

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE MELAZA EN LA
CONSERVACIÓN Y CAMBIOS QUÍMICOS Y NUTRICIONALES
DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO**

JOSÉ RODRÍGUEZ

9-710-1898

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2013

**EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE MELAZA EN LA CONSERVACIÓN Y
CAMBIOS QUÍMICOS Y NUTRICIONALES DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO
FRESCO DE CAMOTE ENTERO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

ING. AUDINO MELGAR M., M.Sc.

DIRECTOR

ING. VÍCTOR SANCHEZ, M.Sc.

ASESOR

ING. GERARDO SANDOYA, M.Sc.

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2013

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía espiritual y permitirme culminar esta etapa de mi vida. A mi familia, en especialmente a mi abuela María De La Cruz González que me han brindado todo su apoyo incondicional el mismo que se ve reflejado en este trabajo. Gratifico la ayuda del Ing. Audino Melgar, director de tesis, quien a más de ser un guía ha sido un amigo. A los asesores, Ing. Víctor Sánchez y al Ing. Gerardo Sandoya.

Además al Ing. Carlos Solís, a la Licda. Karla Hernández, encargada del Laboratorio de Bromatología del IDIAP, a la profesora Colombia Wong del Laboratorio de Toxicología del Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de Chiriquí (CEIACHI) de la Facultad de Ciencias Agropecuaria. Al Dr. Humberto Ruiloba y amigos que estuvieron apoyándonos para el desarrollo de esta investigación.

José

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, en especial a mi abuela María De La Cruz González a mis tíos Eduardo Rodríguez, Balbino Rodríguez, Eugenia Rodríguez y María Rodríguez, quienes con sus esfuerzo y dedicación han logrado formar en mí una persona capaz de cumplir las metas propuestas.

A mis hermanos Imeldina Rodríguez y Miguel Rodríguez. A mis amigos: Albis Soto, Orlando González, Edgar González, Rodrigo Rodríguez, Ciprian González, Emiliano González y a mi compadre y amigo el HR. Traslación Acosta, por su ayuda y orientación durante mis estudios, de lo cual hoy me siento orgulloso.

José

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE MELAZA EN LA CONSERVACIÓN Y CAMBIOS QUÍMICOS Y NUTRICIONALES DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO

RODRIGUEZ, J. 2013. Evaluación de tres niveles de melaza en la conservación y cambios químicos y nutricionales del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero. Tesis Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. Chiriquí, Panamá. 76 pág.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de tres niveles de melaza en la conservación o preservación del tubérculo de camote entero fresco (*Ipomoea batata L*), se realizó un estudio en el Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de Chiriquí (CEIACHI) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicado en el Corregimiento de Chiriquí. El estudio se estableció en microsilos evaluando tres niveles de adición de melaza (5%, 7.5% y 10%) en base al peso del tubérculo de camote de la variedad Taignum 66, aplicando el diseño completamente al azar con tres repeticiones. Luego de 90 días, los microsilos fueron abiertos y se tomaron muestras donde se evaluó el pH, indicadores organolépticos (color, olor y textura), contenido de nitrógeno amoniacal (NH₃-N) como indicadores de fermentación y se analizó materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente acida (FDA). El contenido de almidón total se estudió aplicando la metodología propuesta por Megazyme International (Ireland Ltd); expresado como porcentaje de la MS. El contenido de materia seca, materia orgánica, proteína cruda, almidón fibra detergente neutro y fibra detergente acido no fue afectado por la adición de melaza. El nitrógeno amoniacal(N-NH₃), fue afectado (P=0.0090) por el nivel de melaza, lo que puede atribuirse al ácido láctico el cual no permitió el crecimiento de los microorganismos amoniacales. De igual forma, el pH fue afectado (P=0.0106) el nivel de melaza. El valor más bajo se alcanzó a un pH 3.56. Los resultados de pH indican un crecimiento de bacterias acido lácticas, alcanzando una adecuada fermentación permitiendo la preservación del tubérculo de camote entero. Por lo tanto, las características organolépticas y las de fermentación indican un proceso de fermentación dentro de los valores normales. El mayor valor de almidón fue de 51.88% fue observado con el 7.5% del nivel de melaza. Se concluye que el nivel de melaza más conservador de todas las características evaluadas fue a un nivel de 7.5% de melaza.

Palabras clave: Camote, melaza, microsilos, fermentación, conservación

EVALUATION OF THREE LEVELS OF MOLASSES IN THE CONSERVATION, CHEMICAL AND NUTRITIONAL CHANGES OF THE SILAGE OF WHOLE TUBER FRESH SWEET POTATO

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of three levels of molasses in the conservation and preservation of fresh whole potato tuber (*Ipomoea batata* L), a study was conducted at the Center for Agricultural Research and Education of Chiriquí (CEIACHI), Faculty of Agricultural Sciences, located in Chiriquí. The study was established in microsilos evaluating three levels of addition of molasses (5%, 7.5% and 10%), based on the potato tuber weight, it was used the variety Taignum 66. It was arranged using completely randomized design with three replications. After 90 days of fermentation, the microsilos were opened, and samples were evaluated for organoleptic indicators (color, odor and texture), pH and content of ammonia nitrogen (NH₃-N) as indicators of fermentation. It was also analyzed for dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA). The total starch content was studied using the methodology proposed by Megazyme International (Ireland Ltd), expressed as a percentage of the DM. The content of dry matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fiber starch and acid detergent fiber was not affected by the addition of molasses. Ammonia nitrogen (NH₃-N) was affected ($P=0.0090$) by the level of molasses, which can be attributed to lactic acid which does not allow the growth of ammonia making microorganisms. Similarly, the pH was unaffected ($P=0.0106$) for the level of molasses. The lowest value was reached at pH 3.56. The results of pH indicate growth of lactic acid bacteria, allowing an adequate fermentation, reaching preservation of whole potato tuber. Thus, the organoleptic characteristics and fermentation parameters indicated a normal range fermentation process. The greatest value of starch was 51.88% and it was observed with the 7.5% of molasses. We conclude that 7.5% of molasses was the most conservative of all evaluated traits.

Keywords: Sweet potato, molasses, additive, silage, fermentation, conservation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	<i>Página</i>
PÁGINA DEL TÍTULO.....	i
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	ii
PÁGINA DE AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURA.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del Problema a Investigar.....	3
1.2 Antecedentes.....	4
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 Objetivos Generales.....	8
1.4.2 Objetivos Específicos.....	8
1.5 Hipótesis.....	9
1.6 Alcances y Limitaciones del Estudio.....	9
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1. Descripción general del camote.....	11
2.2. Composición Nutricional del camote.....	13
2.3. Usos del Camote.....	17
2.4. Características agronómicas del camote.....	18
2.4.1 Preparación del suelo.....	18
2.4.2 Propagación de la semilla.....	18
2.4.3 Siembra.....	19

2.4.4 Fertilización.....	19
2.4.5 Cultivares recomendados para Panamá.....	20
2.4.6 Manejo y control de malezas.....	20
2.4.7 Plagas, enfermedades y su control.....	22
2.4.8 Cosecha.....	23
2.4.9 Almacenamiento.....	23
2.5 Valor nutricional de follaje y raíces de camote para la alimentación de rumiantes.....	25
2.6. Uso de aditivos (melaza), para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales.....	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1. Ubicación del Estudio.....	32
3.2. Confección de Microsilos.....	32
3.3. Variables de Respuesta.....	33
3.4. Análisis de las variables de Respuesta.....	34
3.5. Diseño Experimental y Modelo Matemático.....	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Materia Seca:.....	36
4.2. Materia Orgánica.....	41
4.3. Proteína Cruda.....	44
4.4. Fibra Detergentes Neutro.....	48
4.5. Fibra Detergentes Acido.....	51
4.6. Almidón.....	54
4.7. Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃).....	57
4.9. pH.....	61
4.10. Indicadores Organoléptico.....	65

5. CONCLUSIONES.....	66
6. RECOMENDACIONES.....	67
7. REFERENCIAS CITADAS.....	68
ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Título	Página
CUADRO I.	Clasificación taxonómica del cultivo de camote.....	11
CUADRO II.	Datos de la composición nutricional por 100 gramos de la porción comestible del camote.....	16
CUADRO III.	Caracterización bromatológica del follaje y la raíz de diferentes genotipos de batata.....	17
CUADRO IV.	Requerimiento de fertilizantes para el cultivo de camote...	20
CUADRO V.	Rendimientos promedios de follaje y tubérculo de las variedades de camote utilizadas en panamá.....	21
CUADRO VI.	Herbicidas utilizados para el control de malezas durante el desarrollo del cultivo y su lugar de aplicación.....	22
CUADRO VII.	Análisis de varianza de la materia seca del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza.....	36
CUADRO VIII.	Comparación de medias para las características nutricionales del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza.....	37
CUADRO IX.	Comparación del camote con el control y otros datos.....	39
CUADRO X.	Análisis de varianza de la materia orgánica del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza.....	42
CUADRO XI.	Análisis de varianza de la proteína cruda del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza.....	45
CUADRO XII.	Análisis de varianza de la fibra detergente neutro del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza.....	49
CUADRO XIII.	Análisis de varianza de la fibra detergente ácido del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres	

	niveles de melaza.....	52
CUADRO XIV.	Análisis de varianza del contenido de almidón total del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza.....	55
CUADRO XV.	Análisis de varianza del contenido de nitrógeno amoniacal del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza.....	58
CUADRO XVI.	Comparación de medias para las características de fermentación del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza.....	59
CUADRO XVII.	Análisis de varianza del pH del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza.....	62
CUADRO XVIII.	Indicadores organolépticos fermentativos y nutricionales para la evaluación de ensilajes camote.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Título	Página
FIGURA 1.	Efecto de tres niveles de melaza sobre el contenido de materia seca en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.....	41
FIGURA 2.	Efecto de tres niveles de melaza sobre el contenido de materia orgánica en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.....	44
FIGURA 3.	Efecto de tres niveles de melaza sobre el contenido de proteína cruda en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.....	48
FIGURA 4.	Efecto de tres niveles de melaza sobre el contenido de fibra detergente neutro en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.....	51
FIGURA 5.	Efecto de tres niveles de melaza sobre el contenido de fibra detergente ácido en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.....	54
FIGURA 6.	Efecto de tres niveles de melaza sobre el contenido de almidón total en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.....	57
FIGURA 7.	Efecto de tres niveles de melaza sobre el contenido de nitrógeno amoniacal en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.....	61
FIGURA 8.	Efecto de tres niveles de melaza sobre el pH en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Título	Página
ANEXO 1.	Microsilos y muestras abiertas de los microsilos a los 90 días de ensilado.....	74
ANEXO 2.	Líquido efluente de los microsilos.....	75
ANEXO 3.	Análisis bromatológico de las muestras en el laboratorio.....	75

I. INTRODUCCION

La melaza o miel de caña es un producto líquido y espeso derivado de la caña de azúcar, principalmente se emplea la melaza como alimento energético para la alimentación de rumiantes por su alto contenido de azúcares y su bajo costo en algunas regiones. La melaza se usa como aditivo desde hace mucho tiempo, utilizándose en los forrajes tropicales entre cinco y ocho por ciento (Salsbury *et al.*, 1949). Henderson (1993), sostiene que su aplicación en el ensilado de pastos tropicales, requiere una dosis alta de melaza (4 a 5%), mientras que en forrajes con muy bajo contenido de materia seca (MS), una parte considerable del aditivo puede perderse en el efluente del silo en los primeros días del ensilaje.

El valor nutritivo del producto ensilado es similar al del forraje antes de ensilar. Sin embargo, mediante el uso de algunos aditivos, se puede mejorar este valor. Existen varias clasificaciones de aditivos, según Argamentoría *et al.* (1997), los aditivos pueden ser químicos o biológicos naturales.

Los aditivos como la melaza son productos utilizados en el tratamiento de forrajes para su conservación ya que directa o indirectamente modifican sus características químicas y biológicas mejorando la palatabilidad y el valor nutritivo de los mismos Chaverra y Ensse (2000), Marshall y Lara (2011),

indican que la utilización de la melaza en los ensilajes es importante porque, sirven de sustrato y fuente de energía para los microorganismos al facilitar la fermentación. Pezo (1981), indica que la importancia de utilizar mayor cantidad de melaza en el trópico es para suplir el bajo contenido de azúcares en los forrajes y pérdidas de carbohidratos por respiración y fermentación aeróbica debido a las altas temperaturas.

El camote (*Ipomoea batata L*) es de alta producción de biomasa, ya que puede producirse dos o tres veces por año (González y Díaz, 1997; Ruiz, 2005), lo que implica la cosecha tanto en la época seca como lluviosa. Su conservación en fresco por periodos largos implica ensilarlo ya sea picado o entero, integral (tubérculo más follaje picados) o por separado tubérculo y follaje.

En Panamá, el camote no se considera un cultivo de importancia comercial y se cultiva en diferentes áreas, principalmente en la región de Azuero. Experimentalmente se han reportado y registrados rendimientos promedios de hasta 45 a 60 toneladas de material fresco por hectárea (Ruíz, 2009). El cultivo de camote se adapta a una gran variedad de climas y condiciones agrícolas tropicales, con buenas distribuciones de precipitación pluvial, lo que le permite un crecimiento continuo durante todo el año (Gómez y Fernández, 2002).

Existe la necesidad de generar alternativas de alimentación que disminuyan los costos de producción e incrementen la producción animal. Una de estas

alternativas es el ensilaje, cuyo propósito consiste en aprovechar el excedente de forraje disponible en las épocas de mayor producción de biomasa, para ser utilizado en la época de escasez, conservando los forrajes verdes con un mínimo de pérdidas nutritivas. El ensilaje es un método de conservación de forrajes o subproductos agrícolas (restos vegetales, etc.), con alto contenido de humedad (60-70%), mediante la compactación, expulsión del aire y producción de un medio anaeróbico, que permite el desarrollo de bacterias que acidifican el forraje.

Quezada (2001), trabajó con ensilado de raíces no comerciales de camote (base ceca) encontrando valores de 5.24, 9.33, 8.17 y 75.51 por ciento de proteína, fibra cruda, cenizas y extracto libre de nitrógeno respectivamente, mientras que la degradabilidad ruminal (medida en 2 ovinos) fue de 43.4 por ciento y 41.2 por ciento para la materia seca (MS) y materia orgánica (MO) respectivamente, a las 24 horas de incubación.

