



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

DIRECCIÓN DE CARRERA: INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**INFLUENCIA DE LA EDAD DE CORTE Y ADITIVOS SOBRE LA
CALIDAD NUTRICIONAL DEL ENSILAJE DE PASTO CUBA-22
(*Pennisetum purpureum* x *P. glaucum*)**

AUTORES:

**LARIZA ANABELLA DUEÑAS SABANDO
MARÍA ANDREINA BURGOS BAZURTO**

TUTORA:

ING. SOFÍA VELÁSQUEZ CEDEÑO, MG.

CALCETA, NOVIEMBRE 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

María Andreina Burgos Bazurto y Lariza Anabella Dueñas Sabando, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Burgos A.

Lariza Dueñas

.....

.....

MARÍA A. BURGOS BAZURTO

LARIZA A. DUEÑAS SABANDO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

SOFIA VELÁSQUEZ CEDEÑO, certifica haber tutelado el proyecto “**INFLUENCIA DE LA EDAD DE CORTE Y ADITIVOS SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL ENSILAJE DE PASTO CUBA-22 (*Pennisetum purpureum* x *P. glaucum*)**”, que ha sido desarrollado por **MARÍA BURGOS BAZURTO** y **LARIZA DUEÑAS SABANDO**, previo la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. SOFÍA VELÁSQUEZ CEDEÑO, MG.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación “**INFLUENCIA DE LA EDAD DE CORTE Y ADITIVOS SOBRE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL ENSILAJE DE PASTO CUBA-22 (*Pennisetum purpureum* x *P. glaucum*)**”, que ha sido propuesto, desarrollado por **MARÍA BURGOS BAZURTO** y **LARIZA DUEÑAS SABANDO**, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. FREDDY W. MESÍAS GALLO, MG.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. LUIS E. PÁRRAGA MUÑOZ, MG.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. GONZALO B. CONSTANTE TUBAY, MG.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A Dios, por la bendición divina que derramó sobre nosotras en cada uno de los días de nuestras vidas y que nos ha permitido poder llegar hasta el final de nuestro estudio universitario con éxito, a nuestros padres por su apoyo incondicional, económico y generoso con el cual nos alentaron en los momentos de alegrías y tristezas.

MARÍA ANDREÍNA BURGOS BAZURTO

LARIZA ANABELLA DUEÑAS SABANDO

DEDICATORIA

El presente trabajo lo queremos dedicar a Dios por ser nuestra guía por el camino del éxito y bendecirnos en cada una de las acciones realizadas.

A nuestros padres y familiares que nos ayudaron y alentaron en todo momento, a todas las personas que siempre confiaron en que podríamos llegar a alcanzar nuestras metas, a los docentes que gracias a sus conocimientos impartidos en las aulas de clases nos ayudaron a prepararnos y tener conocimientos sólidos y en especial a despejar las dudas que se encuentran dentro del inmenso mundo del conocimiento profesional.

MARÍA ANDREÍNA BURGOS BAZURTO

LARIZA ANABELLA DUEÑAS SABANDO

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
1.5. GENERALIDADES DE LOS PASTOS	4
1.6. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN.....	4
1.7. PASTO CUBA OM-22.....	4
1.8. TAXONOMÍA	6
1.9. EDAD DE CORTE	6
1.10. ADITIVOS	8
1.10.1. MELAZA	8
1.10.2. HARINA DE MAÍZ	9
1.10.3. UREA	10
1.11. CALIDAD NUTRICIONAL	10
1.12. APORTE DE LOS ADITIVOS A LA CALIDAD NUTRICIONAL.....	11
1.13. INDICADORES DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE PASTOS	11
1.14. ENSILAJE.....	13
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	14
1.15. UBICACIÓN.....	14

1.16. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS ¹	14
1.17. DURACIÓN DEL TRABAJO.....	14
1.18. FACTORES EN ESTUDIO.....	15
1.18.1. FACTOR A (EDAD DE CORTE DE PASTO CUBA 22).....	15
1.18.2. FACTOR B (ADITIVOS)	15
1.19. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL.....	15
1.20. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	16
1.20.1. MANEJO DEL EXPERIMENTO	16
1.21. VARIABLES RESPUESTA	17
1.21.1. CALIDAD NUTRICIONAL	17
1.22. ANÁLISIS DE DATOS.....	20
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
5.1 CONCLUSIONES	27
5.2 RECOMENDACIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS	33

TABLA Y FIGURAS

TABLAS

1. Análisis de varianza.	15
2. Tratamientos codificados con sus respectivas combinaciones de factores y niveles.....	15

Figuras:

4.1. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de materia seca del ensilaje de pasto Cuba-22.	17
4.2. Efecto de aditivos sobre el contenido de materia seca del ensilaje de pasto Cuba-22.	218
4.3. Efecto de la edad de corte sobre el contenido proteínico del ensilaje de pasto Cuba-22.	228
4.4. Efecto de aditivos sobre el contenido proteínico del ensilaje de pasto Cuba-22.....	229

4.5. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de fibra del ensilaje de pasto Cuba-22.	239
4.6. Efecto de aditivos sobre el contenido de fibra del ensilaje de pasto Cuba-22.	2021
4.7. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de ceniza del ensilaje de pasto Cuba-22.	2120
4.8. Efecto de aditivos sobre el contenido de ceniza del ensilaje de pasto Cuba-22.	2121

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación, área de pastos y forrajes, de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, con el objetivo de evaluar la influencia de la edad de corte y aditivos sobre la calidad nutricional del ensilaje de pasto Cuba-22; tuvo una duración de doce meses, desde agosto de 2019 hasta julio de 2020. Los factores en estudio fueron edad de corte (45, 60, 75 y 90 días) y aditivos (melaza, urea y harina). La unidad experimental se conformó de una bolsa de polietileno de 10 kg de capacidad. La variable de calidad nutricional fue evaluada con porcentajes de materia seca, proteína cruda, fibra y ceniza. Se concluye que las edades de corte del pasto tienen un efecto determinante sobre la calidad nutricional del ensilaje del pasto Cuba-22, independiente de los aditivos probados; el uso de aditivos mejora el contenido de materia seca, proteína y ceniza, mientras que el efecto contrario se da para el contenido de fibra; y, la interacción de la edad de corte del pasto con los aditivos no produce efectos significativos sobre la calidad nutricional del ensilaje de pasto Cuba-22.

Palabras claves: Ensilaje, aditivos, edad de corte, pasto Cuba-22, polietileno.

ABSTRACT

This research was developed in the Teaching, Research and Liaison Unit, pasture and forage area, at Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, with the aim of evaluating the influence of cutting age and additives on the nutritional quality of Cuba-22 grass silage; it lasted twelve months, from August 2019 to July 2020. The factors under study were cutting age (45, 60, 75 and 90 days) and additives (molasses, urea and flour). The experimental unit was made up of a 10 kg capacity polyethylene bag. The nutritional quality variable was evaluated with percentages of dry matter, crude protein, fiber and ash. It is concluded that the cutting ages of the grass have a determining effect on the nutritional quality of the Cuba-22 grass silage, independent of the additives tested; the use of additives improves the content of dry matter, protein and ash, while the opposite effect occurs for the fiber content; and the interaction of the cutting age of the grass with the additives does not produce significant effects on the nutritional quality of the Cuba-22 grass silage.

Key words: Silage, additives, cutting age, Cuba-22 grass, polyethylene.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Ecuador posee 191.647 km² de región tropical, Manabí cuenta con 18.940 km², convirtiéndose en la provincia con mayor actividad agropecuaria en el país, con una superficie de 877.199 has de pastos nativos y mejorados; así mismo, es donde se concentra el mayor número de cabezas de ganado vacuno con 879.592 cabezas, lo que representa el 21,31% del total nacional (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC], 2016).

