros estadios del deterioro, la proteína cruda no es afectada por lo que tiende a incrementarse en la MS, mientras que en los estados tardíos se descompone McDonald *et al.*, (1991), el ensilaje estuvo almacenado por 230 días por lo que el tiempo fue bastante prolongado y durante la estabilidad aeróbica estuvo sometido a un proceso máximo de 13 días, por lo que la Proteína Bruta tiende hacer afectadas en el último estadio de descomposición y a disminuir su calidad.

Prado *et al.*; (2006), aseguran que el grupo de bacterias denominadas *Bacillus* son las encargadas de atacar las proteínas degradándolas hasta amoníaco, y así disminuyendo la proteína por los que los valores de amonio se incrementan lo que se reflejó en los niveles de proteína encontrado en esta investigación.

5.3.3 Potencial de Hidrogeno durante la estabilidad aeróbica (pH).

El análisis de varianza (ANDEVA), realizado al potencial de hidrogeno mostro diferencia significativa entre tratamientos de ($P < 0.000$).

Figura 7. Separación de medias para potencial de hidrogeno durante la estabilidad aeróbica.



Letras distintas representan estadísticamente diferencia significativa ($P < 0.05\%$).

Una vez realizado el análisis de varianza para esta variable se procedió a la separación de medias por Tukey al 5%, indicando diferencia estadística entre tratamientos, y que los ensilajes con valores altos de pH son los que en su mayoría contienen mayor proporciones de pulpa de jícara (*Crescentia alata*), excepto el tratamiento T1 que en su concentración de jícara y melaza mantuvo un buen nivel de pH, y los ensilajes con alto contenido de sorgo (*Sorghum Bicolor m.*), mostraron valores bajos con respecto a los que contenían pulpa integral de jícara, esto fue influenciado probablemente al contenido de humedad y la cantidad de proteína que tiene la pulpa integral de jícara, mientras que el sorgo tiene un mejor contenido de carbohidrato soluble.

Según el análisis de varianza reveló diferencias significativas para el pH, los tratamientos T3 y T7 presentaron los mayores valores de pH (9) y (8.9) diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T1, T10, T11 y T9 los cuales dieron los menores valores de pH.

En ambientes con valores bajos de pH las enterobacterias no proliferan, y hacer uso de técnicas de ensilaje que aseguren un rápido y significativo descenso del pH en este, provocara una inhibición del desarrollo de las enterobacterias, (McDonald *et al.*, 1991). Durante la estabilidad aeróbica hubo aumento de pH por lo que las bacterias proliferaron aprovechando las condiciones ideales de aire, temperatura, oscuridad y humedad, consumiendo gran parte de la proteína del ensilaje que a su vez es parte de la materia seca que disminuyó y provocó la pérdida de la calidad del ensilaje.

Los incrementos en el valor del pH que se observan en ensilajes son debidos principalmente a causa del metabolismo de azúcares y ácidos orgánicos ocasionados por bacterias aeróbicas, hongos y levaduras, Spoeltra *et al*, (1998).