1.1. Planteamiento del Problema a Investigar

Los productores panameños presentan o enfrentan una serie de problemas a la hora de alimentar sus animales. La escases de pastos y forrajes en las épocas críticas (seca y exuberante precipitación), las deficiencias de nutrientes en los forrajes, los costos elevados de los insumos, los altos costos de producción y sobre todo los altos costos de conservar los pastos y forrajes. De mantenerse la baja producción de los pastos y forrajes y los altos costos, los productores

corren el riesgo de salir o desaparecer. De continuar estos problemas y no buscar alternativas para abaratar costos y no buscar técnicas sencillas con materiales naturales, todos se encarecerán y será más difícil producir la producción.

Se impone corregir la situación mediante planes estratégicos de conservar y mejorar los niveles nutricionales de los pastos y forrajes, manteniendo así sus niveles energéticos para una mayor producción mediante la técnica de ensilado; abaratando el costo con la utilización de materiales sencillos.

El ensilado de camote es una alternativa para conservar y mejorar los niveles nutricionales del tubérculo de camote, como una fuente para suplir las necesidades alimentarias de los animales en la época seca y contribuir a disminuir los costos de alimentación.

1.2. Antecedentes

El uso de conservantes o aditivos para mejorar o preservar la calidad del ensilaje se hace necesario, tal como es el caso de la melaza. La melaza es utilizada como alimento energético y como un aditivo para ensilajes hace mucho tiempo, se agrega a los forrajes tropicales a niveles entre cinco y ocho por ciento (Salsbury *et al.*, 1949), mientras que en los climas templados es suficiente para promover el desarrollo de niveles adecuados de ácido láctico entre 0,7 y dos por ciento.

Pezo (1981) indicó que la importancia de utilizar una mayor cantidad de melaza en el trópico es debido a la necesidad de compensar el bajo contenido de azúcares en los forrajes, aunado a mayores pérdidas de carbohidratos por respiración y fermentación aeróbica producto de las altas temperaturas.

Ojeda y Cáceres (1984) al evaluar el uso de la melaza y de varios aditivos químicos, encontraron que el porcentaje de proteína cruda (PC) disminuyó en todos los tratamientos excepto en el de melaza, en el que los valores encontrados fueron los más altos. López (1989), De la Fuente (1990) y Vallejo (1995) reportaron que la adición de melaza redujo sustancialmente la producción de amoníaco, en silos de (*Pennisetum purpureum* y *Gliricidia sepium*) y especies leñosas, respectivamente.

El camote es un cultivo de alta producción de biomasa, ya que puede producirse dos a tres veces por año, (Gonzales y Días, 1997; Ruiz, 2005; Solís, 2011) lo que implica la cosecha en época seca como lluviosa. Su conservación en fresco por periodos largos implica ensilado, pero también puede ser conservado con melaza de caña de azúcar. En este caso la melaza puede realizarse con tratamientos el cual presenta ventajas sobre el ensilaje ya que no requiere presecado, picado y apisonado, lo que reduciría el costo de producción.

Contrario al ensilaje, también se ha planteado que mejora el aspecto nutricional y que protege los azúcares y almidones (Quesada, 2001), lo cual es importante

en el camote, ya que este es una fuente energética debido a que el tubérculo presentan contenidos de estos carbohidratos de 5.1 a 14.0 y 45.2 a 57.4 por ciento, base seca, respectivamente.

Ruiloba (2005), estudió el efecto de la melaza y sal cruda en el ensilaje de tubérculos picados de camote (variedad Taignum-66), encontrando a los 100 días de ensilado buenas características fermentativas y organolépticas en el material y que el nivel de melaza y sal no afectaron el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y nitrógeno amoniacal (N-NH₃).

1.3. Justificación

Las alternativas para conservar alimentos por medio de aditivos es una técnica de gran ayuda para los productores, de tal manera es innovadora y especial el uso de la melaza, además el uso de la melaza como aditivo es un tratamiento disponible para su utilización en diferentes tipos de forrajes.

En nuestro país no hay experiencias en la utilización de melaza como aditivo utilizando en tubérculos enteros de camote para su conservación, salvo algunos esfuerzos realizados por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y la Universidad de Panamá a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA). A pesar de sus ventajas prácticas y a que es un cultivo en el que recientemente se han incrementado las investigaciones en función del potencial que demuestra como alternativa energética para alimentación animal

en el país como consecuencia del alto costo de las fuentes energéticas tradicionales como el maíz, afrecho de trigo entre otros y subproductos producidos localmente como la melaza.

Con el uso de melaza se puede aprovechar todo su potencial de producción de la biomasa (almidón). Según literaturas estudiadas e investigadas indican que el uso de la melaza de caña de azúcar puede aplicarse o usarse en pastos y forrajes así como también a raíces y tubérculos, pero no hay información o no existe información sobre su utilización en el rubro de camote, esta técnica o tratamiento presenta ventajas sobre el ensilaje como tal; por su proceso que tiene o que lleva, ya que no requiere de actividades como el secado, picado y compactado el material; de tal manera se demuestra que se mantiene y se mejora el valor nutricional y con un aspecto en especial en sí. Además no afecta los azúcares y almidones principales componentes energéticos de este cultivo en sí. Estés es un proceso fermentativo por el cual el material vegetal se conserva sin destruir su valor nutritivo (Vanbelle y Bertin, 1992). Además con esta técnica se puede abaratar los costos de producción, aumentar la calidad y cantidad de alimentos conservados y por ende mantener alimentos todo el año para los animales y así aumentar la productividad y rentabilidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Conservar y mejorar el valor nutritivo del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero (*Ipomoea batatas*, L.).

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar tres niveles de melaza sobre el valor nutritivo y la conservación del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.
- Determinar el efecto de tres niveles de melaza sobre los indicadores organolépticos fermentativos del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.
- Favorecer la conservación del almidón en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis para Objetivo Específico 1

Ho: La adición de melaza no afecta el valor nutritivo y la conservación del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.

Ha: La adición de melaza afecta el valor nutritivo y la conservación del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.

1.5.2. Hipótesis para Objetivo Específico 2

Ho: La adición de melaza no afecta los indicadores organolépticos fermentativos ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.

Ha: El nivel de melaza afecta los indicadores organolépticos fermentativos del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.

1.5.2. Hipótesis para Objetivo Específico 3

Ho: La adición de melaza no favorece los indicadores organolépticos fermentativos del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.

Ha: La adición de melaza favorece indicadores organolépticos fermentativos del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero.

1.6. Alcances y Limitaciones del Estudio

Alcances: Se logró innovar sobre el proceso de conservación y preservación del tubérculo de camote entero con la adición de melaza durante el ensilado. Con la técnica evaluada se logra contribuir con la conservación de una fuente de alimentación para el ganado, lo que permite ofrecer un insumo alimenticio con altos niveles nutricionales para ser utilizado en las épocas críticas. Esto representa una alternativa para ayudar a los productores ganaderos con el fin de abaratar los costos de producción y contribuir a aumentar la rentabilidad de la explotación.

Limitaciones: Una de las limitaciones de la técnica evaluada es el alto costo que ha tenido la melaza en los últimos años. Además la introducción de una nueva fuente de alimentación provoca incertidumbre en los productores. Por otro lado, el uso del camote para la alimentación animal es un tema debatible ya que muchos consideran que compite con la alimentación humana y afecta la seguridad alimentaria.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción General del Camote

El camote (*Ipomoea batata*, L.) es una planta perenne, cultivada anualmente. A diferencia de la papa que es un tubérculo, o esqueje engrosado, el camote es una raíz reservante. La clasificación taxonómica del camote se muestra en el Cuadro I.

CUADRO I. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CULTIVO DE CAMOTE.

Clase:	Dicotiledonea
Orden:	Tubifloras
Familia:	Convolvulaceae
Género:	Ipomoea
Especie:	Batata

Según González (1994) el cultivo del camote presenta una buena alternativa de diversificación alimenticia para los pequeños productores, tiene pocos enemigos naturales lo cual implica que usa pocos pesticidas y crece en suelos con pocos fertilizantes, podría llegar a producirse a gran escala para explotar su potencial de industrialización. El tallo es una guía de hábito rastrero, aunque existen variedades del tipo arbustivo erecto. Las hojas son simples insertadas en el tallo. La raíz es fibrosa y extensiva, tanto con profundidad y en sentido lateral, tienen alto contenido de almidón y algunas variedades contienen altos contenidos de

caroteno y vitamina C y una proporción apreciable de proteínas. Las flores están agrupadas en inflorescencias de tipo racimo, su color va desde verde pálido hasta púrpura oscuro. El fruto es una cápsula redondeada, posee entre uno y cuatro semilla y es de forma irregular a redondas levemente achatadas, de color castaño a negro (Ruíz *et al.*, 2009).

El camote es originario de América latina, se ha diseminado y se cultiva a nivel mundial, ocupando el séptimo lugar después de la papa y la yuca, trigo, cebada, maíz y arroz en el renglón de la producción de raíces y tubérculos, con una producción de 126 millones de toneladas/año. Este cultivo es energético, permite hasta tres ciclos/año, es de fácil propagación y se adapta a diferentes ecosistemas (Gómez y Fernández, 2002).

De acuerdo a Ortega y Marcano (2004), la producción proyectada de las raíces y tubérculos del camote, presentan un futuro garantizado, especialmente para el camote en países en desarrollo, futuro que está ligado con su uso para productos industriales, consumo humano y animal, de tal manera que el uso a gran escala del camote en la alimentación animal reduce la importación de granos, lo que reduce la presión del precio internacional de los granos para otros países en desarrollo.

El camote es clasificado en dos tipos según su utilización: tipo pulpa seca y tipo pulpa húmeda. En Asia se prefiere el de pulpa seca, dura, blanca, con alto

contenido de almidón, poca proteína y carotenos que se utiliza en la industria de extracción del almidón, producción de alcohol y alimentación animal, mientras que en los países de Occidente se utiliza principalmente para la alimentación humana, por lo que se prefiere que tenga más proteína y caroteno (Montaldo, 1991).

2.2. Composición Nutricional del Camote

Según investigaciones el camote presenta producciones de 126 millones de toneladas/año (FAO, 2007). En América Latina la producción de camote se ha detenido, la tasa de crecimiento proyectada para el camote como alimento humano para el periodo 1993 al 2020 es de 2.7 por ciento anual (Scott *et al.*, 2000).

El camote es un alimento de alta energía, sus raíces tienen un contenido de carbohidratos totales de 25 a 30 por ciento, de los cuales el 98 por ciento es considerado fácilmente digestible. Es una fuente excelente de carotenoides de provitamina A. Recientes estudios del papel de la vitamina A y la fibra sobre la salud humana puede realzar aún más la imagen del camote. También es una fuente de vitamina C, potasio, hierro y calcio. El contenido de aminoácidos es bien balanceado, con un mayor porcentaje de lisina que el arroz o el trigo, pero un contenido limitado de leucina (FAO, 2006 Y 2007). Todo esto es aplicable a la alimentación animal, de aquí la importancia que este rubro ha tomado en los últimos años, lo que lo ha convertido en una alternativa de alimentación animal.

En promedio, la raíz reservante del camote tiene entre 20 y 30 por ciento de materia seca; en los casos más bajos puede llegar a 13 a 15 por ciento y en los más altos al 40 por ciento Martí, (1998). Esta materia seca está compuesta por un alto contenido de almidón, principalmente amilopectina 60-70 por ciento, que es fácilmente digestible por todas las especies, apreciable contenido de azúcares 7,5 por ciento, principalmente sacarosa, hemicelulosas 5 por ciento y lignina 2 por ciento, además contiene 2.8,- 8.8, y 3.6 por ciento de fibra bruta (FB), fibra neutro detergente (FDN) y fibra ácido detergente (FAD), respectivamente, bajo contenido de grasa (< 1%), de modo que dietas ricas en estos alimentos pueden presentar deficiencias en ácido linoleico (FEDNA, 2003). Además contiene Calcio (Ca) 0,11 por ciento, fósforo (P) 0,14 por ciento, magnesio (Mg) 0,05 por ciento, potasio (K) 0,65 por ciento y hierro 35 miligramos/kilogramos. Este tubérculo es deficitario en proteína y aminoácidos esenciales y tiene un inhibidor de tripsina que resulta parcialmente inactivado cuando se deshidrata a alta temperatura, pero no cuando se deseca al sol (FEDNA, 2003).

El contenido de proteína cruda del tubérculo es de 2.8 a 9 por ciento, dependiendo de la variedad, mientras que Gómez y Fernández (2002) indican 4.9 por ciento y Sánchez (1996) de tres a ocho por ciento. Diferentes autores citados por Sulbarán (s.f.) indican que el tubérculo de camote posee altos valores de energía digestible (3300 kcal/kg), producto de su elevado contenido de almidones. González (1994) ha indicado valores entre (3844 y 4075 Kcal de

energía bruta/kg MS), pero otros estudios citan valores entre (3,160 y 3,220 kcal de energía bruta/kg de MS), equivalente de 90 a 96 por ciento de lo aportado por la yuca y el sorgo, respectivamente. FEDNA (2003) presenta un valor de 2660 Kilocorías de energía metabolizable/kilogramos de materia seca (MS).

El follaje de camote es equivalente a un pasto de buena calidad, con un 12 por ciento de proteína cruda, 65 por cientos de digestibilidad y muy buena aceptación por el ganado (Backer *et al.*, 1976). Este es rico en proteína, azúcares y vitaminas, pero es relativamente alto en fibra y tiene un bajo contenido de materia seca, lo que se explica por qué la introducción del mismo en las dietas reduce frecuentemente la ingesta de materia seca y debido a su alto contenido proteico puede usarse para reemplazar parcialmente otras fuentes de proteína (González y Tepper, s.f.). Su contenido de materia seca puede variar entre 10 y 20 por ciento (Vásquez *et al.*, 2004), con valores entre 12 y 17 por ciento de proteína cruda, menos de 18 por ciento de fibra cruda y una digestibilidad de la materia seca superior al 70 por ciento (Ffoulkes *et al.*, y Ruíz *et al.*; citados por Ruíz *et al.*, 1981). Otras investigaciones con diferentes variedades y clones de camote indican que el follaje contiene en promedio 11.6 por ciento 21 de proteína cruda, 2.2 por ciento de grasa, 22.5 por ciento de fibra cruda y 12.7 por ciento de ceniza, base seca (Gómez y Fernández, 2002). Se ha indicado que el contenido de proteína cruda del follaje puede llegar hasta 17 por ciento de proteína cruda, dependiendo de la variedad.