Al ser Manabí la provincia con mayor superficie agropecuaria en producción de rumiantes, y; teniendo como principal fuente de alimento para el ganado las pasturas, en las cuales la calidad y/o cantidad son características necesarias para llenar los requerimientos nutricionales de los animales, se presentan varias limitantes, una de ellas la falta de forraje. Cabe mencionar que estos dos elementos pueden presentar variaciones durante el año, ya que dependen de los períodos climáticos (húmedos y secos) y de las características físico-químicas del suelo (Maza et al., 2011).

Ante la escasez de forrajes que se presenta en la época seca, los pastos de corte se utilizan como alternativa alimenticia en la producción bovina, proporcionando un rendimiento por hectárea mayor. En la actualidad, el pasto Cuba OM-22, se ha convertido en uno de los pastos más apetecidos por los productores ganaderos; varias fuentes, en su mayoría no oficiales, reportan excelentes rendimientos de forraje por hectárea, lo que sugiere la necesidad de generar información científica que avale y dé las bases necesarias para su adecuado manejo y utilización (López & Enríquez, 2011).

Cabe mencionar que el ensilaje es el desarrollo de un proceso mediante el cual se conserva forraje verde, preferiblemente de alta calidad y alto contenido de

carbohidratos solubles, almacenándose en un lugar llamado silo. El proceso de conservación se realiza por medio de la fermentación láctica y su éxito radica en permitir una degradación dentro de límites cortos de tiempo que impidan bruscas transformaciones en la composición del producto que se va a conservar (Bernal, 1991 & Schroeder, 2004).

El ensilaje de materiales con alta humedad requiere aditivos que además de enriquecer el contenido de materia seca, provoque un aumento en el contenido de carbohidratos solubles en la mezcla o al menos lo mantenga. Es común el empleo de melaza, harina de maíz, urea y otros productos como desecantes naturales, que a la vez proveen un valor energético agregado importante (Boschini y Pineda, 2016).

A nivel nacional el uso de aditivos y las diferentes edades de corte del pasto Cuba OM-22 no ha sido ampliamente investigado en el proceso de ensilaje; y, ante la escasez de forrajes que se presenta en la época seca, surge la necesidad de generar información que permita asegurar la suficiente cantidad y calidad de forraje durante el periodo de sequía. Por lo expuesto, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué tipo de aditivos y edad de corte aumentan la calidad nutricional del ensilaje?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El pasto Cuba-22 se presenta como una alternativa económica para los productores de la zona debido a sus potencialidades agronómicas y calidad nutritiva. En la actualidad, debido a las variaciones que se tiene en las precipitaciones, la producción de forraje ha decrecido; ante lo cual surge la necesidad de buscar estrategias que permitan obtener forraje en cantidad y calidad suficiente en época seca. En este contexto, el estudio de las edades de corte y el uso de aditivos permitirá generar información que ayude a mejorar la calidad nutritiva de este producto en el pasto Cuba-22. En Manabí el uso del

ensilaje como fuente alimenticia en bovinos no ha sido ampliamente investigado, y dado el déficit de forraje en época seca surge la necesidad de investigar con la finalidad de seleccionar la edad de corte y el aditivo adecuado que muestren efectos significativos sobre la calidad nutricional del ensilaje en pasto Cuba-22. Con este argumento la presente propuesta de investigación se justifica plenamente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de la edad de corte y aditivos sobre la calidad nutricional del ensilaje de pasto Cuba-22.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de cuatro edades de corte sobre la calidad nutricional del ensilaje de pasto Cuba-22.
- Estimar el efecto de tres aditivos sobre la calidad nutricional del ensilaje de pasto Cuba-22.
- Establecer la edad de corte y el aditivo adecuados para incrementar la calidad nutricional del ensilaje de pasto Cuba-22.

1.4. HIPÓTESIS

La calidad nutricional del ensilaje de pasto Cuba-22 varía con la edad de corte y los aditivos evaluados.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

1.5. GENERALIDADES DE LOS PASTOS

Los pastos son considerados la familia más importante de las monocotiledóneas, su tamaño varía desde 2-3 cm. de altura hasta 3.0 m. que puede alcanzar un bambú, se dividen en anuales o perennes, todas son herbáceas, excepto un 5%; los órganos vegetativos de las gramíneas son la raíz, el tallo y las hojas (Hernández et al., 2005).

Este mismo autor señala, que las gramíneas tropicales se caracterizan por un alto contenido de carbohidratos estructurales, bajos contenidos de carbohidratos solubles y proteína total inferior al 7%; por efecto de las condiciones climáticas, especialmente la alta radiación solar, se lignifican rápidamente y presentan una digestibilidad menor del 55%.

1.6. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Pennisetum purpureum es originario de África: Kenya, Tanzania, Uganda, Etiopía, Angola, Malawi, Mozambique, Zambia, Zimbabwe, Costa de Marfil, Gana, Guinea, Liberia, Nigeria, Sierra Leona, Togo, Camerún (Funes, 1977).

Este género y específicamente *Pennisetum purpureum*, fue introducido en Cuba desde los Estados Unidos a través de la Estación Experimental de Santiago de las Vegas durante la primera mitad del siglo pasado y se distribuyó primeramente por todo el país como un forraje de corte para la alimentación bovina (Febles & Herrera, 2006).

1.7. PASTO CUBA OM-22

El Cuba 22 es un *Pennisetum*, derivación del cruce entre el pasto elefante y el King grass que, en forma sorprendente, posee las bondades de los dos, se reproduce por estolones, admite cualquier tipo de tierras, elevaciones desde el nivel del mar hasta 2 800 metros, resistente a las inundaciones, a los insectos, a

la sequía, y de gran follaje. Sus hojas son anchas, sin pelusa y su vara central se desarrolla hasta los 3 metros, se diferencia de otros *Pennisetum* por tener menor reducción entre nudos lo que la hace más fértil (Martínez et al., 2009).

El pasto cuba 22 tiene características relevantes de la especie *Purpureum* ya que es un forraje perenne, de crecimiento exuberante y algo que lo caracteriza con sus otras especies, es que no posee pelos en sus hojas, además se caracteriza por tallos robustos y entrenudos largos, con hojas más largas y anchas que el King Grass (Trejo et al., 2013).

La proporción de hojas es superior en los primeros 100 días de edad, por lo que el contenido de proteína bruta de la biomasa es superior en 3-5 %. El rendimiento promedio anual de este pasto es de 20 t MS, 10 % más que el King Grass. Esto le confiere mejores características como planta forrajera (Martínez et al., 2010).

Continúa manifestando estos autores, que esta gramínea necesita para alcanzar altas producciones, la utilización de los fertilizantes, principalmente en aquellas áreas de suelos con pobre contenido de nutrientes, labor que debe llevarse a cabo sin dañar el medio ambiente, utilizando preferentemente los fertilizantes orgánicos y la combinación de estos con el mineral

Finalmente, estos autores señalan que los materiales de siembras como el King Grass, Cuba CT115, Cuba CT-169 y Cuba OM-22, sin fertilizantes ni regadío alcanzan producciones normales que oscilan entre 10 y 20 t de MS/ha/año. El rendimiento depende de la humedad, fertilidad, temperatura y edad del corte. Con riego y fertilizantes se obtienen rendimientos entre 30 y 50 t de MS/ha/año. Además, el pasto Cuba OM-22 a la edad de 113 días ha obtenido rendimientos de 17 t /ha.