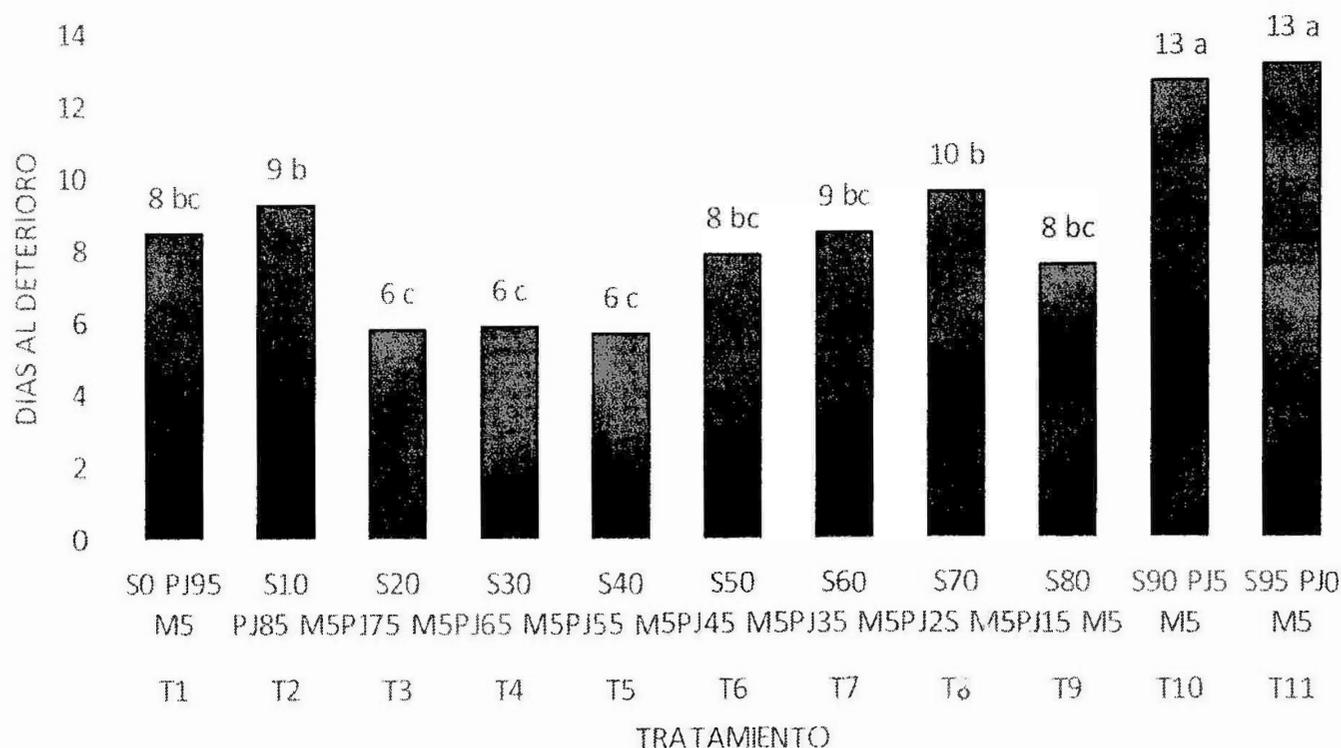
McDonald *et al.*; (1991), señalan que bajo condiciones aeróbicas, son muchas las especies de levaduras que degradan el ácido láctico en CO₂ y H₂O; y que la degradación de este ácido aumenta el valor del pH del ensilaje; Lo cual a su vez permite el desarrollo de otros microorganismos indeseables, dicho aumento esta correlacionado con el aumento de temperatura y perdidas de MS, también los aminoácidos catabolizados y el amoniaco liberado después de la desiminación pueden contribuir a que el pH se incremente.

Los aumentos en el valor del pH son inducidos por la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y en ocasiones por bacterias que producen ácido acético, Stefanie, *et al* (1999).

5.3.4 Días al deterioro aeróbico.

El análisis de varianza (ANDEVA), realizado a los días al deterioro mostro diferencia significativa entre tratamientos de (P< 0.000).

Figura 8. Separación de medias para Días al deterioro.



Letras distintas representan estadísticamente diferencia significativa (P<0.05%).

Al evaluar los días al deterioro para las diferentes mezclas del sorgo forrajero más la pulpa integral de jícara revela que existe diferencia significativa entre los tratamientos según el análisis de varianza, los tratamientos T10 y T11 son los que más tiempo duraron al deterioro aeróbico, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 (S70 PJ25 M5) y T9 los cuales dieron el menor tiempo a degradarse.

Los tratamiento que más tiempo duraron al deterioro fueron los que tuvieron mayor porcentaje de sorgo en la mezcla, T10 y T11 con 13 días a la degradación y los que menos días duraron a la degradación fueron el tratamiento, T3 y el T5 con 6 días a la degradación, el tiempo al deterioro fue determinado principalmente por la cantidad de humedad que poseía cada tratamientos siendo los que contenían más pulpa integral de jícara los que se dañaron más rápido por la cantidad de humedad que este posee.

Según Driehnis y Van Wikselaar, (1996), sostienen que las bacterias productoras de ácido acético son aeróbicas y juegan un papel importante en la estabilidad aeróbica por ser perjudicial para esta por iniciar el deterioro aeróbico, oxidando el lactato y el acetato produciendo CO₂ y H₂O, por lo que casi siempre son las responsable del inicio del deterioro aeróbico son las levaduras.

Hiriart (1998), menciona que al principio del deterioro se oxidan los compuestos solubles del ensilado, como los ácidos orgánicos, alcoholes y azúcares, pero la exposición prolongada al aire provoca la destrucción de componentes más estables como los polisacáridos de la pared celular, por los tantos los microorganismo causante del deterioro son levaduras y bacterias seguidos por hongos.