El follaje de camote posee una baja densidad energética, aproximadamente 1964 kcal de energía digestible/kilogramos MS, con un nivel de 24.5 a 32.8 por

ciento de FDN y (13.6 a 26.6%) de FAD (González., 1994). Para la industria, las hojas son ricas en betacaroteno, substancia a partir de la que se produce la vitamina A.

En el (Cuadro III) se presenta el análisis del follaje y las raíces de la batata, materiales recomendados para la utilización en explotaciones dirigidas a la producción de materias primas para la industria y concentrados para la alimentación animal (Luciani., 1989; citado por Ortega y Marcano, 2004).

CUADRO II. DATOS DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL POR 100 GRAMOS DE LA PORCIÓN COMESTIBLE DEL CAMOTE.

COMPONENTE	CANTIDAD
Calorías, Kcal	105
Agua, g	72.84
Proteína, g	1.65
Grasa, g	0.30
Cenizas, g	0.95
Carbohidratos, g	24.28
Fibra, g	3
Calcio, mg	22
Hierro, mg	0.59
Fósforo, mg	28
Potasio, mg	337
Vitamina C, mg	22.7
Vitamina A, IU	14.545

Fuente: http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl

CUADRO III. CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DEL FOLLAJE Y LA RAÍZ DE DIFERENTES GENOTIPOS DE BATATA.

PARTE DE LA PLANTA	MS (%)	PC (%)	EE (%)	FC (%)	ELN (%)	C (%)
Follaje	92.2	16.5	3.2	19.4	48.7	12.5
Raíz	90.6	3.3	0.6	4.6	88.9	2.4

Fuente: Luciani, Barrios y Colmenáres; citados por Ortega y Marcano, 2004.
MS: Materia Seca, PC: Proteína Cruda, EE: extracto Etéreo, FC: Fibra Cruda, ELN: Extracto Libre de Nitrógeno, C: Cenizas.

2.3. Usos del Camote

Las raíces del camote, se aprovechan para consumo humano como en ensalada y en sopas, industrialmente se usa para elaborar dulces, obtener almidón, el cual a su vez es materia prima para la obtención de alcohol; la raíz se emplea en la alimentación de cerdos, perros, rumiantes, peces y otros. El follaje se utiliza en la elaboración de forraje para alimentación de animales (Ruiz *et al.*, 2009).

Existen algunas variedades mejoradas cultivadas para propiciar el consumo en la alimentación teniendo en cuenta sus cualidades alimenticias y medicinales. Los chinos lo consumen para disminuir los problemas de cáncer del aparato digestivo (Ruiz y Ruiloba, 2005; citados por Solís, 2011).

2.4. Características Agronómicas del Camote

El camote se adapta desde el nivel del mar hasta los 2500 metros sobre el nivel del mar (msnm), pero los mejores resultados para establecer plantaciones comerciales con buenos rendimientos están entre los cero y 900 msnm, en donde se presentan temperaturas de 20-30 grados centígrados (°C) que aceleran su desarrollo, requiere de 12 a 13 horas diarias de luz (Ruíz *et al.*, 2009).

Lardizábal (2003) indica que el camote requiere suelo de preferencia francos con alto contenido de materia orgánica (3% o más) pero produce muy bien en suelos pesados hasta suelos arenosos con materia orgánica de uno por ciento. El pH del suelo es preferible en el rango de 5.5 a 6.0. Tolera excesos de precipitación con anegamiento. Su siembra se puede hacer continua todo el año ya que las características agronómicas y la ventana de exportación lo permiten.

2.4.1. Preparación del Suelo

Según Ruiz *et al.* (2009), es necesario las labores culturales, estas labores deben iniciarse entre 45 y 60 días antes de la siembra. Se deben realizar labores como el subsolado, arado, rastreado y surcado.

2.4.2. Propagación de la Semilla

La propagación del camote puede ser sexual o asexual. Comercialmente la forma más utilizada de propagación es la asexual, por raíz y utilizando guías, ya

sea de la parte basal, media o apical de las plantas adultas. Esta forma es la más efectiva y rápida de obtener plantas (Ruíz *et al.*, 2009).

2.4.3 Siembra

Al realizar la siembra, la semilla debe estar libre de enfermedades, daño de insectos, sin síntomas de virus y de la punta de la guía, no básales. La razón que debe de ser de puntas y no básales es porque la punta se recupera y empieza a crecer más rápido que las básales por tener el follaje y el punto de crecimiento principal. El tamaño de la guía debe de ser un mínimo de 30 centímetros (cm) y un máximo de 40 centímetros, 0.3 metros entre planta y 1.0 metro entre surco, además se cultiva en el trópico durante todo el año (Montaldo, 1991).

En Panamá, específicamente en la región de Azuero, la siembra de camote se realiza cuando se establecen las lluvias, en los meses de agosto o septiembre, para lograr un buen desarrollo del cultivo (Ruíz y Batista, 2006).

2.4.4. Fertilización

Inmediatamente después de la siembra se debe fertilizar el cultivo, para lo cual se recomiendan muchas fórmulas y va de acuerdo a el análisis de suelo (Lardizábal, 2003).

CUADRO IV. REQUERIMIENTO DE FERTILIZANTES PARA EL CULTIVO DE CAMOTE.

ELEMENTO	Kilogramos/ha	Libras/ha
N	68 a 124	150 a 274
P₂O₅	136 a 163	300 a 360
K₂O	204 a 350	450 a 773
Mg	7.3 a 20	16 a 44.2

Fuente: Lardizábal, 2003.

2.4.5. Cultivares Recomendados para Panamá

De acuerdo a Ruiz (2005), en el Instituto de Investigación Agropecuaria (IDIAP) se cuenta con un banco de germoplasma compuesto de 43 cultivares de camote. Entre los cuales se han seleccionado los mejores para la producción en la Península de Azuero.

En el IDIAP, investigaciones realizadas por (Batista, 2003), con el propósito de iniciar esfuerzos experimentales para la utilización del camote en alimentación animal, se iniciaron con una recolección de materiales promisorios en el país para una selección agronómica a nivel de Gualaca, Panamá, en el cual se evaluaron siete variedades disponibles, entre las cuáles podemos mencionar las siguientes: CIP-40005-8, CIP-440077-22, CIP-440082- 24, CIP-440046-14, CIP-

40000-3, DLP-3851 y Taignum-66. En el Cuadro IV, se presentan los rendimientos promedios de tubérculo y follaje, destacándose la variedad Taignum-66, CIP-40005-8 y CIP-440046-14.

CUADRO V. RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE FOLLAJE Y TUBÉRCULO DE LAS VARIEDADES DE CAMOTE UTILIZADAS EN PANAMÁ.

VARIEDAD DE CAMOTE	RENDIMIENTO, Kg. fresco/planta		
	TUBÉRCULO	FOLLAJE	TOTAL
CIP-40005-8	1.136	1.136	2.273
CIP-440077-22	0.182	0.636	0.818
CIP-440082-24	0.136	0.636	0.772
CIP-440046-14	0.818	0.909	1.727
CIP-40000-3	0.682	0.909	1.591
DLP-3851	0.091	0.591	0.682
Taignum-66	1.045	1.273	2.318

Fuente: Batista, 2003.

2.4.6. Manejo y Control de Malezas

Es muy importante el cultivo sin malezas durante los primeros 30 a 45 días, el control puede ser mecánico o manual, posteriormente el cultivo cubrirá con el follaje y no permiten que las malezas se desarrollen. El primer control de

malezas, se realiza mediante la preparación convencional del suelo. Antes de la siembra se debe aplicar glifosato para controlar las malezas presente del campo. Luego los dos primeros meses después de la siembra, las melazas se pueden controlar por medio del aporque con azadón, al momento de fertilizar o utilizando herbicidas selectivos

CUADRO VI. HERBICIDAS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO Y SU LUGAR DE APLICACIÓN.

NOMBRE GENÉRICO	MALEZAS QUE CONTROLA	DOSIS	APLICACIÓN
Glifosato	Poaceas, ciperáceas y dicotiledóneas	1.0 lt/ha	Aplicación entre surcos.
Fluazifop-p-butil		1.0 lt/ha	Aplicación en todo el cultivo.

Fuente: Ruíz *et al.*, 2009.

2.4.7. Plagas, Enfermedades y su Control

Ruíz *et al.* (2009) hacen referencia que las plagas del camote reportadas en Panamá hasta la fecha son:

- Gusano Alambre
- Gallina Ciega
- Lepidópteros (varios)
- Salta Hoja

- Ratones

En cuanto a las enfermedades del camote reportadas en Panamá están:

- Mildiu Blanco
- Pudrición de raíz (*Fusarium solani*)
- Pudrición bacterial (*Erwinia chrizanthemi*)

En el calendario de aplicación para control de enfermedades, Ruíz *et al.*, (2009) indican que el control de estas enfermedades control se realiza con fungicidas. Se recomiendan también controles con aplicaciones de insecticidas organofosforados de amplio espectro a base de Clorpirifos etil fosforotioato (Equivalente a 480 g de I.A.) a razón de un litro/hectárea, aplicado con bomba de mochila, solo o en combinación con herbicidas utilizados en el control de malezas, igualmente se realizan controles periódicos con cebos hormicidas a base de sulfonamidas (Mirex S®) y fipronil (Blitz) y productos en polvo a base de fenitrothion (Hormitox) colocados directamente en las entradas de las colonias o bien en el camino a estas.

2.4.8. Cosecha

Según, Lardizábal (2003) los parámetros para determinar la fecha de cosecha son el ciclo vegetativo, disminución en la intensidad del color oscuro del follaje y el agrietamiento de la tierra alrededor de las plantas. Algunos productores toman en cuenta la floración pero cuando se tiene días largos los días a flor se alargan. La cosecha del camote se realiza entre los 100 y 120 días después de siembra.

Esto depende de la época del año, zona, altura sobre nivel del mar, riego, manejo, tamaño de raíz deseada, etc.

La cosecha se puede realizar manual o mecánicamente. Por lo general si se deja de regar unos tres a siete días antes de la cosecha la piel del camote tiende a tener un color más oscuro. Esto no es indispensable pero si ayuda. En invierno este procedimiento es un poco más difícil de realizar. La cosecha manual se realiza por lo general con azadones pero no lo recomendamos por que se ocasiona más daño a las raíces y toma más tiempo. Si no se dispone de tractor o el equipo, se va a tener que realizar a mano. Solo debe de tener en cuenta que se ocasiona más daño para que tenga más cuidado.

Las raíces pueden ser almacenadas hasta ocho días antes del deshidratado sin afectar la cantidad del material. El uso de la cortadora tipo ralladora genera un material en forma de paralelepípedos homogéneos (2 a 4mm por 10 a 15mm) que permite aligerar la velocidad de pérdida de agua, siendo la más adecuada para el deshidratado de la raíz de batata. El deshidratado en cuartos con piso de concreto en condiciones normales debe durar no más de 72 horas, para luego ser almacenados sin moler (González *et al.*, 2003).

2.4.9. Almacenamiento

Después de la extracción de las raíces, éstas se colocan a la sombra, para realizar la separación del producto dañado del sano, inmediatamente después

empacan en redes para su comercialización. Si el producto no se llevará inmediatamente al mercado se debe colocar en bodegas que sean frescas y ventiladas. Durante el acondicionamiento y almacenaje se puede perder entre un cinco y 10 por ciento, por deshidratación y por los procesos de respiración (Lardizábal, 2001; Ruíz, 2005).

Parte de los almidones se transforman en azúcares lentamente durante el almacenamiento, por esta razón los tipos blandos quedan mucho más dulces y muestran una consistencia más suave después de su acondicionamiento y almacenaje, comparándolo con los recién cosechados. El camote no debe dejarse expuesto al sol, puesto que la mayor deshidratación disminuye la vida útil. Al recoger y transportar el camote se debe tener cuidado de no provocar daños mecánicos.

2.5. Valor Nutricional de Follaje y Raíces de Camote para la Alimentación de Rumiantes.

De acuerdo a las investigaciones realizadas por Barriga (1995), Sánchez (1996) y Fernández (2000), se tiene que, el follaje de camote de uso comercial contiene proteína superior a gramíneas forrajeras como el maíz y además tiene un relativo bajo contenido de fibra mientras que las raíces contienen un bajo nivel de fibra y alto en carbohidratos digestibles.

Sánchez (1996) señala que al determinar las características nutricionales del ensilaje de forraje y/o raíz de camote obtuvo los siguientes valores promedios

para proteína de 12.2 por ciento y para fibra de 22.5 por ciento para el ensilado de follaje, 7.8 por ciento y 8.8 por ciento, respectivamente, para el ensilado de raíz, y para ensilaje integral (raíz y follaje) obtuvo 10.2 por ciento de proteína cruda y 16 por ciento de fibra. Así mismo, Quezada (2001) determinó la degradabilidad ruminal del ensilado de camote obteniendo 43.4 por ciento y 66.8 por ciento de degradación para la materia seca y para la materia orgánica 41.2 por ciento y 66.9 por ciento a las 24 y 72 horas de incubación, respectivamente.

Esto indica que comparativamente con otros forrajes ensilados el camote presenta una calidad intermedia con respecto a nutrición de los rumiantes.

Complementariamente, Rocha (1999) evaluó el efecto de la suplementación de vacas lecheras de pequeños productores que reciben raciones a base de follaje de camote en la costa peruana. Se evaluaron dos suplementos uno a base de subproducto de trigo y sal (control) y otro a base de subproducto de trigo, sal y pasta de algodón de camote (suplemento con mayor aporte de proteína sobrepasante). La producción de leche de vacas alimentadas con el suplemento que incluía pasta de algodón, con relación al control, tuvieron una mayor respuesta en la producción de leche (15.4 vs. 13.8 kg/día) y proporcionaron una utilidad adicional de B/. 0.175 por cada kilogramo de leche extra producida. Esto demuestra que suplementando estratégicamente el follaje de camote se puede mejorar la productividad.