El Cuba OM-22 parece tener una mayor presencia de tejido meristemático en sus tallos, la elongación de los tallos toma lugar a causa de la presencia de tejido

meristemático que se encuentra en la zona apical de los internodios (Machado, et al., 2008).

Para Hertentains et al. (2009), *Pennisetum purpureum* produce elevados rendimientos de MS, del cual el 32% corresponde a las hojas. La materia seca (ms) de la planta llega a 20%; mientras que la de las hojas y los tallos puede ser mayor o menor en dependencia del desarrollo de la planta y las prácticas de manejo

1.8. TAXONOMÍA

Según Calvillo (2018) la clasificación taxonómica del Pato Cuba 22 es la siguiente:

División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliosida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Paniceae
Género:	<i>Pennisetum</i>
Especie:	sp (<i>P. Purpureum</i> x <i>P. Thyphoides</i>)
Nombre científico:	<i>Pennisetum</i> sp
Nombre común:	Cuba OM-22

1.9. EDAD DE CORTE

Las pasturas y otros tipos de forrajes presentan una gran variación en calidad en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta. Estas diferencias se deben además a la variabilidad en las condiciones ambientales (suelo, clima), al material genético, al manejo, es decir, al riego y la fertilización (Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT], 2010).

Según Padilla & Ayala (2006), el género *Pennisetum* exige de suelos profundos bien drenados y de fertilidad media a alta para lograr la mejor respuesta biológica de la planta. En general tallos más maduros o la porción inferior del tallo resultan en mayores porcentajes de emergencia de brotes y mayor velocidad de implantación que si se utilizaran tallos más jóvenes o inmaduros. Se debe sembrar varas de dos o tres nudos como máximo. Por lo general, los granos de las espigas no son semilla viable.

De igual manera, el mismo autor manifiesta que, los pastos de corte se adaptan con gran versatilidad a pisos térmicos entre los 0 y 1800 m.s.n.m. Por encima de los 1800 m.s.n.m. algunos de ellos pierden productividad debido a la disminución en la radiación lumínica que les hace perder capacidad fotosintética. Sin embargo, algunos de ellos se adaptan bien a estas alturas. Mientras que no se adapta bien a suelos inundables a pesar de su alta extracción. Por eso no en todo tipo de suelo se hacen óptimamente productivos (Dall et al., 2004).

Debido a la biomasa que producen, son pastos muy extractivos, por lo que mientras más cerca estén del nivel del mar, más exigentes se vuelven en aporte de agua por riego y así mismo, mientras menor potencial fértil tenga un suelo más limitada será su capacidad de producción (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2002).

Carneiro & Villaquiran (2005) consideraron que la calidad nutricional del pasto decrece con el incremento de los intervalos de corte, determinando que la edad óptima para el corte es de 60 días, debido a que, a los 90 días, el contenido de proteína es muy bajo. Además, obtuvieron resultados similares a los 63 días de crecimiento y concluyeron que, a esta edad, el pasto muestra los mejores índices de producción forrajera y valor nutritivo.

Algunas de estas especies se han mejorado con el fin de resistir épocas de sequía prolongada y ataque de plagas, pero en general son pastos rústicos, lo

cual no quiere decir que no necesiten aportes adicionales de nutrientes diferentes a los que el suelo como tal donde están cultivados les puede proveer (Dall et al., 2004).

Los pastos de corte en el trópico pueden ser usados para ensilar o para la alimentación en fresco, mantenerlos como bancos forrajeros y esto le permite al productor mantener forraje durante todo el año manteniendo su valor nutritivo y mayor cantidad de biomasa (hasta 4 cortes al año). En condiciones de sequía son muy usados por los productores como una opción más barata y accesible que permita la sobrevivencia de las especies en producción (Zavaleta et al., 2013).

Para González et al. (2011) quienes trabajaron con dos cultivares de *P. purpureum* (verde y morado), la edad de corte temprana (45 días) o tardía (120 días) no proporciona adecuados resultados, debido al deterioro que se produce en el área forrajera.

1.10. ADITIVOS

Los aditivos son productos que estabilizan el ensilado, ya sea por acidificación, limitando el crecimiento de microorganismos, o bien estimulando la fermentación láctica. Dentro de estos últimos se pueden emplear fuentes de azúcares solubles que las bacterias utilizan para producir ácido láctico como el maíz triturado, melaza, contribuyendo de esta forma a la creación de condiciones óptimas que permitan la conservación del ensilaje (Lara, 2011).

1.10.1. MELAZA

La melaza, un subproducto del proceso de la fabricación o de la refinación del azúcar crudo, es una de las fuentes más baratas de carbohidratos utilizadas en la producción de alcohol etílico. Se le conoce con el nombre de miel final o miel de purga. La miel final o melaza (no cristalizable) es un líquido denso, viscoso y

de color oscuro que se separa por la centrifugación de la masa tercera cocida de la cual los azúcares no pueden ser recuperados por métodos convencionales y económicos (Ponce & Bermeo, 2011).

Es un producto líquido derivado de la caña de azúcar. Su aspecto es similar al de la miel, aunque de color parduzco muy oscuro, prácticamente negro. El sabor es dulce, ligeramente similar al del regaliz. Rico en hidratos de carbono, vitaminas del grupo B y abundantes minerales, entre los que destacan el hierro, cobre y magnesio. Su contenido de agua es bajo. Las melazas se emplean como una fuente de carbohidratos para el ganado (cada vez menos), para ácido cítrico y otras fermentaciones (Rosas & Terán, 2015).

La melaza de caña (75 % MS) es un subproducto ampliamente usado, agregándose hasta a razón de 10 por ciento de peso w/w para suplir carbohidrato fácilmente fermentable a ensilajes de forrajes tropicales. Su aplicación directa es difícil debido a su alta viscosidad, por lo que se recomienda diluirla, preferiblemente con un pequeño volumen de agua tibia para minimizar las pérdidas por escurrimiento. Su aplicación en el ensilado de pastos tropicales, precisa una dosis alta de melaza (4 a 5 %) (Mühlbach, 2001).

1.10.2. HARINA DE MAÍZ

Se obtiene a partir del procesamiento del maíz para la extracción de su almidón. Su valor proteico dependerá del procesamiento al cual haya sido sometido, pudiendo variar en torno al 63% de proteína bruta. Es deficiente en aminoácidos como lisina, arginina y triptófano y se la emplea especialmente en raciones para larvas y alevines. Su digestibilidad proteica varía entre 86.92% y proporciona buena palatabilidad. A veces se limita su inclusión cuando se desea obtener filetes blancos, ya que suele conferir pigmentación amarillenta cuando es incluido en alta cantidad por efecto de los carotenoides que contienen sus granos (Luchini & Wicky, 2014).

1.10.3. UREA

La urea contiene un elemento químico que es el nitrógeno, este forma parte de cada célula viva que es esencial para la planta, siendo necesaria para la síntesis de clorofila y está involucrada en el proceso de fotosíntesis (Almora et al., 2012).

El uso de urea como aditivo, es una práctica común en la elaboración de ensilajes con bajo contenido de proteína, puesto que aumenta el contenido de este nutriente (Neumann *et al.*, 2010) en forma de nitrógeno no proteico, y mejora la estabilidad aeróbica del ensilado (Borges et al., 2011).

La urea cuando es usada como aditivo en ensilajes, se hidroliza en amoníaco, tiene un efecto inhibitorio sobre la población de levaduras y mohos, favoreciendo la reducción de etanol y pérdida de materia seca (Quiroz, 2009).