May. (1993), citado por Stefanie, *et al*; (1999), menciona que durante la fase de deterioro aeróbico todo el ensilaje puede ser invadido por mohos. Y que los mohos no solo disminuyen el valor nutritivo y la palatabilidad del ensilaje, sino que también son un riesgo para la salud de los animales y las personas, las esporas de estos pueden asociarse a ciertas afecciones pulmonares y reacciones alérgicas.

VI. CONCLUSIONES.

Los tratamientos T1, T9 y T10 obtuvieron los mejores resultados en cuanto a proteína Bruta, Materia Seca, Potencial de hidrogeno, Nitrógeno amoniacal y días al deterioro aeróbico lo que garantizan un ensilaje de calidad, comprobándose que la pulpa integral de Jícaro tiene un efecto positivo sobre la composición química, la fermentabilidad y la estabilidad aeróbica del ensilaje.

Sin embargo, el tratamiento T1 no debe suministrarse como alimento único al ganado ya que su mezcla es 95% pulpa de jícaro y 5% melaza por lo que podría causar problema en el ganado bovino.

Según las características nutricionales de PB Y MS los que presentan mejores resultados son el T1, T2, T9, T10 y T11 y con mejores características fermentativas de pH y nitrógeno amoniacal son el T1 (S0 PJ95 M5), T9 (S80 PJ15 M5), T10 (S90 PJ5 M5) y T11 (S95 PJ0 M5).

Los ensilaje que durante la estabilidad aeróbica más días al deterioro dilataron fueron los T2, T7, con 9 días, T8 con 10 días, T10 y T11 con 13 días para su degradación por microorganismo.

La pulpa integral de Jícaro es una alternativa viable y sostenible para la alimentación animal ya que es un recurso existente en la zona seca de Nicaragua que puede dar respuesta a la problemática de alimentación en verano y responde muy bien al proceso de ensilaje para obtener un alimento de alta calidad para bovinos.

VII. LITERATURA CITADA.

AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 2013. Methods of Analysis. 8 ed. Washington, DC, US.229 p.

Arroliga, L.; Zamora, J,C.1990. Estudio preliminar de ensilaje de pennisetum c.v. Taiwan A-144 mas pulpa de jicaro crescentia alata. Trabajo de diploma, Instituto Superior de Ciências agropecuárias, Escuela de Producción Animal, Departamento de Ganaderia y Nutricion Animal, 43 p.

Badui, J. 1993. Química de los alimentos, Editorial Alambra, México. p 60-65.

Bernal, H.; Correa, J, E. 1989. Especies Vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello. Ed. Guadalupe Ltda. Bogotá, CO. 15 p.

Botero, A, L.; Chamorro, G, C. 2003. Revisión general de los aspectos botánicos y productivos de crecentia kujute (lineo, 1753). Trabajo de Grado, Universidad de Sucre Facultad de Ciencia Agropecuaria, Zootecnia, CO. 30 p.

Cárdenas, J. V.; Sandoval, C. A.; Solorio, F. J. 2003. Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. Técnica Pecuaria en México. 43 (3): P 283-294.

Castillo, M., Rojas, A. y Wingchig, R. 2009. Valor nutricional del ensilaje de maiz cultivado en Asocio con Vigna (Vigna radiata). Agronomia Costarricense. p. 133146.

COVENIN Norma N°1883-83. (1979). Comisión Venezolana de Normas Industriales. Alimentos. Determinación proteína cruda.

CYTED. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnologia Para el Desarrollo, Sub Programa de Química Fina Farmacéutica. 1995. 270 Plantas medicinales. Bogotá, CO. 280 P.

Chedly, K; Lee, S. 2000. Silage from by-products for smallholders. FAO Electronic conference on tropical silaje 1-25 p.

Delgado, B. 2005. El ensilaje en zonas húmedas y sus indicadores de calidad (en línea). Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias, Consultado 12 de octubre. 2017. Disponible en

http://www.mouriscade.com/doc_ponencias/oct2005/ensilado_zonas_humedas_e_indicadores_calidad.pdf, Pag.8-10.

Driehuis, F.; Van Wikselaar, P.G 1996. Effects of addition of formic, acetic or propionic acid to maize silage and low dry matter grass silage on the microbial flora and aerobic stability. in; Jones et al, 1996, q.ev.institute for animal Science and Health, Lelstad, The Nestherlands p.256-257.