De estos resultados se puede indicar que el follaje de camote presenta un alto contenido de proteína y adecuada digestión que en muchos casos resulta superior a varios forrajes utilizados en la alimentación de rumiantes de allí que resulte en algunos casos nutricionalmente importante su conservación y/o utilización dependiendo de las características productivas de los ganaderos.

Así mismo, la raíz de camote presenta bajo contenido de fibra y alto contenido de almidón característica que le permite proporcionar un alto contenido de energía y pueda ser utilizado en la alimentación animal reemplazando en forma parcial a insumos energéticos como el maíz. En base a esta revisión se tiene una sólida evidencia que el camote (follaje y raíces) tomando en consideración su versatilidad en valor nutricional puede integrarse de mejor forma que la actual a los diversos sistemas ganaderos con rumiantes contribuyendo a su mejora y sostenibilidad.

El camote representa una alternativa de alimentación de rumiantes, evidencia de esto indican que se presenta como uno de los cultivos tropicales potenciales para afrontar este reto (González y Díaz, 1997).

La composición química de la batata muestra variabilidad en función; en la raíz en términos de materia seca 24 a 32 por ciento, proteína cruda 2.9 a 8.0 por ciento, almidones 45.2 a 57.4 por ciento, azúcares totales 5.1 a 14.0 por ciento, energía bruta 3844 a 4075 Kilos calorías/kilogramos e inhibidores de tripsina 5.5

a 12.0 (TIU), en base al cual se comporta como un recurso energético y el follaje en términos de materia seca 13.5 a 15.8 por ciento, proteína cruda 18.6 a 22.8 por ciento, fibra detergente neutra (FDN) 24.5 a 32.8 por ciento, fibra detergente ácido (FDA) 13.6 a 26.6 por ciento, celulosa 7.2 a 18.2 por ciento, lignina 7.9 a 8.4 por ciento e inhibidores de tripsina 2.4 a 8.0 (TIU); que lo caracteriza como un recurso proteico fibroso de buena calidad.

El perfil de aminoácidos de ambos se complementa y supera la limitante de los cereales (maíz-sorgo) en lisina y metionina (González, 1994). Se han realizado evaluaciones de clones precoces los cuales muestran alta variabilidad fenotípica, con: rendimiento de raíces reservantes totales 2230 a 29 430 kilogramos/hectáreas, rendimiento en materia seca 729 a 8657 kilogramos/hectáreas, longitud del pedúnculo 1.5 a 27.5 centímetros, con un contenido de materia seca entre 22.2 y 34.5 por ciento (Moreno, 1994).

Evaluaciones de Quezada (2003) y Aramburu (2001), las características nutricionales del ensilado de camote bajo condiciones comerciales y su utilización en la alimentación de vacas lecheras, el pH del ensilaje fue de 4.41 el cual fue relacionado a una conservación óptima, la materia seca del ensilado fue 23.58 por ciento. La composición química de la materia seca del ensilado fue 7.85 por ciento de proteína, 1.96 por ciento de grasa, 27.69 por ciento de fibra, 14.96 por ciento de ceniza y 47.54 por ciento. La recuperación de materia seca fue 58.20 por ciento. Las pérdidas posiblemente se debieron al marchitado a que

se expuso el forraje picado y al contenido de humedad del material antes del ensilaje, también utilizaron dos ovinos para evaluar la degradabilidad ruminal fueron 43.4 por ciento para la materia seca y 41.2 por ciento para la materia orgánica, a las 24 horas de incubación.

La prueba de alimentación en ganado lechero fue realizada con la raza Holstein con 119 a 179 días de lactancia y fueron distribuidas en grupos experimentales: Sin uso de ensilado de camote y con uso de ensilado de camote (12.7% en base seca). No se observó efecto de los tratamientos sobre el peso vivo. El consumo de materia seca en las vacas alimentadas con ensilado sin camote (20.6 Kg) no fue diferente ($P>0.05$) del obtenido en las vacas alimentadas con ensilado de camote (21.0 kg). La producción de leche no fue diferente ($P>0.05$) entre los tratamientos, 20.1 kg y 20.8 kg, respectivamente. El porcentaje de grasa en la leche no fue diferente ($P>0.05$) entre los tratamientos evaluados, 3.1 por ciento y 3.0 por ciento, respectivamente. En conclusión, el ensilaje conserva el valor nutricional del forraje de camote y es posible incluir ensilado de camote en la alimentación de vacas lecheras.

Solís (2011), con el modelo de Ørskov y McDonald (1979), trabajando con diferentes niveles de sustitución de maíz (MA) por ensilaje integral de camote (EN) para bovinos en crecimiento obtuvo valores de 44.31 y 43.14 por ciento ($P>0.9326$), 50.14 y 40.15 por ciento ($P<0.0005$), 0.0839 y 0.0745 por ciento/hora ($P>0.1341$), 94.46 y 83.31 por ciento ($P<0.0003$) y 8.26 y 9.39 horas

($P < 0.0015$) para la fracción soluble (B0), fracción no soluble (B1), tasa de degradación de B1 (k), degradabilidad potencial (D_p) y tiempo medio de degradación ($t_{1/2}$) para (MA y EN), respectivamente, y que la máxima degradabilidad potencial (D_p) de ambos materiales se obtuvo alrededor de las 48 horas de incubación. Goyzueta (1963), sostiene que el tubérculo tiene una alta digestibilidad en vacunos, mientras que Backer *et al.*, (1980) indican que los tubérculos de camote se pueden clasificar como alimentos de alto valor energético, ya que presenta 92 por ciento de DIVMS.

2.6. Uso de aditivos (melaza), para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales

La melaza se añade en proporción de un cinco por ciento durante el proceso de ensilado en forrajes tropicales. Los aditivos como la melaza son productos utilizados en el tratamiento de forrajes para su conservación ya que directa o indirectamente modifican sus características químicas y biológicas mejorando la palatabilidad y el valor nutritivo de los mismos (Marshall y McColloug; citados por Lara, 2011). Chaverra y Ensse (2000), indican que la utilización de la melaza en los ensilajes es importante porque, sirven de sustrato y fuente energía para los microorganismos al facilitar la fermentación. Pezo (1981), indica que la importancia de utilizar mayor cantidad de melaza en el trópico es para suplir el bajo contenido de azúcares en los forrajes y pérdidas de carbohidratos por respiración y fermentación aeróbica debido a las altas temperaturas.

La incorporación de ingredientes ricos en elementos fácilmente fermentables tales como el azúcar o la melaza a substratos provistos por forrajes tropicales con valores bajos de MS y de azúcares, permite mejorar la fermentación del ensilaje. En general, los granos y sus subproductos industriales como el maíz o la harina de sorgo, el salvado de arroz, la harina de yuca, la pulpa de citrus y otros también pueden ser usados como aditivos, en parte para suplir un substrato fermentable, pero también para influir sobre la evolución de la fermentación al absorber el exceso de humedad.

En Panamá, Ruiloba (2005) estudió el efecto de la melaza y sal cruda en el ensilaje de tubérculos de camote (variedad Taignum-66), encontrando a los 100 días de ensilado buenas características fermentativas y organolépticas en el material y que el nivel de melaza y sal no afectaron el contenido de MS, PC y N-NH₃, pero aumentaron el contenido de ácido láctico, aunque los otros ácidos no fueron afectados por estos aditivos y que la adición de los mismos no es necesaria para la conservación adecuada de esta raíz, lo que puede estar asociado con la disponibilidad de azúcares y almidón que esta contiene.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Estudio

Los microsilos se fabricaron en las instalaciones del Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de Chiriquí (CEIACHI) de la Facultad de Ciencias Agropecuaria, ubicado en el Corregimiento de Chiriquí, localizado a los 8°22'14" de latitud norte y 82°21'44" longitud oeste, a una elevación de 25 metros sobre el nivel del mar (Aguilar, 1998). Se encuentra dentro de la zona climática tropical de sabana, con temperatura anual promedio de 2545 milímetros (CEIACHI, 2010), humedad relativa promedio de 75 por ciento (Aguilar, 1998).

3.2. Confección de Microsilos

Cosechado el camote a los 120 días después de la siembra, con un total de 300 kilogramos, se procedió a la elaboración del ensilaje, posteriormente se pesaron 20 kilogramos de tubérculo por cada tratamiento, se realizaron tres tratamientos con triple repetición por cada tratamientos, los niveles de melaza fueron 5.0 por ciento, 7.5 por ciento y 10 por ciento. Los tubérculos no fueron lavado ni limpiado se trataron tal y como se obtenía del campo producido.

Una vez pesado y colocado en las bolsas de microsilos se procedió a pesar la melaza del primer tratamiento correspondiente al peso de las muestra, mezclado con un volumen de agua de 0.5 litro, una vez mezclado el agua con la melaza quedando una solución acuosa. La solución de melaza se roció sobre el material

y se mezcló de forma homogénea. Inmediatamente se colocaron en una bolsa plástica (23 x 30cm), doble bolsa, la que se cerró, de tal forma que todo el sistema sea herméticamente impermeable al agua y gases.

Se aplicó de manera homogénea a todo el tubérculo pesado de la bolsa, luego a esta bolsa se le trato de extraer todo el aire posible, para entonces ser amarrado la bolsa y cubierta con doble bolsa para su seguridad y así sucesivamente se realizaron todos los tratamientos.

Los microsilos fueron abiertos y analizados a los 90 días de su elaboración. Para los análisis químicos, al material ensilado se le tomaron submuestras, las cuales se almacenaron a temperaturas entre 10 y 15 grados centígrados en bolsas plásticas, para su posterior análisis en los laboratorios.

3.3. Variables de Respuesta.

Las variables de respuesta consideradas en este estudio fueron:

- Materia seca (MS)
- Materia orgánica (MO)
- Proteína cruda (PC)
- Nitrógeno amoniacal (N-NH₃)
- Fibra detergente neutra (FDN)
- Fibra detergente ácida (FDA)
- Almidón total (AT)

- pH

3.4. Análisis de las Variables de Respuesta

- a. La materia seca (MS), se determinó por desecación en horno a 105 °C, por 24 horas.
- b. La materia orgánica (MO), se determinó por el método de incineración (AOAC, 1970), por tres horas a 550°C en una mufla.
- c. El almidón total se midió a través de Kits de Análisis (Megazyme, Ireland).
- d. La proteína cruda (PC, N*6.25) y nitrógeno amoniacal (N-NH₃-), se cuantificó utilizando el método de Kjeldhal (AOAC, 1980).
- e. La fibra detergente neutra (FDN) y ácida (FDA), se determinó por Ankom technology siguiendo el método de Goering y Van Soest (1970).
- f. El pH se midió por medio de un potenciómetro (Bateman, 1970), estacionario (Corning Modelo 5), con un electrodo de vidrio a partir del material líquido una vez abierto los microsilos.

3.5. Diseño Experimental y Modelo Matemático

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamientos para un total de nueve microsilos. Se realizó análisis de varianza para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables en estudios utilizando SAS v9. Las comparaciones de medias se realizaron por el procedimiento de Tukey, cuando las diferencias entre las medias no eran significativas ($P < 0.05$).

El modelo estadístico utilizado en la presente investigación fue el siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} = Variables de respuesta
- μ = Media poblacional
- τ_i = Efecto de tratamiento (3 niveles de melaza)
- ϵ_{ij} = Error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para las características nutricionales del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza.

4.1. Materia Seca:

El Cuadro VII muestra el análisis de varianza para el contenido de materia seca (MS) del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza. Se observó que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos ($P=0.1973$), lo que significa que independientemente del nivel de melaza evaluado, el contenido de materia seca se mantuvo igual.

CUADRO VII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA MATERIA SECA DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO CON TRES NIVELES DE MELAZA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	61.07	30.53	2.15	0.1973
Error	6	85.08	14.18		
Total	8	146.15			

Coefficiente de variación: 13%

Materia seca promedio: 29%

Según Cañete y Sancha (1998), esto se debe a varios factores como; a que la melaza aumenta la materia seca, una buena fermentación mantiene la materia seca, a mayor presencia de carbohidratos se aumenta la materia seca.

Al observar la comparación de medias (Cuadro VIII), se muestran los valores promedios para cada tratamiento. Para cuando se utilizó un nivel de melaza del cinco por ciento, la materia seca fue de 25.32 por ciento; mientras que para los niveles de 7.5 y 10 por ciento, la materia seca fue 30.65 y 31.02 por ciento, respectivamente.

CUADRO VIII. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LAS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO CON TRES NIVELES DE MELAZA.

Variable de Respuesta	Nivel de Melaza			Valor P
	5%	7.5%	10%	
Materia Seca, %	25.32	30.65	31.02	0.1973
Materia Orgánica, %	80.13	80.94	81.70	0.3790
Proteína Cruda, %	5.15	4.67	5.20	0.7592
Fibra Detergente Neutro, %	14.75	19.06	11.12	0.0557
Fibra Detergente Ácido, %	4.78	4.49	3.69	0.2645
Almidón Total, %	45.73	51.88	45.99	0.1739

Existe poca información de estudios de camote tratado con melaza, excepto el de Ruiloba (2005) donde estudió el efecto de la melaza y sal cruda, en el ensilaje de tubérculos de camote (variedad Taignum-66), encontrando a los 100 días de ensilado buenas características fermentativas y organolépticas en el material y que el nivel de melaza y sal no afectaron el contenido de MS, PC y N-NH₃.

Los estudios más destacados sobre el uso de melaza como aditivo en ensilajes son con gramíneas, bajo estos resultados Vargas (1979) y Scott (1990), ensilaron pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*), añadiéndole cinco por ciento de melaza, encontrando resultados de 21 y 25 por ciento de materia seca. Lo mismo plantea López (1989), en sus estudios de fermentación en ensilaje de pasto elefante, encontrando que a medida que se incrementaron los niveles de melaza en la masa ensilada el contenido de MS fue superior.

Sánchez y Soto (1996) reportan datos de maíz y vigna más el aditivo de melaza, donde encontraron valores de MS entre 14.5 y 23.5 por ciento. Por otro lado, el rango de MS recomendado para materiales a ensilarse, se indica entre 25 y 35 por ciento de MS, porque se reduce el nivel de efluentes (Ashbell y Weinberg, 2000). Las pérdidas de carbohidratos por esta vía (Vallejo, 1995) y las pérdidas por respiración (McDonald, 1981). Así la degradación del ácido láctico y la producción de amoníaco por bacterias butíricas se ven considerablemente atenuados (Cañete y Sancha, 1998).