1.11. CALIDAD NUTRICIONAL

Romero et al. (2004) citados por Barén & Centeno (2017) mencionan que todos los forrajes difieren en su capacidad de proveer los nutrientes necesarios para llevar a cabo las funciones corporales de mantenimiento, crecimiento y reproducción, dependiendo de estos componentes (consumo voluntario, concentración de nutrientes y eficiencia con que los animales utilizan los nutrientes absorbidos para llevar a cabo sus funciones fisiológicas) los cuales deben considerarse en forma conjunta.

Hernández & Guenni (2008) mencionan que las pasturas tropicales tienen mayor capacidad de aprovechar la radiación solar; ante esto, alcanzan su máxima producción con la presencia de mayor área foliar, lo que permite la intercepción de niveles altos de intensidad lumínica.

Además, estos autores señalan que las vitaminas, compuestos orgánicos complejos necesarios para los animales, que se encuentran en los alimentos, se

clasifican en vitaminas liposolubles A, D, E y K, e hidrosolubles, vitamina C y las ocho vitaminas del complejo B: tiamina, riboflavina, piridoxina, niacina, ácido fólico, biotina, ácido pantoténico y vitamina B12. Las vitaminas están íntimamente implicadas como coenzimas o cosustratos, o facilitan reacciones del metabolismo celular, la deficiencia en cualquier vitamina durante un tiempo suficiente, produce síntomas repetibles y puede conducir a la muerte. Los microorganismos del rumen de los animales rumiantes producen las vitaminas del complejo B y, por tanto, se presenta poca atención al contenido en vitaminas del grupo B en raciones. Sin embargo, las vitaminas liposolubles deben incluirse en la ración.

1.12. APOORTE DE LOS ADITIVOS A LA CALIDAD NUTRICIONAL

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 (Mühlbach, 2001).

Este mismo autor, señala que para optimizar su eficacia y reducir las pérdidas de nutrientes en el efluente, deben usarse en tasas relativamente altas (aspirar a obtener un contenido >25 % de MS de la mezcla) y efectuar una buena mezcla con el forraje picado; esto requiere mano de obra extra y equipo apropiado. Este tipo de aditivo puede estar disponible en forma estacional y sólo en ciertos lugares. Pero al evaluar la rentabilidad de su empleo se debe considerar el efecto positivo que tienen al mejorar el valor nutritivo del ensilaje.

1.13. INDICADORES DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE PASTOS

- **Materia seca**

Gonzales (2017) indica que la materia seca está formada por una parte orgánica y una parte inorgánica. El componente inorgánico está formado por minerales,

principalmente potasio y silicio. Pero cabe resaltar que la mayoría de los compuestos orgánicos contienen minerales como componentes estructurales, por ejemplo, las proteínas poseen azufre, y muchos lípidos, poseen carbohidratos y fósforo.

Así mismo representa el peso total de un alimento menos su contenido de agua; ese valor se expresa en porcentaje. Por ejemplo, una pastura con 20% de MS contiene 20 gramos de MS cada 100 gramos de pastura fresca (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria [INIA], 2018).

- **Proteína cruda**

También llamada proteína bruta, se refiere al porcentaje de proteína que contiene un alimento. Ese valor se obtiene después de haberlo sometido al análisis químico. La proteína es un nutriente esencial en el organismo y adquiere especial importancia para los animales que se encuentran en crecimiento y producción. Por lo tanto, la disponibilidad de proteína de los forrajes es especialmente importante para animales jóvenes (terneros, sobreaños) fresca (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria [INIA], 2018). El contenido de proteína es mayor en las leguminosas y en las gramíneas puede variar entre 3% en una gramínea tropical y muy madura hasta más de 30% en una pastura muy tierna y fertilizada (Trujillo & Uriarte, 2010).

- **Fibra**

González (2017) indica que es un conjunto de filamentos constituidos por hidratos de carbonos, que se componen de un entramado tridimensional de celulosa, hemicelulosa y lignina. A medida que las pasturas maduran se incrementa el contenido de pared celular y por tanto el valor de fibra. Si el alimento tiene más del 55% de fibra puede tener limitaciones de consumo. La Fibra Cruda describe la porción más indigestible del alimento, por lo que al aumentar su contenido baja la calidad del alimento, se vuelve menos digestible (INIA, 2018).

- **Ceniza**

El valor de cenizas totales estima solamente la proporción de compuestos inorgánicos que presenta la planta y es muy común la contaminación con tierra

en las muestras de pastura. El contenido de los distintos minerales de las pasturas, al igual que las fracciones orgánicas, es muy variable, ya que es muy afectado por la fertilidad del suelo, la fertilización, los factores genéticos y los climáticos. Las pasturas naturales, dependiendo del tipo de suelo y sobre todo de la época del año pueden ser deficientes en uno o más minerales (Trujillo & Uriarte, 2010).

1.14. ENSILAJE

El ensilaje es una técnica de conservación de forraje por vía húmeda, consiste en almacenar forrajes frescos en ausencia de oxígeno, ahí ocurren transformaciones químicas y físicas que definen su calidad (Hiriart, 2008). El ensilaje permite mantener la disponibilidad del componente forrajero durante la estación seca o lluviosa, condiciones que reducen el rendimiento por hectárea de las pasturas (López et al., 2015).

Reyes (2013) citado por Solís (2017) menciona que el método de ensilaje sirve para almacenar alimentos en tiempo de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, también permite aumentar el número de animales por hectárea, la sustitución o complementación de los concentrados, además favorece manejar ganado en forma intensiva semi-intensiva o estabulada. Es una excelente opción para la alimentación en las ganaderías del país por la gran variedad de forrajes y se pueden producir varias cosechas en el año.

El mismo autor menciona que el forraje fresco de cultivos de gramíneas, leguminosos como maíz, trigo y alfalfa, puede ser conservado por medio del ensilaje. En muchos países los forrajes ensilados son muy apreciados como alimento animal. Para producir un ensilaje de buena calidad es esencial asegurar que se produzca una buena fermentación microbiana en el ensilado. El proceso de fermentación no depende sólo del tipo y la calidad del forraje, sino también de la técnica empleada para la cosecha y para el ensilaje.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

1.15. UBICACIÓN

La presente investigación se desarrolló en la Unidad de Docencia, Investigación y Vinculación, área de pastos y forrajes, de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, ubicada en el sitio “El Limón” del cantón Bolívar, situada a una altitud de 15 msnm y geográficamente entre las coordenadas 00°49'23" Latitud Sur, 80°11'01" Longitud Oeste¹.

1.16. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS¹

- Precipitación anual: 1058 mm
- Temperatura máxima: 30°C
- Temperatura mínima: 22°C
- Humedad relativa: 84%
- Heliofanía: 1082 horas/sol/año

1.17. DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo una duración de doce meses, desde agosto de 2019 hasta julio de 2020.

¹ Datos tomados en la estación meteorológica del INANMI, situada en la ESPAM MFL correspondiente al periodo; enero 2012 a junio 2019.