Estebes, R, J. 2012. Sorgo BMR. (en línea). Consultado el 12 de febrero 2015. Disponible en <http://intsormil.org/smscientificpresents/2012>.

Faria, J. M.; González, B. 2008. Nuevas especies de gramíneas forrajeras para el desarrollo sostenible de los sistemas ganaderos de doble propósito. 25 p.

FAO 1999. Uso del ensilaje en el trópico privilegiado opciones para pequeños campesinos. Tomada de las memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos, Roma 1 de septiembre a 15 diciembre de 2001, p60-70.

Fernández, Mayer, A. E.; Stuart, R. J.; Chongo, G, B.; Méndez, M. 2011. Cebas en pasto con sorgo nervadura marrón suministrado como forraje fresco (en línea) consultado el 16 de febrero 2015. Disponible en <http://www.veterinariargentina.com/revista/2012/04/ceba-pastoril-con-sorgos-nervadura-marron-o-bmr-brown-middle-rib-como-forraje-fresco/2012>.

Ferret, A. 2003. Control de calidad de forrajes. Departamento De Ciencia Animal i dels Aliments. Universidad Autònoma Barcelona. Pag.146.

Flores, E, J.2012. Evaluación de pulpa de totumo (*crecentia kujute*) ensilada en dos estados de maduración como alternativa en alimentación bovina. Magister en ciencia y tecnología de alimento, universidad popular del cesar. 70 p.

Gentry, A, H. 1980. Biononiaceae. Part. Crecentieae and Toure. Flora Neotropica Mongraph. PA. 27 p.

Gómez, H.; Arrieta, G. 1996. Especies arbóreas comunes en la región de la Monjana. Turinapi, Proyecto Caracterización Biofísica, Socioeconómica y Tecnológica de los sistemas de producción agropecuaria. CO. 39 p.

Herrera, D.; Frías, N.; Román, J.; Franco, J. 2012. Sorgos BMR. (en línea) consultado el 01 de marzo del 2015. Disponible en <http://:intsormil.org/smscientificpresents/2012PCCMCA/11%20PRESENTACI%C3%93n%20PCCMCA%202012%20%20%C3%9AAltima.pdf>.

Hiriart, M. 1998. Ensilados procesamiento y calidad, Trillas, México Pag.55-61.

Honig, H.; Woolford, M K. 1980. Changes in silage on exposure to air. *in*: C. Thomas (ed) *Forage Conservation in the 80s*. BGS Occasional Symposium, No.11. Hurley, UK: British Grassland Society p. 76-87.

McDonald, P.; Edward, R.A.; Greenhalgh, J.F.D.; Morgan, 1998. C.A. Evaluation of foods (A) Digestibility. In: Animal nutrition. 5th ed. Harlow, Essex, England: Longman Scientific and Technical, Milera p. 221-229.

McDonald, P; Henderson, A.R.; Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications, 13 Highwoods Drive, Marlow Bottom, Marlow, Bucks, UK. Pag. 340

Mendoza, A. 2009. Curso de Rumiantes. Suplementación de bovinos en pastoreo. 98 p.

Meyer, F.; Coria, E. A.; Chiatellino, D. 2009. (en línea) consultado el 05 de mayo del 2015. Disponible en <http://www.producci3n-animal.com.ar>.

Miron, J.; Zuckerman, E.; Adin, G.; Solomon, R.; Shoshani, E.; Nikbachat, M.; Yosef, E.; Zenou, A.; Weinberg, Z.G.; Chen, Y.; Halachmi, I.; Ben-Ghedalia, D. 2007. Comparison of two forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows. *Animal Feed Science Technology*, v.139, n.12, Crossref, p. 23-39.

Murguerito, R, E. 2008. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. Cali. Fundación CIPAV. CO. 32 p.

Navas, A. C.; Restrepo, Jiménez, G. 1999. Funcionamiento ruminal de animales suplementados con frutos de *Pithecellobium samán*. IV Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. Cali, Colombia. 50 p.

Navas, C. A.; Restrepo, S. C. 2003. Frutos de leguminosas arbóreas, una alternativa nutricional para ganadería en el trópico. Segunda conferencia Electrónica, Dirección de Producción y Sanidad Animal. FAO Roma.

Nieuwenhuysse, A.; Aguilar, A.; Mena, M. 2008. La siembra de pastos asociados con maní forrajero (*arachis pintoi*). Manual técnico N° 82. 20 p.

Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 20th Edition 2016.

Ojeda, F.; Montejó, I. L.; López, O. 2006. Estudio de la calidad fermentativa de la morera y la hierba de guinea ensilada en diferentes proporciones. *Pastos y Forrajes*. 29 (2): [13/3/2011]. P195-202.

Ojeda, F.; Díaz, D. 1991. Ensilaje de gramíneas y leguminosas para la producción de leche. 1. *Panicum maximum*. C.v. likoni y *Lablab purpureus* cv. Rongai. *Pastos y forrajes (Cuba)* 15(1): p77-87.

Prado, E. Franco, R. 2006. Revista electrónica REDVET. (En línea). ISSN 1695-7504 Vol. VII, N° 11, Noviembre/2006. Consultado 13 de agosto. 2008. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/nl11106/110606.pdf>

Reyes, J. J. 2000. Efecto del aumento de la carga en el comportamiento de vacas lecheras ante el incremento de la disponibilidad en dos intensidades de pastoreo. VII Congreso Panamericano de la Leche. La Habana CU. pág. 28.

Reyes, N.; Mendieta, B.; Fariña, T.; Mena, M. 2008. Guía de Suplementación Alimenticia Estratégica Para Bovino en Época Seca. Guía Técnica 12. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, NI.

Ruiz, C. J.; Roberto, P.; Aguilar, Fonseca, Hernández, Jarquín, E. 2005. Productividad de dos cultivares de pastos *Brachiaria brizantha* (La Liberta y Mulato). La Calera, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal. Las Mercedes, Managua, NI.

Saldanha, C. J. 1995. Flora of Karnataka. Vol I-II. Publisher Thomas S. Elias. UK. Reinos Unidos.

Sánchez, J. M. 2003. Árboles en España, Manual de identificación. Mundiprensas libros, S, A. Madrid ES.

Senra, A. F. 2000. Aspectos fundamentales para el manejo de sistemas sostenibles de producción de leche a base de pastos en América Latina y el Caribe. VII Congreso panamericano de la leche. La Habana CU. pág. 31.

Tobía, C., Sequera, C., Villalobos, E. Cioffi, R.; Escobar, O. 2003. Experiencias en la elaboración de silaje maíz-soya en dos sistemas de producción Bovino en Venezuela. XI Seminario de Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. UCLA.

Spoelstra, S.F; Courtin, M.G; y Van Beers, J.A.C.: 1998 Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. J. Agric. Sci., Camb. p127-132.

Stefanie, J; Elferink, O; Driehuis, F; Gottchal, J; Spoelstra, S. 1999. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. En Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos, Departamento de agricultura, FAO, Roma. Pag. 19-22.

Uribe, F. C. 1996. Alternativa para la ganadería moderna y competitiva. Segundo seminario internacional, Sistema silvopastoriles. Ministerio de agricultura Imprentas Presencia S.A. CO. 45 p.

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.

Watson, L.; Dallwitz, M. 1999. The families flowering plan; Description, illustrations, identification and information retrieval. USA: Versión nº 19.

Woolford, M. (1998). The problem of silage effluent Herbage. Abstracts. 48:397.

VIII. ANEXOS.

7.1 Anexo 1. Selección de los mejores tratamientos según el cumplimiento con los diferentes niveles de MS, PB, pH, Na y días al deterioro aeróbico.

Cuadro 3. Selección del mejor tratamiento.

Tratamientos		MS 32-37 McDonald et al. (1998)	PB>12	PH 4.2 Weissbach (1996)	Na <4(Alterbio, 2012).	DD>7
T1	S0 PJ95 M5	26.3	16.7	4.3	1.2	8
T2	S10 PJ85 M5	29.51	17.4	5.4	3.6	9
T3	S20 PJ75 M5	27.2	15.9	5.8	7.5	6
T4	S30 PJ65 M5	26.9	13.6	5.6	5.6	6
T5	S40 PJ55 M5	27.5	13.8	5.5	4.6	6
T6	S50 PJ45 M5	27.6	14.2	5.1	2.7	8
T7	S60 PJ35 M5	27.8	12.3	5.7	3.1	9
T8	S70 PJ25 M5	27.4	13.2	5.2	1.9	10
T9	S80 PJ15 M5	28.3	12.3	4.7	4.8	8
T10	S90 PJ5 M5	30	12.1	4.3	2	13
T11	S95 PJ0 M5	32.3	12.3	4.5	3.5	13