Para incrementar el contenido de MS de un follaje, se recomienda el marchitamiento o desecación del forraje al sol antes de ser ensilado (Chaverra y Bernal, 2000). Esto beneficia el ensilado ya que el camote tuvo aproximadamente unos 10 días cosechados sin ensilar.

Según Ruíz *et al.* (2009) normalmente se requiere un mínimo de seis a 12 por ciento de carbohidratos hidrosolubles sobre materia seca, para una apropiada fermentación en el ensilaje (Mannetje, 2001). Esto beneficia al ensilaje de camote ya que el porcentaje de carbohidratos hidrosolubles están entre 12 a 15 por ciento.

Al comparar el porcentaje de MS, que está por encima del tratamiento control, se puede decir que cada por ciento de melaza se incrementa linealmente la MS del camote entero (Cuadro IX) respectivamente.

CUADRO IX. COMPARACION DEL CAMOTE CON EL CONTROL Y OTROS DATOS.

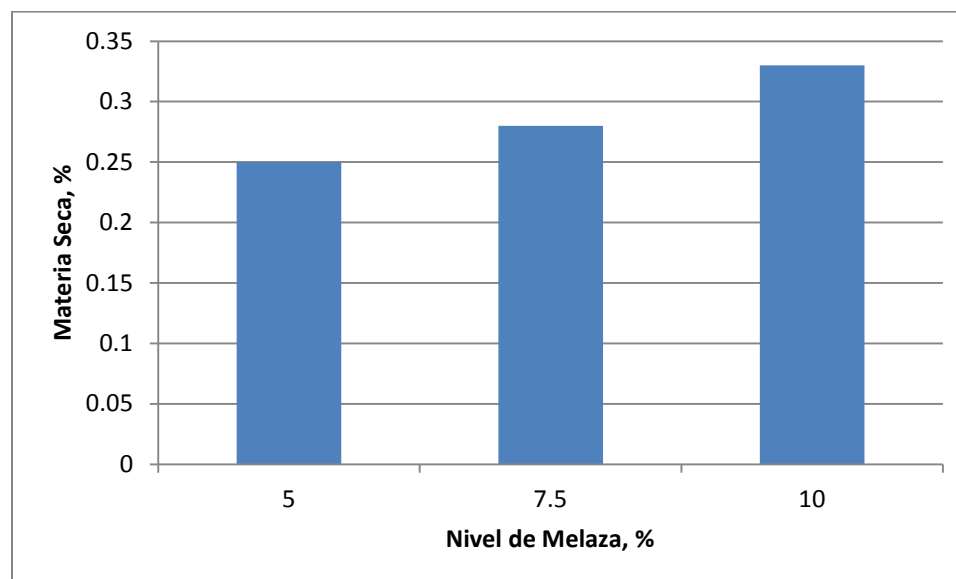
VARIABLE DE RESPUESTA	NIVEL DE MELAZA			VALOR P
	5%	7.5%	10%	
Materia Seca, %	25.32	30.65	31.02	0.1973
Materia seca promedio: 29%.				
Control (MS) = 20.80 %				
Ruiloba 2005	2 % M		2% M + 0.5 Sal	
Materia Seca, %	28 .45		26.24	

Esto demuestra que el camote como es rico en carbohidratos hidrosolubles y más un mayor porcentaje de adición de melaza permite un aumento de MS; porque la degradación del ácido láctico y la producción de amoníaco por bacterias butíricas se ven considerablemente atenuados e inhibe el crecimiento de los microorganismos perjudiciales y el material ensilado se mantiene estable. Se han obtenido buenos ensilajes al agregar melaza en dosis de tres a cinco por ciento (Bareeba, 1977; Sarwatt, 1995).

En la Figura 1 se presenta el comportamiento promedio de la materia seca por cada nivel de melaza, el cual corresponde al patrón de ensilado de 10 kilogramos de tubérculo y después de los 90 días de ensilado, el nivel más bajo de MS fue de 25, por ciento del nivel de cinco por ciento de melaza, seguido de los niveles de 7.5 y 10 por ciento de melaza, donde la materia seca fue 30.65 y

31.02 por ciento, respectivamente. Sin embargo, se observó que estadísticamente los niveles no afecta el contenido de MS.

FIGURA 1. EFECTO DE TRES NIVELES DE MELAZA SOBRE EL CONTENIDO DE MATERIA SECA EN EL ENSILAJE DE TUBERCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO.



4.2. Materia Orgánica

Al observar el análisis de varianza que se muestra en el Cuadro XII, podemos ver que el nivel de melaza no causo efecto sobre el contenido de materia orgánica en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero ($P= 0.3790$).

CUADRO X. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA MATERIA ORGANICA DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO CON TRES NIVELES DE MELAZA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	3.68	1.84	1.15	0.3790
Error	6	9.65	1.61		
Total	8	13.33			

Coeficiente de variación: 1.6%

Materia orgánica promedio: 80.9%.

Al comparar el contenido de materia orgánica en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero, se observa que en promedio resulto 80.9 por ciento de materia orgánica en los tres tratamientos de cinco, 7,5 y 10 por ciento como se demuestras en el (Cuadro VIII) lógicamente.

La materia seca en un alimento se puede dividir en materia orgánica e inorgánica. Esto demuestra que la MO es parte de la MS y su alto porcentaje, se debe al gran contenido de carbohidratos hidrosolubles en el cultivo de camote, más la melaza esto ayuda aumentar la MO y mantener sus elementos, ayudado por el pH (Cañete y Sancha, 1998).

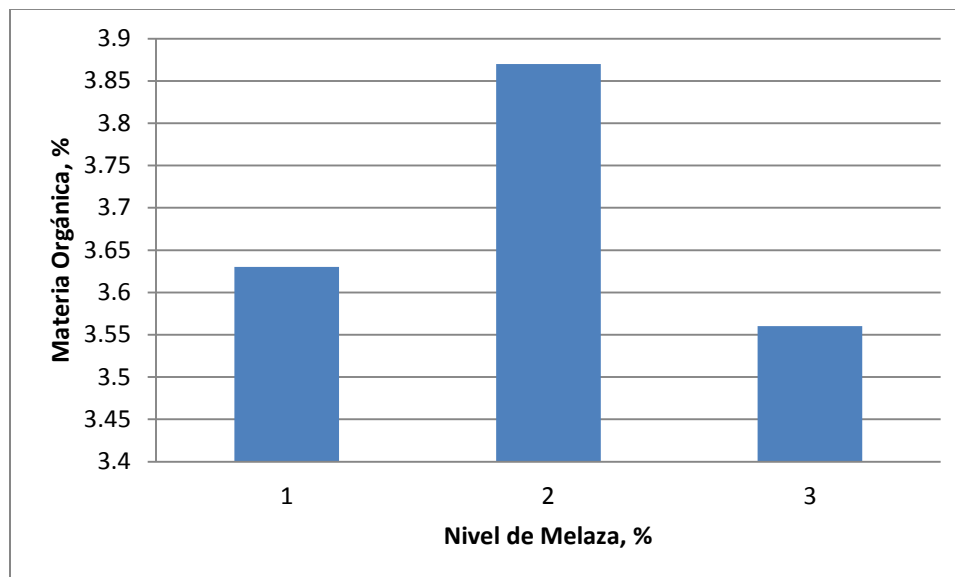
Lardizábal (1979) indica que los almidones presentan altos contenidos de MO y que se debe tomar en cuenta la MS para ensilar, esto ayuda una buena fermentación y preservación del mismo.

Se puede decir que la MO al mantenerse similar en los resultado de aproximadamente 80 por ciento, es notable debido a la actividad microbiana favorecida por la fermentación inocula del aditivo de melaza, actuando sobre el sustrato de camote y en la asimilación de carbohidratos hidrosolubles y compuestos de fácil digestión para los microorganismos lácticos preservantes; Resultados similares reportan varios autores (Rocha *et al.*, 2009; Rezende *et al.*, 2007) en gramíneas y arbustos entre 78 y 80.2 por ciento de MO con el uso de melaza como aditivo.

A mayor aumento de MS mayor aumento de MO y no afecta en nada ya que la MO forma parte de la MS, ambas están ligadas (Woolford, 1984; McDonald *et al.*, 1991).

En la Figura 2 se presenta el comportamiento promedio de la MO por cada nivel de melaza, el cual corresponde al ensilado de 10 kilogramos de tubérculo de camote entero, después de los 90 días de ensilado, los resultados se mantuvieron iguales con respectos a sus niveles, a 80 por ciento, esto demuestra que los niveles de melaza no afectaron el contenido de materia orgánica.

FIGURA 2. EFECTO DE TRES NIVELES DE MELAZA SOBRE EL CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN EL ENSILAJE DE TUBERCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO.



4.3. Proteína Cruda

Al estudiar el análisis de varianza para el contenido de proteína cruda (PC) del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza (Cuadro XI) se observa que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos ($P=0.7592$), lo que significa que independientemente del nivel de melaza evaluado, el contenido de PC se mantuvo igual.

CUADRO XI. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA PROTEÍNA CRUDA DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO CON TRES NIVELES DE MELAZA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	0.52	0.26	0.29	0.7592
Error	6	5.39	0.90		
Total	8	5.92			

Coefficiente de variación: 19%

Proteína cruda promedio: 5%.

Al comparar las medias del (Cuadro VIII), se muestran los valores promedios para cada tratamiento. Donde se utilizaron los niveles de melaza de cinco y 10 por ciento, la proteína cruda fue de 5.15 y 5.20 por ciento; mientras que para el nivel de 7.5 por ciento, la proteína cruda fue de 4.67 por ciento, respectivamente en la (Figura 3).

Este análisis se cimienta en lo que dice Chacón (1987), señala que la MS de la melaza aumenta el contenido de MS total, aunque el contenido de PC sigue siendo el mismo. Un comportamiento similar fue observado por Betancourt et al. (2002) y por Tobía (2004) en ensilajes de *Leucaena leucocephala* y de soya CIGRAS 06, respectivamente, con niveles crecientes de melaza.

Por otro lado Vallejo (1995) al evaluar el efecto de la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes árboles y arbustos tropicales, encontró como promedio de todas las especies evaluadas una disminución general del contenido de PC (17.7 a 17.1%) al adicionar melaza. Por su parte, Ojeda y Cáceres (1984) al evaluar el uso de la melaza y ácido fórmico, encontraron que el porcentaje de PC disminuyó en todos los tratamientos excepto en el de melaza, en el que los valores encontrados fueron los más altos.

Vargas *et al.* (1981) reporta datos similares analizados con el aditivo de melaza en el pasto Maralfalfa, donde no encontraron reducciones de PC, 4.27 por ciento de las mismas por la adición de melaza como lo señala. Además sostiene y señala que la melaza contribuye a mantener el nivel proteico, al favorecer la eficiencia bacteriana en la utilización del nitrógeno. Araujo y col. (s.f.) reportan que el porcentaje de proteína es mayor en los silos con urea (13,54 vs. 11,21%), pero se mantiene con la edad de corte de gramíneas y sin cambios por efecto de la melaza.

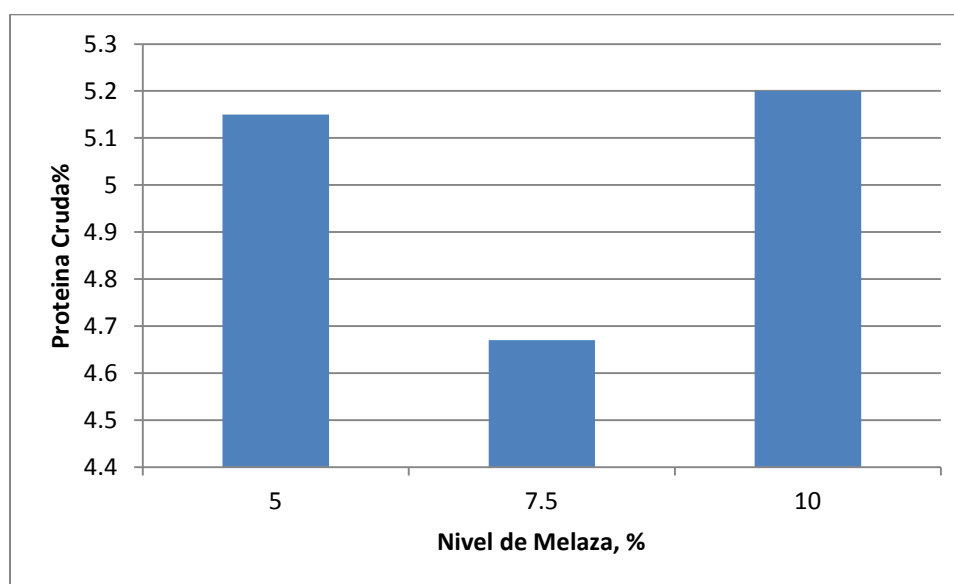
Los resultados obtenidos pueden explicarse debido a que durante el proceso normal de ensilaje el material sufre una serie de cambios bioquímicos importantes, de los cuales resultan pérdidas de hasta un 50 por ciento de la proteína digestible como consecuencia de las transformaciones bacterianas y enzimáticas que ocurren durante el proceso. El uso de aditivos o perseverantes tiene como finalidad no sólo mejorar la calidad fermentativa, sino también

mantener el valor nutritivo que presenta el forraje al momento de ser introducido al silo en este caso la PC. Lo que indica que a un alto nivel de melaza inhibe el desarrollo de clostridios que son los encargados de la proteólisis por medio de la proteasa y aun mayor nivel de melaza podría inferir en una disminución ligera de proteína por los altos contenido de azúcares produciendo ácidos lácticos fermentable e inhibiendo la acción de las enterobacterias encargada de la degradación de la proteína por la proteólisis de la enzima proteasa a amoniaco (Woolford, 1984; McDonald *et al.*, 1991; van Os y Dulphy, 1996). Si hubiera un crecimiento de aminas biogénicas y amoniaco provoca putrefacción y mal sabor del ensilaje. En estos procesos se producen pérdidas de efluentes (escurrimiento de líquidos), destrucción de la proteína verdadera, de los carbohidratos solubles (CHOS), entre otros componentes (Bertoia y otros, 1993).