1.18. FACTORES EN ESTUDIO

1.18.1. FACTOR A (EDAD DE CORTE DE PASTO CUBA 22)

- 45 días
- 60 días
- 75 días
- 90 días

1.18.2. FACTOR B (ADITIVOS)

% de aditivos en relación al peso fresco del pasto de corte

- Melaza (5%) + harina de maíz (5%) + Urea (1%)
- Melaza (5%) + harina de maíz (5%)
- Melaza (5%) + Urea (1%)
- Melaza (5%)
- Sin aditivo

1.19. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) en arreglo factorial A x B con 20 tratamientos, tres réplicas y 60 unidades experimentales. La unidad experimental se conformó de una bolsa de polietileno de 10 kg de capacidad. A continuación, se muestra el esquema del ANOVA:

Tabla 1. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	19
Edad de corte	3
Aditivos	4
Edad x aditivos	20
Bloques	2
Error	38

Total			59
<i>Tabla 2. Tratamientos codificados con sus respectivas combinaciones de factores y niveles</i>			
Tratamientos	Código	Edad de corte	Aditivos
T1	C1A1	45	Melaza (5%) + harina de maíz (5%) + Urea (1%)
T2	C1A2	45	Melaza (5%) + harina de maíz (5%)
T3	C1A3	45	Melaza (5%) + Urea (1%)
T4	C1A4	45	Melaza (5%)
T5	C1A5	45	Sin aditivo
T6	C2A1	60	Melaza (5%) + harina de maíz (5%) + Urea (1%)
T7	C2A2	60	Melaza (5%) + harina de maíz (5%)
T8	C2A3	60	Melaza (5%) + Urea (1%)
T9	C2A4	60	Melaza (5%)
T10	C2A5	60	Sin aditivo
T11	C3A1	75	Melaza (5%) + harina de maíz (5%) + Urea (1%)
T12	C3A2	75	Melaza (5%) + harina de maíz (5%)
T13	C3A3	75	Melaza (5%) + Urea (1%)
T14	C3A4	75	Melaza (5%)
T15	C3A5	75	Sin aditivo
T16	C4A1	90	Melaza (5%) + harina de maíz (5%) + Urea (1%)
T17	C4A2	90	Melaza (5%) + harina de maíz (5%)
18	C4A3	90	Melaza (5%) + Urea (1%)
T19	C4A4	90	Melaza (5%)
T20	C4A5	90	Sin aditivo

1.20. UNIDAD EXPERIMENTAL

1.20.1. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Una vez que en condiciones de campo el pasto completó los 45, 60, 75 y 90 días de edad de acuerdo con los tratamientos establecidos, fue picado en tamaño aproximado de 0.5 cm con ayuda de una picadora mecánica. Los porcentajes de melaza, harina de maíz y urea, fueron agregados con base al peso fresco total del pasto picado. Cada mezcla se preparó por separado, se compactó y selló en bolsas doble de polietileno negro tipo jardinería, de capacidad de 10 kg. Los microsilos fueron almacenados por un período de 30 días, a temperatura ambiente dentro de una bodega con iluminación natural (12 h luz – 12 h

oscuridad), sin radiación solar directa. Cumplidos los 30 días de fermentación, se procedió a abrir los microsilos, tomando muestras representativas de aproximadamente 500 g en cada uno previa homogeneización de los materiales ensilados por cada tratamiento (Borges et al., 2011). Las muestras fueron llevadas al laboratorio de bromatología de la ESPAM MFL.

1.21. VARIABLES RESPUESTA

1.21.1. CALIDAD NUTRICIONAL

- **Materia seca**

Expresa el contenido de materia seca de un alimento, y se obtiene secando la muestra en una estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante, y por 30 minutos en el desecador, para el cálculo de %MS se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\%MS = \frac{\text{Peso seco (PS)g}}{\text{Peso fresco (PF)g}} \times 100$$

- **Proteína cruda**

El valor de proteína cruda incluye la proteína verdadera y otros compuestos nitrogenados no proteicos obtenidos por el método KJELDAHL.

A continuación, se describe la técnica de acuerdo a la norma INEN 543 para la determinación de la proteína cruda:

- Se pesó 1,50 g de la muestra de pasto y se transfirió al matraz Kjeldahl
- Luego se agregó 25ml de H₂SO₄ a una concentración de 97% y se añadió una pastilla Kjeldahl.
- Posterior a esto se la llevó al equipo Macro Kjeldahl por 15min para la descomposición de la materia orgánica, donde se calentó suavemente hasta que no se observe formación de espuma y luego aumentar el calentamiento, rotando el matraz frecuentemente durante la digestión, luego se encendió el equipo a amperio 10 por una hora hasta que la

muestra se cristalice tomando una coloración verde cristalina, se deja en reposo por una hora hasta que enfríe.

- Luego se adiciono aproximadamente 150 mL de agua destilada, y enfriar la mezcla hasta una temperatura inferior a 25°C y añadir 30 g de parafina y 4 g de granallas de zinc para evitar proyecciones durante la ebullición.
- Inclinar el matraz con su contenido y verter cuidadosamente por sus paredes 80 mL de la solución concentrada de hidróxido de sodio (Soda Kjeldahl al 40%)
- En la fase de destilación se conectó el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación. El extremo de salida del condensador se sumergió en 50 mL de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico contenido en el matraz Erlenmeyer de 250 mL, a la que se ha agregado unas gotas de la solución alcohólica de rojo de metilo.
- Destilar hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución acida contenida en el matraz Erlenmeyer, lo que se logró destilar 150 mL
- Se finalizó titulado el exceso de ácido contenido en el matraz Erlenmeyer con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.
- Y por último se calculó utilizando la siguiente formula

$$\%PC = 1,40(F) \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) - (V_3 N_1 - V_4 N_2)}{M}$$

Donde:

P = contenido de proteínas cruda de pastos, en porcentaje de masa.

V1 = volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico, empleado para recoger el destilado de la muestra, en mL.

F= Factor de conversión para pasar de contenido en nitrógeno a contenido en proteínas

N1 = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V2 = volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, empleado en la titulación, en mL.

N2 = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V3 = volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en mL.

V4 = volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, mL.

m = masa de la muestra, en g.

- **Fibra**

Este método permite determinar el contenido de fibra en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente.

A continuación, se describe la técnica

- Se pesó 2g de la muestra (pasto) en un vaso de precipitación de 600ml.
- Se enraza con la solución de H₂SO₄ hasta 200ml con una normalidad de 0,255.
- Luego se llevó al equipo digestor de fibra por 30min se retiró y se dejó filtrar.
- Se procedió a recoger la muestra y se colocó en el vaso nuevamente con 200 ml de hidróxido de sodio al 0,313N y en el digestor reiteradamente, realizar un segundo filtrado.
- Posterior a esto se lava el vaso con alcohol y se procede a recoger la muestra y se la ubica en un crisol
- Luego se la lleva a la estufa por 2h.
- Después al desecador por 30min, posterior a eso se procedió a pesar, luego que se pesó la muestra se la llevo a la mufla por 30min, de ahí nuevamente al desecador por 30min y se procedió a pesar.
- Para el cálculo de % de fibra se utilizó la siguiente formula:

$$\%F = \frac{P1 - P2}{M} \times 100$$

Donde

P1 = Peso del crisol con el residuo seco (g)

P2 = Peso del crisol con la ceniza (g)

M = Peso de la muestra (g)

- **Ceniza**

A continuación, se describe la técnica utilizada para el cálculo de % de ceniza

- Se pesaron exactamente 1,5 g de la muestra de pasto y además se anotó el peso exacto del crisol.
- Luego se quemó la muestra de crisol a llama moderada en un mechero a gas hasta que la muestra haya sido carbonizada.
- Posteriormente se llevó el crisol con la materia carbonizada a la mufla y se incineró a una temperatura de 550°C, por un tiempo aproximado de 3-4 horas hasta obtener cenizas de color blanco grisáceo.
- Finalmente, se colocó el crisol en el desecador, se le enfría a temperatura ambiente e inmediatamente se procedió a pesar.
- Para calcular el contenido de cenizas de la muestra, se lo realizó mediante la siguiente ecuación

$$\%C = \frac{m2 - m1}{m} \times 100$$

Donde:

m = masa de la muestra, en gramos

m1 = masa del crisol vacío, en gramos.

m2 = masa del crisol con las cenizas (después de la incineración), en gramos

1.22. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias se realizó con la prueba de Tukey al 5% de probabilidades de error.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La materia seca del ensilaje del pasto Cuba-22 fue influenciada significativamente ($p \leq 0.05$) por la edad de corte y los aditivos evaluados (Figuras 4.1. y 4.2), mientras que la interacción entre ambos factores no afectó significativamente ($p > 0.05$) el contenido de materia seca. En cuanto a la edad de corte, se observa que la materia seca tiende a aumentar con el incremento de la edad del pasto de forma lineal, lo cual se debe al aumento de biomasa acumulada (Figura 4.1.). En cuanto a los aditivos, se logró incrementar el contenido de materia seca en todos los tratamientos evaluados, en relación al tratamiento control (Figura 4.2). Lo anterior puede deberse a que tanto la melaza, la harina de maíz y la urea son fuentes energéticas ricas en carbono y nitrógeno.