Desde el mismo momento que el forraje es cortado comienzan a actuar enzimas propias del vegetal, hidrolizando parte de las proteínas verdaderas, del almidón, de los carbohidratos y de la hemicelulosa, causando pérdidas de distintos órdenes y generando azúcares que serán usados durante la fermentación láctica (Muck, 1988). Generalmente, la reducción de la hemicelulosa es baja, mientras que las proteínas pueden sufrir cambios muy importantes por la acción de las enzimas proteolíticas. Estas enzimas pueden convertir a parte de las proteínas verdaderas de la planta verde en nitrógenos proteicos-péptidos y aminoácidos

libres (AA) y nitrógeno no proteico (NNP). En cambio, por la actividad de los MO estas sustancias proteicas son reducidas a amonio y aminas (Muck, 1988).

FIGURA 3. EFECTO DE TRES NIVELES DE MELAZA SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN EL ENSILAJE DE TUBERCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO.



4.4. Fibra Detergente Neutro

El análisis de varianza para el contenido fibra detergente neutro (FDN) del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza (Cuadro XII), indica que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos ($P=0.0557$), lo que significa que independientemente del nivel de melaza evaluado, el contenido de FDN se mantuvo igual. Es importante indicar que mostró una tendencia ($P<0.10$) lógicamente.

CUADRO XII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA FIBRA DETERGENTE NEUTRO DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO CON TRES NIVELES DE MELAZA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	94.72	47.36	4.86	0.0557
Error	6	58.52	9.75		
Total	8	153.24			

Coeficiente de variación: 20.85%

Fibra detergente neutro promedio: 14.97%.

Al observar la comparación de medias (Cuadro VIII), se muestran los valores promedios para cada tratamiento. Para cuando se utilizó un nivel de melaza del cinco por ciento, de la fibra detergente neutro fue de 14.75 por ciento; mientras que para el nivel de 7.5 fue de 19.06 por ciento y el nivel de 10 por ciento fue de 11.12 por ciento de fibra detergente neutro respectivamente (Figura 4).

El total de la fibra de un forraje está contenido en la FDN o paredes celulares. Esta fracción contiene celulosa, hemicelulosa, y lignina. La FDN suministra la mejor estimación del contenido total en fibra del alimento y está estrechamente relacionado con el consumo de alimento. Al aumentar los valores del FDN, el consumo total de alimento disminuye. Por lo general se asume que los

rumiantes van a consumir un máximo de FDN cercano al 1.2 por ciento de su peso corporal.

Si determinamos estos datos señalados antes, se demuestra que a medida que se aumenta los niveles de melaza la FDN se mantiene o disminuye debido a lo que señala (Betancur., *et al* 2002). Al aumentar la energía disminuye la FDN o se mantiene por el aumento de ácido láctico transformadores de los carbohidratos hidrosolubles por medio de las bacterias ácido lácticos (BAC) en la fermentación.

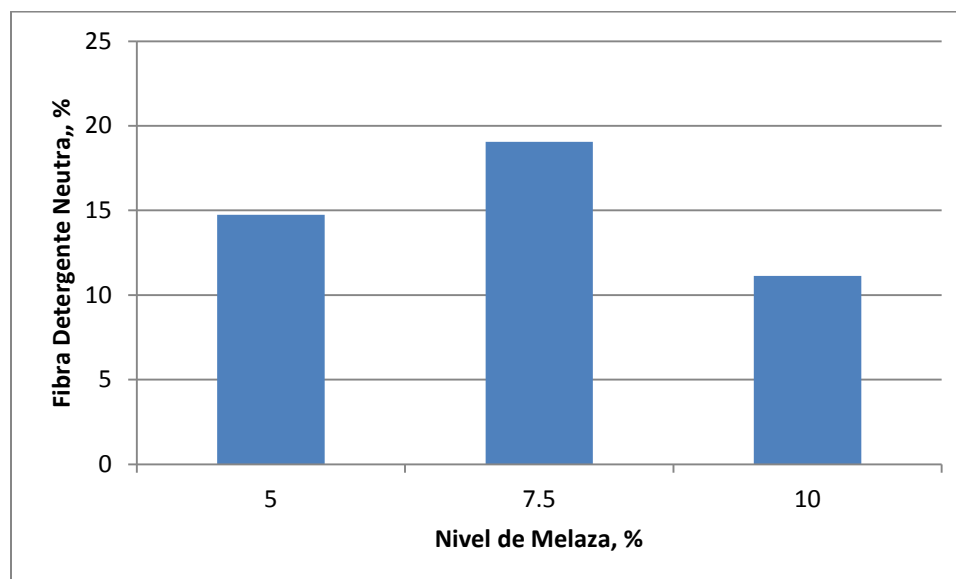
Datos de ensilaje de maíz y vigna más melaza. Se encontró que a mayores contenidos de melaza, los contenidos de (FDN y FDA) disminuyen (Betancourt et al., 2002) esto lo atribuye al efecto aditivo de los componentes solubles de la melaza al contenido total del material.

La concentración de fibra en las raíces, tubérculos y frutos tropicales son ricos y en almidones es baja en fibra (Eriksson y Murphy, 2004), por otro lado para la yuca se han reportado valores de FDN de 10.3 por ciento. (Chumpawadee *et al.*, 2007) sostiene que una buena fermentación mantiene las fibras.

En la gráfica N°4 se explica el comportamiento promedio de la FDN por cada nivel de melaza, el cual se tomó 10 kilogramos de tubérculo de camote entero como ensilado, después de los 90 días de ensilado, el nivel más bajo de fibra

detergente neutro fue de 11.12 por ciento, con cinco por ciento de melaza, seguido de 14.75 por ciento del nivel de melaza de 10 por ciento y 19.06 por ciento de fibra detergente neutro con el nivel de 7.5 por ciento de melaza. Sin embargo, se observó que estadísticamente los niveles de melaza no afecta el contenido de FDN.

FIGURA 4. EFECTO DE TRES NIVELES DE MELAZA SOBRE EL CONTENIDO DE FIBRA DETERGENTE NEUTRO EN EL ENSILAJE DE TUBERCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO.



4.5. Fibra Detergentes Acido.

Al observar el análisis de varianza que se muestra en el Cuadro XIII, podemos ver que el nivel de melaza no causo efecto sobre el contenido de fibra

detergente ácido (FDA) en el ensilaje de tubérculo fresco de camote entero (P=0.2645), respectivamente

CUADRO XIII. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA FIBRA DETERGENTE ACIDO DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO CON TRES NIVELES DE MELAZA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1.90	0.95	1.67	0.2645
Error	6	3.42	0.57		
Total	8	5.31			

Coefficiente de variación: 17%

Fibra detergente ácido promedio: 5%.

Al comparar las medias del (Cuadro VIII), se muestran los valores promedios para cada tratamiento. Donde se utilizaron los niveles de melaza de cinco y 7.5 por ciento, la fibra detergente ácido fue de 4.78 y 4.49 por ciento; mientras que para el nivel de 10 por ciento, la fibra detergente ácido fue de 3.69 por ciento, respectivamente.

La FDA consiste primeramente de la celulosa, lignina, y PC contenida en el FDA. Está estrechamente relacionado con la fracción no digestible del forraje y es un

factor muy importante en el cálculo del contenido energético del alimento. Cuanto mayor es el contenido en FDA menor es la digestibilidad del alimento y la energía que contendrá.

Se entiende que a mayores dosis de melaza se obtiene menores valores de FDA, por el bajo contenido de fibra que tiene los almidones y altos contenidos de energía por los porcentajes mayores de carbohidratos hidrosolubles (Betancur, *et al* 2002), también señala que si hay una fermentación rápida la FDA puede mantenerse.

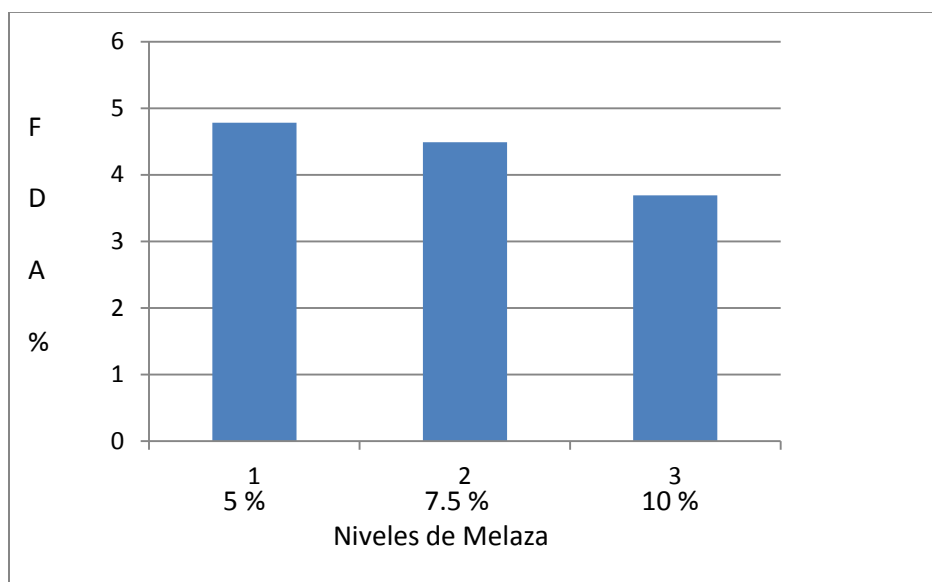
Esto resultados de FDA se demuestran comparados con el análisis de control, el cual la FDA fue 4.77 por ciento y la media de la FDA tratada fue de cinco por ciento y numéricamente se demuestra que a medida que se incrementa el nivel de melaza disminuye la FDA como lo señala (Betancur, *et al* 2002).

Resultados de FDA encontrados por Araujo y Febres (1996) para ensilajes de pasto elefante enano fueron de 9.6 por ciento en silos forrajeros y en forraje de pasto Bermuda triturado de 10.4 por ciento y 8.5 por ciento FDA con dosis de melaza a ocho y 12 por ciento.

En la Figura 5 se muestra el comportamiento promedio de la FDA por cada nivel de melaza, el cual se tomó 10 kilogramos de tubérculo de camote entero como ensilado, después de los 90 días de ensilado, el nivel más bajo de FDA fue de

3.69 por ciento, con 10 por ciento de melaza, seguido de 4.49 por ciento del nivel de melaza de 7.5 por ciento y 4.78 por ciento de FDA con el nivel de cinco por ciento de melaza. Sin embargo, se observó que estadísticamente los niveles de melaza no afecta el contenido de fibra detergente ácido.

FIGURA 5. EFECTO DE TRES NIVELES DE MELAZA SOBRE EL CONTENIDO DE FIBRA DETERGENTE ACIDO EN EL ENSILAJE DE TUBERCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO.



4.6. Almidón

En el Cuadro XIV que muestra el análisis de varianza para el almidón del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza, se observó que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos que incluyeron melaza ($P=0.1739$), lo que significa que independientemente del nivel de melaza evaluado, el contenido de almidón se mantuvo igual.

CUADRO XIV. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE ALMIDÓN TOTAL DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO CON TRES NIVELES DE MELAZA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	72.42	36.21	2.37	0.1739
Error	6	91.50	15.25		
Total	8	163.92			

Coeficiente de variación: 9%

Almidón total promedio: 48%.

Al analizar las medias del (Cuadro VIII), se muestran los valores promedios para cada tratamiento. Donde se utilizaron los niveles de melaza de cinco y 10 por ciento, el almidón fue de 45.73 y 45.99 por ciento; mientras que para el nivel de 7.5 por ciento, el almidón fue de 51.88 por ciento, respectivamente.

Estos resultados demuestran que son positivos los tres niveles estadísticamente, comparado con el almidón del control 49.54 por ciento, el cual numéricamente el nivel 7.5 por ciento de melaza presenta el más alto porcentaje de conservar el almidón que los demás, esto se fundamenta en lo señalado por Huntington *et al.* (2006) la concentración de almidón de tubérculos es comparable con la de los granos de cereales reportaron que los cereales contienen entre 46 a 59 por

ciento de almidón tratados con aditivos de melaza. Comparativamente estos resultados son similares.

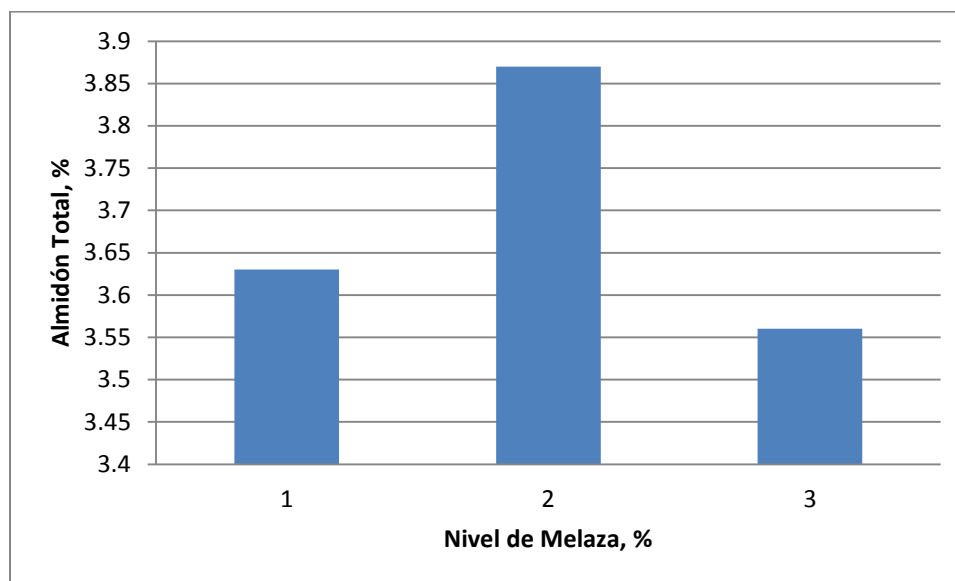
Por otro lado, al agregar melaza como aditivo estimulante de la fermentación inhiben o pueden reducir la cantidad de esporas de clostridios, bacilos enterobacterias, levaduras, mohos y otros microorganismos patógenos maléficos o putrefácticos del ensilaje que destruyen el almidón (Lindgren *et al.* 1985; Vreman, Driehuis, Wikselaar, 1996). El efecto de la melaza en este caso acelerar la fermentación por medio de los carbohidratos del almidón, lo que ayuda a su preservación y entre más rápido es la fermentación más se conserva el almidón.