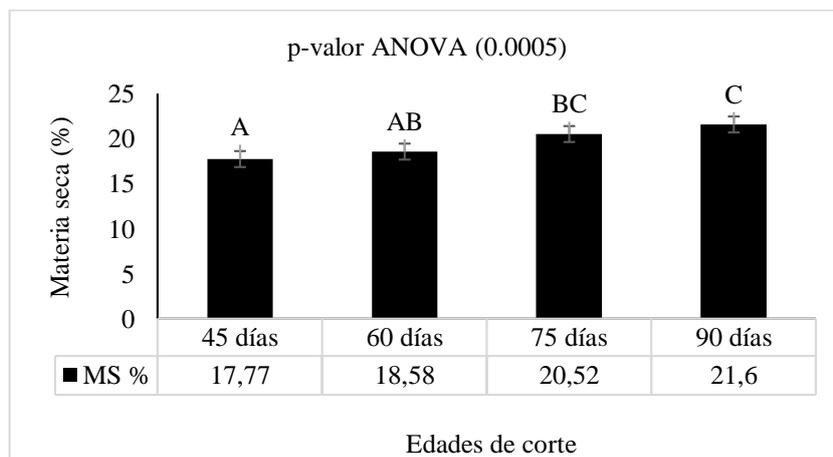


Figura 4.1. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de materia seca del ensilaje de pasto Cuba-22. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error

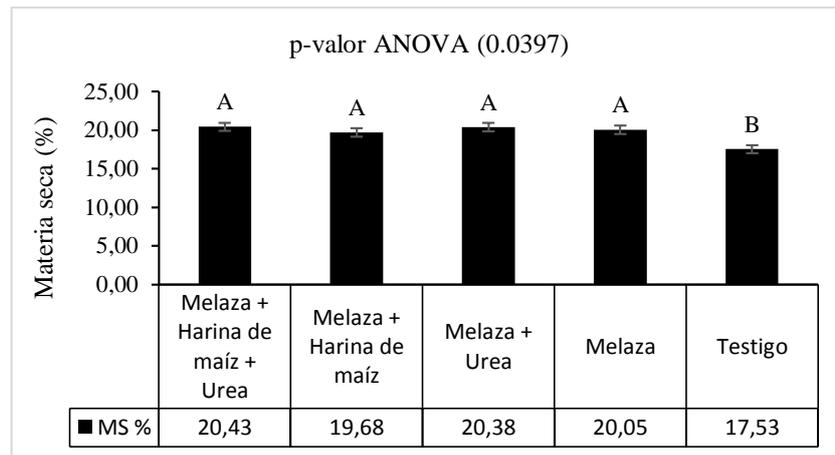


Figura 4.2. Efecto de aditivos sobre el contenido de materia seca del ensilaje de pasto Cuba-22. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo con el test de Tukey al 5% de probabilidades de error

El contenido proteínico del ensilaje del pasto Cuba-22 fue significativamente influenciado (≤ 0.05) por las edades de corte y los aditivos probados (Figuras 4.3 y 4.4), en contraste a la interacción de ambos factores que no mostró significancia estadística ($p > 0.05$) para esta variable. El contenido de proteína del ensilaje mostró un descenso lineal a medida que la edad del pasto aumentaba (Figura 4.3), lo cual puede estar relacionado a que los compuestos nitrogenados se degradan a medida que el tejido del pasto madura y se concentran los carbohidratos estructurales y las fibras. Los resultados muestran que tanto la melaza, la harina de maíz y la urea incrementaron la proteína en relación al tratamiento control (Figura 4.4). Lo anterior puede deberse a que todos estos aditivos poseen compuestos nitrogenados en su composición.

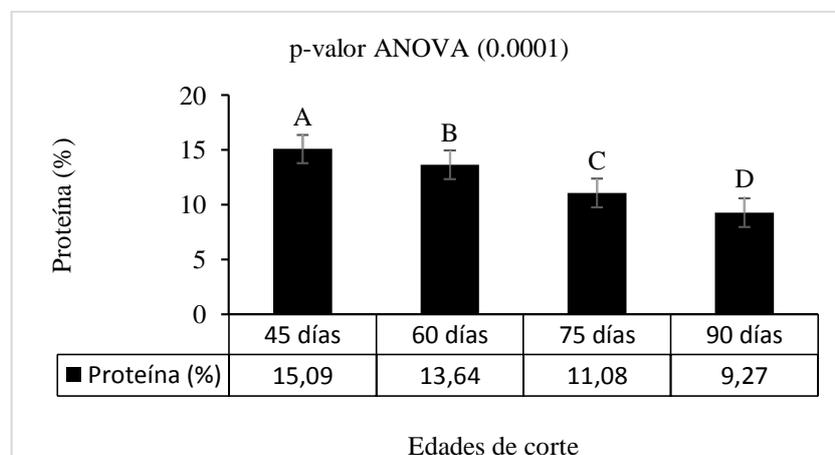


Figura 4.3. Efecto de la edad de corte sobre el contenido proteínico del ensilaje de pasto Cuba-22. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.

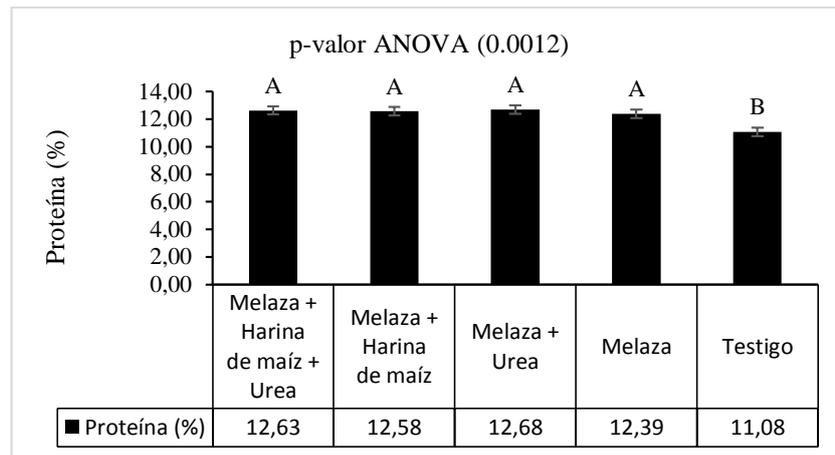


Figura 4.4. Efecto de aditivos sobre el contenido proteínico del ensilaje de pasto Cuba-22. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error

En contenido de fibra en el ensilaje del pasto Cuba-22, mostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.05$) para los factores edades de corte y aditivos (Figuras 4.5 y 4.6), mientras que la interacción entre ambos factores no afectó significativamente ($p > 0.05$) el contenido de fibra. En la Figura 4.5., se aprecia que el contenido de fibra se incrementa linealmente con la edad del corte, lo cual se debe principalmente a la acumulación carbohidratos estructurales tales como celulosa, hemicelulosa, lignina, etc. Por otra parte, la Figura 4.6., muestra que todos los aditivos mostraron menor contenido fibroso en contraste al tratamiento control, lo cual pueda deberse al alto contenido de azúcares y compuestos nitrogenados que favorecieron la degradación microbiana de fibras gracias a la fermentación anaeróbica mediada por microorganismos fermentativos.

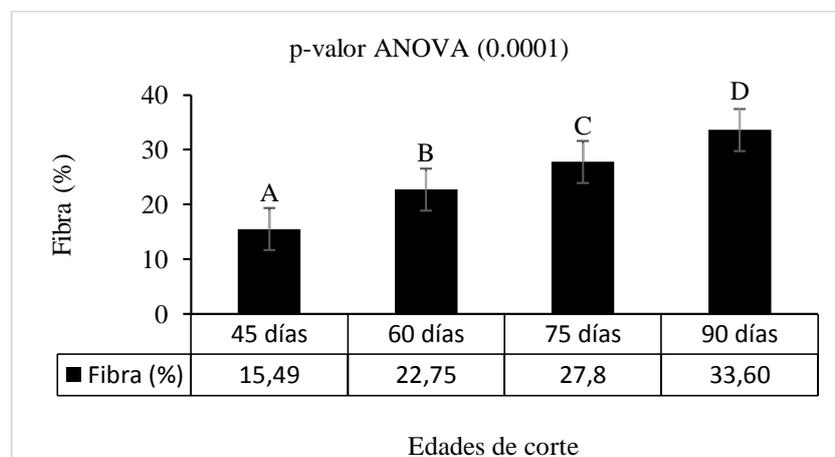


Figura 4.5. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de fibra del ensilaje de pasto Cuba-22. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.

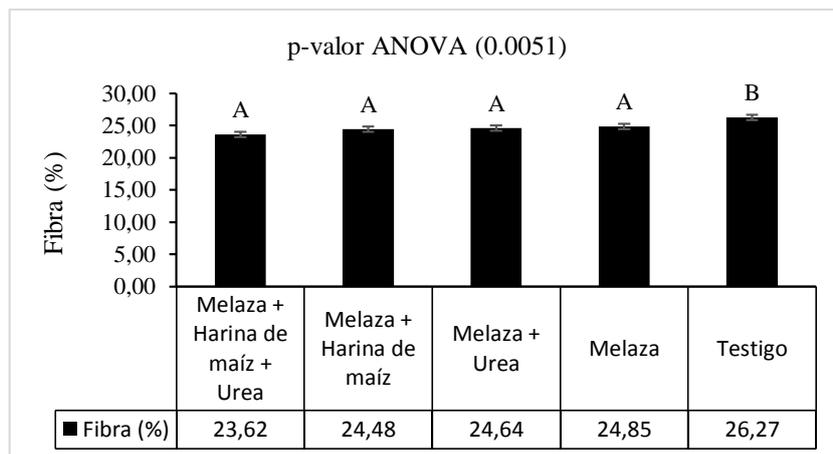


Figura 4.6. Efecto de aditivos sobre el contenido de fibra del ensilaje de pasto Cuba-22. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.

El contenido de cenizas en el ensilaje del pasto Cuba-22, fue afectado significativamente ($p \leq 0.05$) por las edades de corte y los aditivos evaluados (Figuras 4.7 y 4.8), mientras que la interacción entre estos factores no surgió efectos significativos ($p > 0.05$) sobre el contenido de cenizas. Los resultados mostraron que el contenido de cenizas se incrementó linealmente a medida que aumentó la edad de corte el pasto (Figura 4.7), lo cual puede estar relacionado a que a mayor crecimiento en biomasa del pasto hay una mayor acumulación de minerales en el tejido. En cuanto al efecto de los aditivos, todos incrementaron el contenido de cenizas del ensilaje, en contraste al tratamiento control (Figura 4.8), lo cual a la carga mineral que contienen tanto la melaza, harina de maíz y urea.

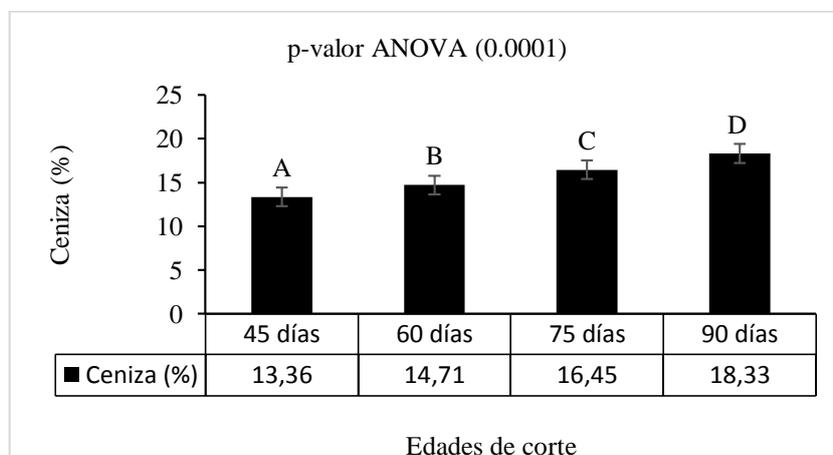


Figura 4.7. Efecto de la edad de corte sobre el contenido de ceniza del ensilaje de pasto Cuba-22. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error.

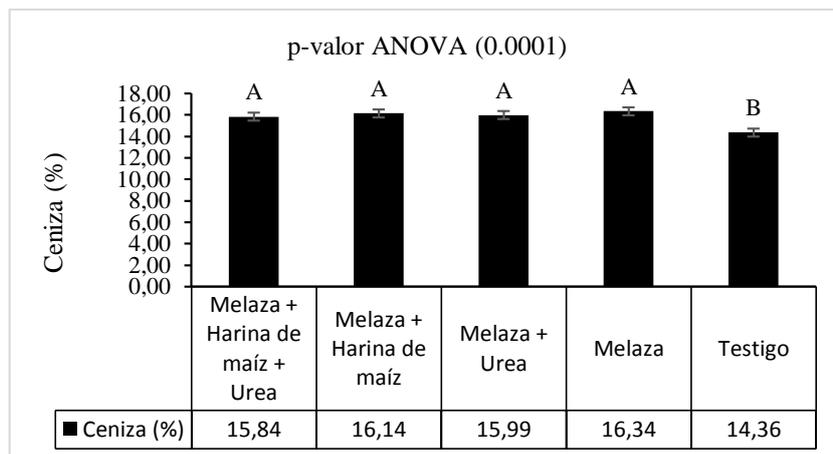


Figura 4.8. Efecto de aditivos sobre el contenido de ceniza del ensilaje de pasto Cuba-22. Cada barra representa la media de tres repeticiones (\pm error estándar). Letras diferentes en cada barra representan separación de medias significativas de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidades de error

DISCUSIÓN GENERAL

- **Materia seca**

En este contexto los resultados obtenidos son similares a los hallados por Piñeiro et al. (2004) dado que los mejores porcentajes de materia seca para un buen ensilaje son de 25 a 30%, a mayor o menor cantidad disminuye la calidad nutritiva del producto ensilado, Intriago y Paz (2000) concuerdan con los autores mencionados e indican que los niveles óptimos de MS en un ensilaje están entre 20 a 25%, en otros rangos el ensilaje pierde azúcares que no favorecen a la acción de los microorganismos benéficos.