Meeske *et al.* (1993) obtuvo resultados de ensilado de sorgo, con aditivo de melaza mostró resultados de almidón entre 54 a 62 por ciento. Bertoia *et al.* (1993) sostienen que después del ensilado, las células del vegetal continúan respirando hasta que consumen todo el oxígeno del aire presente en la masa ensilada durante esta etapa, gran parte de los carbohidratos no estructurales, en especial el almidón, son transformados en azúcares simples (glucosa y fructosa) lo que permite una rápida fermentación por los ácidos lácticos bajando el pH y conservando al almidón en sí.

En la Figura 6 se demuestra el comportamiento promedio de la almidón por cada nivel de melaza, el cual se tomó 10 kilogramos de tubérculo de camote

entero como ensilado, después de los 90 días de ensilado, el nivel más bajo de almidón fue de 45.73 por ciento, con cinco por ciento de melaza, seguido de 45.99 por ciento de el nivel de melaza de 10 por ciento y 51.88 por ciento de almidón con el nivel de 7.5 por ciento de melaza. Sin embargo, se observó que estadísticamente los niveles de melaza no afecta el contenido de almidón.

FIGURA 6. EFECTO DE TRES NIVELES DE MELAZA SOBRE EL CONTENIDO DE ALMIDÓN TOTAL EN EL ENSILAJE DE TUBERCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO.



4.7. Nitrógeno Amoniacal (N-NH₃)

El Cuadro XV muestra el análisis de varianza para el contenido nitrógeno amoniacal (N-NH₃) del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza. Se observó que hubo diferencia significativa estadística entre

los tratamientos ($P=0.0090$), lo que significa que los nivel de melaza evaluado, el contenido de $N-NH_3$ no se mantuvo igual.

CUADRO XV. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL CONTENIDO DE NITROGENO AMONIAL DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO CON TRES NIVELES DE MELAZA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	0.0089	0.0044	11.40	0.0090
Error	6	0.0023	0.0004		
Total	8	0.011			

Coeficiente de variación: 7%

Nitrógeno amoniacal promedio: 0.29 mg/mL.

En el Cuadro XVI se muestran los valores promedios de las medias para cada tratamiento. Donde se utilizó un nivel de melaza de cinco por ciento fue de 2.50 mg/dl, el nivel de 7.5 por ciento fue de 2.80 mg/dl y el nivel 10 por ciento, el $N-NH_3$ fue de 3.3 mg/dl, respectivamente (Figura 7).

CUADRO XVI. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE FERMENTACIÓN DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO CON TRES NIVELES DE MELAZA.

Variable de Respuesta	Nivel de Melaza			Valor P
	5%	7.5%	10%	
N-NH₃, mg/dl	2.50 ^b	2.80 ^{ab}	3.30 ^a	0.0090
pH	3.63 ^b	3.87 ^a	3.56 ^b	0.0106

^{ab} Medias con distintas letras en una misma fila son estadísticamente diferentes (P<0.05).

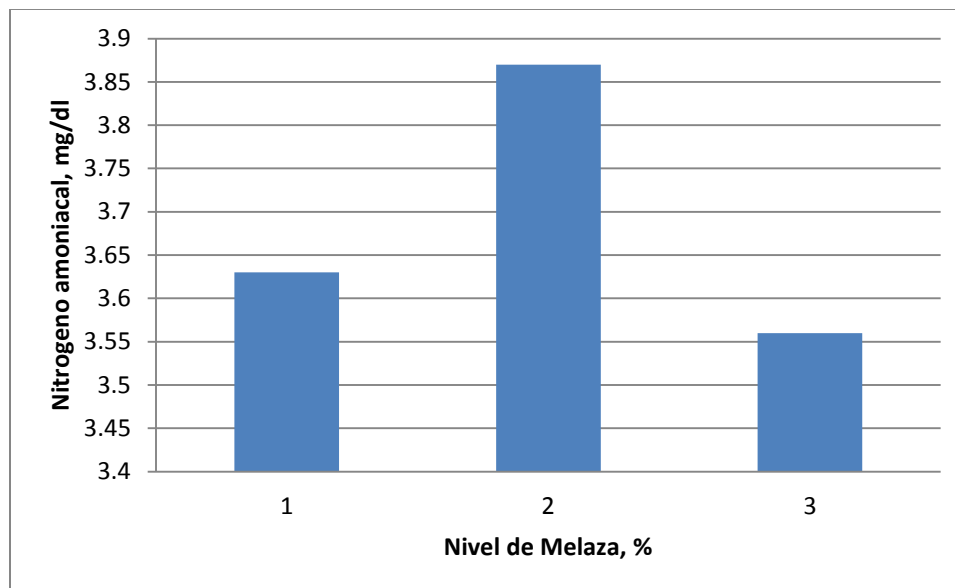
Numéricamente y estadísticamente se demuestra que a medida que aumenta el nivel de melaza disminuye el en N-NH₃, esto ocurre por el estímulo de la fermentación láctica que permite la melaza y la reducción de la actividad hídrica del ensilaje que disminuye la actividad de los clostridios los que aumentan los amonio (Carpintero *et al.*, 1969).

En los ensilajes bien conservados se considera como óptima una concentración menor de siete por ciento de nitrógeno amoniacal como porcentaje del nitrógeno total (Ojeda *et al.*, 1991). Además, Papadopoulos y McKersie (1983), señalan que una elevada concentración de N-NH₃ está asociada con una elevada proteólisis enzimática y microbial, por bacterias clostrídicas dañando el material ensilado.

López (1989), De la Fuente (1990) y Vallejo (1995) reportaron que la adición de melaza redujo sustancialmente la producción de N-NH₃, en silos de *P. purpureum*, y *Gliricidia sepium* y especies leñosas, respectivamente. Por otro lado, Ojeda (1994) en ensilaje de pasto guinea evaluó tres niveles de melaza (0, 10 y 20) y reportó que a pesar de presentar siempre tenores altos de N-NH₃, obtuvo el valor más bajo (1.3% N-NH₃) y el valor más alto (1.8% N-NH₃) lo obtuvo en los ensilajes sin melaza. Mientras que, Aguilera (1980) observó que al adicionar cuatro por ciento de melaza al ensilaje de pasto Bermuda obtuvo 1.6 por ciento de N-NH₃, mientras que sin el aditivo este nivel fue de 2.2 por ciento

Como se explicó anteriormente a medida que hay una fermentación adecuada y rápida con altos niveles de melaza hay una respuesta baja N-NH₃, no permitiendo así el crecimiento de clostridios encargados de la activación o destrucción de las proteínas. Se dice entonces que la fermentación láctica que permite la melaza, actúa en la reducción de la actividad hídrica del ensilaje que disminuye la actividad de los clostridios encargados del amonio (Carpintero *et al.*, 1969). Para algunos autores la adición de urea es el factor determinante en el aumento de PC y N-NH₃ cuando se adiciona melaza al ensilaje (González *et al.*, 1995).

FIGURA 7. EFECTO DE TRES NIVELES DE MELAZA SOBRE EL CONTENIDO DE NITRÓGENO AMONIAICAL EN EL ENSILAJE DE TUBERCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO.



4.9. pH

El Cuadro XVII muestra el análisis de varianza para pH del ensilaje de tubérculo fresco de camote entero con tres niveles de melaza. Se observó que hubo diferencia estadística entre los tratamientos ($P=0.0106$), lo que significa que con los niveles de melaza evaluados, el contenido de pH varió.

CUADRO XVII. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL pH DEL ENSILAJE DE TUBÉRCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO CON TRES NIVELES DE MELAZA.

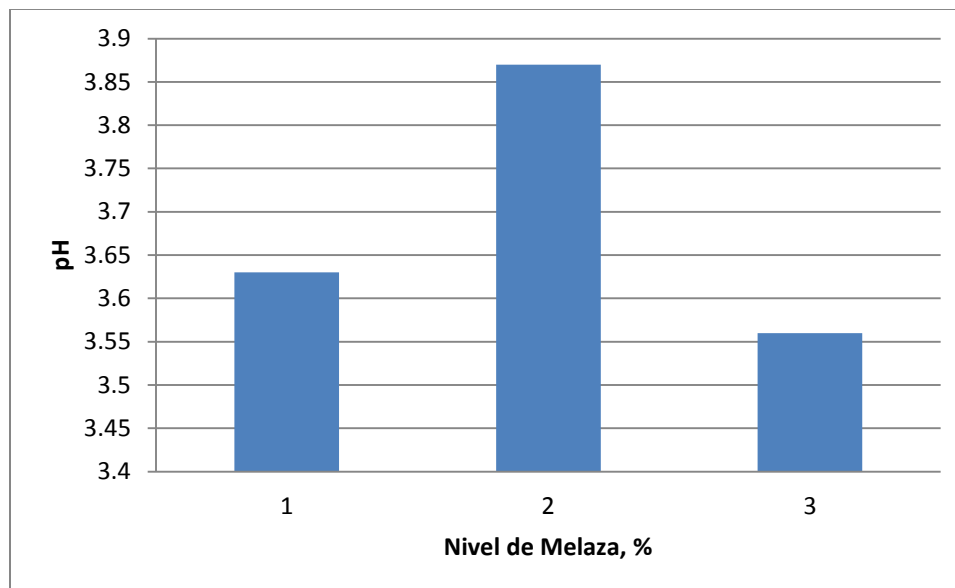
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	0.16	0.08	10.66	0.0106
Error	6	0.04	0.01		
Total	8	0.19			

Coeficiente de variación: 2

pH promedio: 4

Al analizar las medias del Cuadro XVI, los valores promedios para cada tratamiento indican que donde se utilizó un nivel de melaza de cinco por ciento, el pH fue de 3.63; para un nivel de 7.5 por ciento, fue de 3.87 y para el nivel 10 por ciento, el pH fue de 3.56, respectivamente (Figura 8).

FIGURA 8. EFECTO DE TRES NIVELES DE MELAZA SOBRE EL pH EN EL ENSILAJE DE TUBERCULO FRESCO DE CAMOTE ENTERO.



La importancia de un valor de pH bajo en el ensilaje, radica en que se reduce la proteólisis y se mejora la estabilidad de los aminoácidos (McDonald 1991).

Similares valores de pH al de este trabajo han sido reportados por varios autores Camargo *et al.* (2009); Rezende *et al.* (2010) y Peláez (2011). Por otro lado, inferiores valores de pH han sido reportados (3.25 y 3.35) en ensilajes de pasto King Grass con adición de melaza al siete por ciento.

Aguilera *et al.* (1992) encontraron reducciones significativas del pH por la adición de melaza al ocho por ciento en silos de pasto elefante, debido a que la melaza

tiene la capacidad de inducir ensilajes de bajo pH, mientras que la adición de urea favorece su incremento.

Esperance *et al.* (1985) reportó que en forraje de pasto elefante enano al que se le agregó cuatro por ciento de melaza y se le ensiló, dio valores más bajos para pH y para N-NH₃ que el ensilaje control lo mismo sustenta (Tosi *et al.*, 1995) para ensilado de gramíneas.

Hay gran diversidad de microorganismos que se desarrollan más o menos intensamente en función de las circunstancias predominantes en el ensilaje. Algunos de estos microorganismos son beneficiosos, al acidificar la masa del forraje (disminuye el pH) y desarrollarse en ausencia de aire (anaerobiosis). Otros son perjudiciales, creciendo y multiplicándose en presencia de aire con lo que compiten con la microbiología láctica por los azúcares y otros, más propios de condiciones anaerobias, pueden destruir parte de la proteína, incluso ácidos formados previamente, originando olor desagradable (Argamentaría *et al.*, 1997).

Valores tan bajos de pH, permiten inferir una dominancia en la producción de ácido láctico y una adecuada conservación del material (Mangado, 2006). Con relación a la alta concentración de almidones que presenta los sustrato para el desarrollo del proceso fermentativo (McDonald, 1981) permite obtener un pH más bajo. Con relación a los inóculo bacterial (Cubero, 2008). Similar conclusión, obtuvo Tobía (2004) el cual encontró una relación directa y

proporcional entre la incorporación de inóculo bacterial y la respuesta en la disminución del pH en ensilajes de soya. Si se considera que un buen ensilaje debe tener un pH entre 3.7 y 4.2 (Cañete y Sancha, 1998). Esto demuestra que el ensilado fue adecuado y su fermentación lo que permite conservar el almidón.

4.10. Indicadores Organolépticos

En el Cuadro XVIII se presentan los resultados de la evaluación organoléptica al momento de abrir los microsilos. Esto indicó que el ensilaje presentó características dentro de los rangos normales.

CUADRO XVIII. INDICADORES ORGANOLÉPTICOS FERMENTATIVOS Y NUTRICIONALES PARA LA EVALUACIÓN DE ENSILAJES CAMOTE.

Parámetros	TRATAMIENTOS CON MELAZA			
	5 %	7.5%	10%	RANGOS
Olor	Agradable, a típico fermentable	Agradable, a típico fermentable	Agradable, a típico fermentable	Excelente los tres tratamientos
Color	Amarillo su color normal	Amarillo su color normal	Amarillo su color normal	Excelente los tres tratamientos
Textura	El tubérculo se conserva todos sus contornos definidos.	El tubérculo se conserva todos sus contornos definidos.	El tubérculo se conserva todos sus contornos definidos.	Excelente los tres tratamientos

5. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en este estudio indicaron que la adición de melaza a un nivel de 5, 7.5 y 10 por ciento favoreció el proceso de fermentación y la conservación del valor nutricional del ensilaje fresco de camote entero.
- Los indicadores de la fermentación (pH y N-NH₃) y las características organolépticas (color, olor y textura) indicaron que el proceso de fermentación del ensilaje se realizó adecuadamente.
- El almidón se logró conservar evitando su utilización por los microorganismos durante el proceso fermentativo del ensilaje.
- Con el alto contenido de nutrientes que tiene el camote, con relación a la forma sencilla de conservar presenta una alta posibilidad potencial para reemplazar o complementar raciones para rumiantes u otras especies, así como también para disminuir los costos de producción.
- El nivel de 7.5 por ciento de melaza actuó como el mejor conservante de los otros componentes nutricionales y características de fermentación.

6. RECOMENDACIONES

- Los datos obtenidos muestran grandes ventajas y bondades nutricionales del ensilaje de camote entero conservado con la adición de melaza, originando la inquietud de la necesidad de realizar más investigaciones sobre los aspectos agronómicos del cultivo y su digestibilidad ruminal en rumiantes.
- Considerando los planteamientos de algunos autores y los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda realizar investigaciones en la conservación del camote agregando urea y melaza. Esto permitiría mejorar el valor proteico y lograr un insumo alimenticio como alternativa para enfrentar la problemática de los altos costos de alimentación.

7. REFERENCIAS CITADAS

- Abeldowele, L; Chedly, G.** 1981. Utilización integral del camote en la producción de carne.
- Aguilar, N.** 1998. Estudio climático del Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de Chiriquí. Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 25p.
- Aguilera, R.** 1980. Dinámica de la fermentación de pastos tropicales. 3. Bermuda de Costa con y sin adición de 4% de miel. Pastos y Forrajes, 3(2):309-319.
- Almeida, E; Pinto, C.; Pérez, J.; Rocha, G.** 1986. Cama de frango e cana-de-açúcar na qualidade da silagem de *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon. *Rev. Soc. Bras. De Zootecnia*, 15(3): 193-199.
- Araujo, O; Márquez, O.; Ferrer y Pirela.** 1996. Evaluación cualitativa de silaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a diferentes edades de corte y adicionando urea y melaza. *Rev. Fac. Agron.*
- Argamentería, G.; De La Roza, B.; Martínez, A.; Sanchez, I.; Martinez, A.** 1997. El ensilado en Asturias. Centro de investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA).
- Aramburu, E.** 2001. Evaluación nutricional del ensilado de follaje y raíces de camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) en la alimentación de vacas lecheras.
- Ashbell, G.; Kipnis, T.; Weinberg, G.; Hen, Y.; Azriell, A.; Kaller, M.** 1999. Developing a technology for ensiling forage crops for smallholder cattle owners in developing countries. *In: Proc. XIIIth Int. Silage Conf. on Silage Production in Relation to Animal Performance, Animal Health, Meat and Milk Quality.* Uppsala, Sweden, 5 July 1999
- Bareeba, B.** 1977. The ensilage characteristics and nutritive value of maize, amaranthus-enriched maize and sorghum silages preserved with either molasses or formaldehyde. M.Sc. (Agric) Thesis, Makerere University, Uganda.
- Barriga, N.** 1995 Producción y valor nutricional de follaje y raíces de camote para la
- Berlin, T.; Hammes, H.** 1992 Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación.

- Betancourt; Clavero T.** 2002. Características nutritivas del ensilaje de *Leucaena leucocephala* con diferentes aditivos. Revista Científica 7(Supl 2):502-504.
- Betancourt, R.** (2001); Guía de Laboratorio de Operaciones Unitarias III; Editorial. UNM, Manizales.
- Cáceres y Ojeda.** 1984. Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales - Paulo R.F. Uhrbach
- Cañete, M.; Sancha, L.** 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes, p. 1- 260.
- Carpintero, C.; Holding y McDonald.** 1969. Fermentation studies on lucerne. J. Science, Food & Agriculture, 20(11):677-681.
- Chacón, H.** 1987. Determinación de los cambios físicos químicos durante la fermentación del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en microsilos. Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 72 p
- Chaverra, G.; Bernal E.** 2000. Ensilaje en la alimentación de ganado vacuno. IICA. Tercer Mundo Editores. Bogotá, Colombia. p. 65-123.
- Cubero, F.** 2008. Comparación del efecto de inóculos comerciales y artesanales sobre el proceso fermentativo del ensilaje de maíz (*Zea mays*). Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 60 p.
- De la Fuente, B.A.** 1990. Estudio de aditivos y cinética del ensilaje de madero negro (*Gliricidia sepium*). Tesis Magíster. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Domínguez, G.; Hardy.** 1981. Effect of cutting age and final molasses on the quality of pangola grass (*Digitaria decumbens* Stent) silage. Cuban J. Agricultural Science, 15(3):333-340
- Esperance, M.; Ojeda y Cáceres.** 1981. Marco fermentativo, valor nutritivo y producción de leche con hierba pangola ensilada con ácido fórmico o miel. Pastos y Forrajes, 4:237-248.
- Esperance, M.;** 1982. Estudios para mejorar la utilización del ensilaje en vacas lecheras, Tesis Dr. Ciencias. Centro Universitario de Matanzas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.
- Eriksson, T.; Murphy, M.** 2001 Ruminant digestion of leguminous forage, potatoes and fodder beets in batch culture: I. Fermentation pattern. Anim Feed Sci Technol 2004

- FAO.** 2007. The agricultural production. Consultado 25 de agosto del 2013. En línea: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- FEDNA.** 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds.). Fundación Española para el Desarrollo de 138 la Nutrición Animal. Madrid, España.
- Fernández, H.** 2002. Composición de alimentos para animales. INTA EEA Balcarce. Consultado el 20 de diciembre de 2010. En línea: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/tcalimentos>.
- Fernández, A.** 1999. Silaje de planta entera. Estación Experimental Agropecuaria, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Bourenave. Argentina. 4-11
- Folquer, F.** 1978. La batata (camote); estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur.
- Gómez, C.; Fernández, M.** 2002. Producción y valor nutricional de follaje y raíces de camote para la alimentación de rumiantes. Universidad Nacional.
- González, C.** 1994. Utilización de la batata (*Ipomoea batatas L.*) en la alimentación de cerdos confinados y en pastoreo. Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- González, C.; Díaz, I.; León, M.; Vecchionacce, H.; Blanco, A.; Ly, J.** 2002. Growth performance and carcass traits in pigs fed sweet potato (*Ipomoea batatas* (Lam.) L) root meal; Livestock Research for Rural Development. 14(6). Consultado el 2 de septiembre de 2013. En línea: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/6/gonz146.htm>.
- Henderson, N.** 1993. Silage additives. *An. Fd. Sci. Techn.*, **45**: 35-56
- Lardizábal, R.** 2003. Manual de producción de camote.
- Luciani, R.** 1989. Alimentación de camote en cerdos para evaluar su digestibilidad.
- López, V.** 1989. Cinética de la fermentación en ensilajes de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. Mott con diferentes niveles de melaza como aditivo Tesis Magister Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

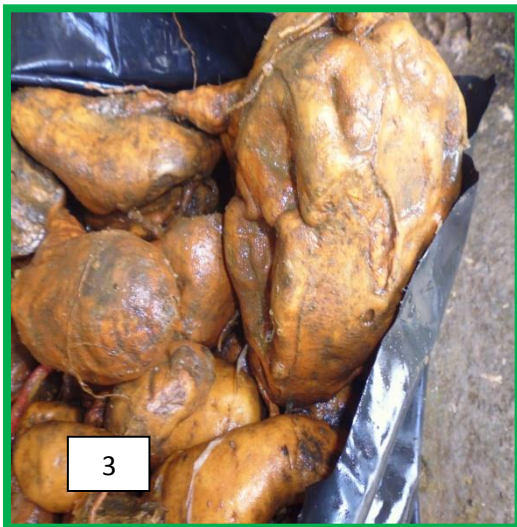
- Marshall, C.; Lara, M.** 2011 aditivos para el mejoramiento del ensilaje de gramíneas tropicales.
- Martí, H.** 1998. Calidad culinaria y nutritiva de la batata. Consultado el 12 de agosto de 2013. En línea: <http://www.e-campo.com/media/news/nl>.
- McDonald, P.; Henderson, R.; Heron, E.** 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd Ed. Marlow, UK: Chalcombe Publications.
- Montaldo, A.** 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 2ª Ed. p: 131-288. Consultado 8 agosto 2013. En línea: <http://books.google.com.ec/books?hl=es&id=d7ipWA3VmLEC&dq=cultivo+raices+tuberculos>.
- Moreno, A.** 1977. Evaluación de ensilaje de pasto panamá (*Saccharum sinense*) para la alimentación de vacas de doble propósito. Tesis Magister Sc. Univ. Costa Rica. Turrialba, Costa Rica.
- Nayigihugu, L.** 1995 Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales - Paulo R.F. Mühlbach.
- Ortega, F.; Cartaya, E.** 1998. Sistemas alimentarios de raíces y tubérculos. Maracay (Ven) FONAIAP CIAE-Monagas. 32 p. (Serie C N° 41).
- Ojeda y Cáceres.** 1984. Efecto de los aditivos químicos sobre el consumo y la digestibilidad de los ensilajes de King grass. *Pastos y Forrajes*, 7:409- 419.
- Ojeda, F.; Esperance y Díaz, D.** 1990. Mezclas de gramíneas y leguminosas para mejorar el valor nutritivo de los ensilajes tropicales. 1. Utilización de dolichos (*Lablab purpureus*). *Pastos y Forrajes*, 13:189-195.
- Ojeda, F.** 1994. Evaluación de la interacción conservante - miel final sobre la calidad fermentativa de los ensilajes de la guinea cv. Likoni. *Pastos y Forrajes*, 17:267-276.
- Papadopoulos, A.; McKersie, Y.** 1983. A comparison of protein degradation during wilting and ensiling of six forages species. *Canadian J. Plant Science*, 63(4):903-912.
- Pezo, D.; Muñoz, H.** 1979. Utilización de residuos de camote (*Ipomoea batatas L*) en la alimentación de bovinos. Contenido basado en Tesis de grado Mgister Scientiae del Ing. J. Backer 1976. En *Actividades Turrialba*. Vol. 7.Nº3. Septiembre 1979. Consultado el 12 de julio de 2013. En línea:<http://books.google.com.pa/books?id=SmcOAQAIAAJ&pg=PP6&lpq>

=PP6&dq=alimentaci%C3%B3n+de+animales+con+follaje+de+camote&source=bl&ots=6h0LD5Pmhj

- Pezo, F.; Romero y Benavides, J.** 1995. Las leguminosas arbóreas como suplemento proteico para rumiantes. Curso "Leguminosas forrajeras arbóreas en la ganadería doble propósito". Programa de leguminosas forrajeras arbóreas. La Villa del Rosario, Venezuela.
- Quezada, T.** 2002 Efecto de la adición de ensilaje de maíz en la digestibilidad de de novillos con otros complementos de ingredientes.
<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/tcalimentos>. Consultado el 10 de octubre de 2013
- Rocha, F.** 1999. Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes como en sorgo
- Ruiloba, M.** 2005. Evaluación del efecto de la melaza y sal cruda en el ensilaje de tubérculos de Camote (Macaracas). Informe final de proyectos. Gualaca, Chiriquí. IDIAP. 2006.
- Ruíz, E.** 2004. Caracterización y evaluación agronómica de clones de camote (*Ipomoea batata*) en Azuero. In Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales. PCCMCA. Resúmenes, LI Reunión anual. Panamá, 2-6 de mayo. 150
- Ruíz, E.; Batista, A.** 2006. Efecto de la época de siembra y cosecha sobre la productividad del cultivo de camote. Informe Técnico. Panamá. IDIAP.
- Ruíz, E.; Aguilera, V.; Batista, A.** 2009. Manual técnico para el cultivo de camote (*Ipomoea batata* L). IDIAP. 23 p.
- Salsbury et al.** 1949. Efecto de la melaza, ácido fórmico y tiempo de fermentación sobre el contenido de proteína cruda y nitrógeno amoniacal ensilaje de leucaena leucocephala.
- Scott, J.; Rosegrant, W.; Ringler, C.** 2000. Raíces y tubérculos para el Siglo 21. Tendencias, Proyecciones y Opciones de Política. Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias. Washington, D. C., EUA y Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. Consultado el 26 de julio de 2013. En línea: <http://www.ifpri.org/sites/default/files/pubs/spanish/2020/dp/s-dp31.pdf>.
- Sánchez, H.** 1996. Valor nutricional del ensilaje de raíces no comerciales y follaje de camote. Tesis MSc. UNALM. Lima-Perú. Proyecto: "Desarrollo de Productos de camote en América Latina". Convenio IICA / BID - FONTAGRO / CIP / UNA La Molina.

- Solís, C.** 2011. Sustitución del maíz por ensilaje integral de camote (*Ipomoea batatas L.*) como fuente energética en la alimentación de bovinos en crecimiento.
- Tobia C., Uribe, E.; Villalobos, H.; Soto y Ferris.** 2003. Aislamiento, selección y caracterización de bacterias ácido lácticas en ensilajes de soya. Revista Agronomía Costarricense, vol.27 (2), p. 21-27.
- Valdivia, R.** (s.f.). Manejo Agronómico del Cultivo de Camote en Nicaragua. Consultado el 28 de julio de 2013. En línea. http://www.a4n.com.sv/uploaded/mod_documentos/MANEJO%20AGRONOMICO%20DE%20L%20CULTIVO%20DE%20CAMOTE.pdf.
- Vallejo, M; A.** 1995. Efecto del premarchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis Magíster MSc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 115 p.
- Vargas, E.; Zumbado, M.** 2003. Composición de los subproductos de la industrialización de la palma africana utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. Consultado el 20 de agosto de 2013. En línea. http://www.mag.go.cr/rev_agr/v27n01_007.pdf. 153.
- Vieira, M.; Escobar, J.; Mejía, N.** 2001. Cultivos para el mejoramiento y diversificación de los sistemas de producción: Requerimientos agroecológicos y aspectos productivos. El Salvador. Proyecto CENTAFAO-Holanda.
- Woolford, M.** 1984. *The Silage Fermentation*. Marcel Dekker.

ANEXO 1. MICROSILOS Y MUESTRAS ABIERTAS DEL MICROSILO A LOS 90 DIAS DE ENSILADO



- 1- Bolsas de los Microsilos
- 2- Muestras con 5.0 % de melaza
- 3- Muestras con 7.5 % de melaza
- 4- Muestras con 10.0 % de melaza

ANEXO 2. LIQUIDO EFLUENTE DE LOS MICROSILOS.**T1 - 5 % M****T2 - 7.5% M****T3 - 10% M****ANEXO 3. ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO.**