- **Contenido proteico**

En los resultados alcanzados se evidencia al T3 a los 45 días de corte como el mejor tratamiento en contenido proteico, esto coincide con los hallazgos obtenidos por Barén y Centeno (2017) que obtuvieron un porcentaje de proteína de 20,31 % a los 45 días de corte del pasto sin importar los aditivos utilizados, Carneiro & Villaquiran (2005) consideran que el contenido de proteína del pasto disminuye a mayor edad de corte y además la calidad nutricional del pasto decrece, debido al poco contenido de proteína, determinando la edad óptima

para corte a los 60 días, ya que pasando ese tiempo el contenido de proteína es muy bajo para las demandas normales de las funciones del rumen.

- **Fibra**

López y Macfield (2013) en sus hallazgos reportan que valores de fibra superiores al 55% dificultan la digestibilidad del forraje limitando el aprovechamiento eficaz del contenido proteico y calórico del producto, contrarios a los encontrados en este estudio, la NRC (2001) también indica que las dietas del rumiante deben contener al menos 25 a 35% de fibra lo que se asemeja a los tratamientos de la investigación.

- **Ceniza**

Los contenidos de cenizas encontrados en esta investigación son parecidos a los hallados por Lara (2011) en ensilajes de leguminosas, estas altas concentraciones de ceniza pueden atribuirse al pasto, ya que este puede estar constituido por altas concentraciones de cenizas, sumándole probablemente la presencia de trazas en la raíz del pasto provenientes del suelo, pudiendo esto causar un mayor efecto en los tratamientos principalmente en el T4 donde se visualizan los porcentajes más altos de ceniza en los diferentes días de corte.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La edad de corte ejerció un efecto determinante sobre la calidad nutricional del ensilaje del pasto Cuba-22, independiente de los aditivos probados.
- Los aditivos mejoraron el contenido de materia seca, proteína y ceniza en el ensilaje del pasto Cuba-22, mientras que el efecto contrario se dio para el contenido de fibra.
- La interacción de la edad de corte del pasto con los aditivos probados, no producen efectos significativos sobre la calidad nutricional del ensilaje del pasto Cuba-22.

5.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar la combinación de los aditivos como melaza, harina de maíz y urea para mejorar la calidad nutricional el ensilaje del pasto Cuba-22, independientemente de su edad de corte.

BIBLIOGRAFÍA

- Almora, A., Huntington, G., & Burns, J. (2012). Effects of supplemental urea sources and feeding frequency on ruminal fermentation, fiber digestion, and nitrogen balance in beef steers. *Animal Feed Science and Technology*, 171(2–4), 136–145. <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.10.012>
- Barén, J. y Centeno, L. (2017). Valores nutritivos del pasto cuba om-22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*), sometidos a cuatro intervalos de corte en el valle del río Carrizal. [Trabajo grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio institucional <http://repositorio.esпам.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/649/TA70.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bernal, E. (1991). Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. 2a Ed. Bogotá DC, Colombia: Banco Ganadero. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CO1999003052>
- Borges, J., Bastardo, E., Sandoval, M., Barrios, y Ortega, R. (2011). Efecto de la adición de urea y el tipo de fermentación en la estabilidad de silajes de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). *Zootecnia Trop.* 23: 283-291. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v29n3/art04.pdf>
- Boschini, C., y Pineda, L. (2016). Ensilaje de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* o *Kikuyuocloa clandestina*) fermentado con tres aditivos. En: Agronomía Mesoamericana. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v27n01_049.pdf
- Calvillo, A. (2018). Características, Variedades Y Usos Del Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum Schumach*). [Trabajo grado, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” División de Ciencia Animal]. Repositorio institucional. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42954/Calvillo%20S%c3%a1nchez%20Ana%20Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carneiro De Souza, F., & Villaquiran, M. (2005). Caracterización nutricional de accesos de capim elefante. *Biotam Nueva Serie*. Tomo 2: 374-376.
- CIAT, (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (2010). Informe Anual 2011. Cali, CO. http://webapp.ciat.cgiar.org/improved_germplasm/germoplasma/forrajes.htm
- Dall, M., Scheffer, S., Nascimento, J., Silveira, C. y Fischer, R. (2004). Forage production of elephant grass under cold climate conditions: growth curve and nutritive value. *Rev. Bras. Zoot.*, 33(5): 1110 -1117. https://www.researchgate.net/publication/262460117_Forage_production_

of_elephantgrass_under_cold_climate_conditions_Growth_curve_and_nutritive_value

- ESPAAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua). (2016). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. EC. p 10 – 54. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe%20ejecutivo%20ESPAAC_2016.pdf
- FAO. (2002). Informe Anual. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Buenas Prácticas de Agricultura pg. 98. EE.UU.
- Febles, G. y Herrera, R. (2006). Introducción y características botánicas de *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. En: Herrera, R. S.; Febles, G. y Crespo, G. (Editores). *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. Cuba. pp. 1-14. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017712016.pdf>
- Funes, F. (1977). Introducción y evaluación de gramíneas en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de DrC. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- González, I., Betancourt, M., Fuenmayor, A., y Lugo, M. (2011). Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto elefante (*Pennisetum sp.*) en el Noroccidente de Venezuela. *Zootecnia Trop.* 29: 103-112. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692011000100009&script=sci_arttext&tlng=pt
- González, K. (2017). Valor nutricional y calidad de los pastos. <https://zoovetesmipasion.com/pastos-y-forrajes/valor-nutricional-los-pastos/>
- Hernández, M., y Guenni, O. (2008). Producción de biomasa y calidad nutricional del estrato graminoide en un sistema silvopastoril dominado por samán (*Samanea saman* (Jacq) Merr). *Zootecnia Trop.* 26: 439-453. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000400004
- Hernández, S., Jaime, O., Régul, J., y Elías, H. (2005). Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. *Revista Electrónica REDVET.* <http://www.veterinaria.org/revista/redvet/n050505.html>
- Hertentains, L., Troetsch, S. y Santamaría, E. (2009). Manejo y Utilización de cultivares *Pennisetum purpureum* en fincas lecheras de las tierras altas de Chiriquí. Centro de Investigación Agropecuaria de Panamá. Panamá. P. 4. <http://www.idiap.gob.pa/download/manejo-y-utilizacion-de-cultivares-pennisetum-purpureum-en-fincas-lecheras-de-las-tierras-altas-de-chiriqui/?wpdmdl=1757>

- Hiriart, M. (2008). Ensilados. Procesamiento y Calidad. 2da ed. Editorial Trillas, MEX.
- Intriago, F. & Paz, S. (2000). Ensilaje de cascara de Banano maduro con microorganismos eficaces como alternativa de suplemento para ganado bovino. [Tesis de grado Universidad EARTH. Guácimo, CR]. 9p. Repositorio institucional. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=earth.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mf=025126>
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria). 2018. Algunos conceptos sobre calidad de forrajes. Ficha técnica N°33. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11188/1/Ficha-tecnica-33-Algunos-conceptos-sobre-calidad-de-forrajes.pdf>
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (1980) Norma Técnica Ecuatoriana Nro. 543: Alimentos para animales, determinación de la proteína cruda, primera revisión, Quito, Ecuador. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/543.pdf>
- Lara, J. (2011). Aditivos para el mejoramiento del ensilaje forrajero. [Trabajo de grado Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México]. Repositorio institucional. <https://pdfcoffee.com/aditivos-para-el-mejoramiento-del-ensilaje-de-maiz-forrajero-1-pdf-free.html>
- López, I. & Enríquez, J. (2011). Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur Sureste de México: Trópico Húmedo. Paquete Tecnológico Zacate *Pennisetum purpureum*: Establecimiento y Producción. CIRGOC. Campo Experimental "La Posta". INIFAP. Veracruz. <https://1library.co/document/yrk141vz-programa-estrategico-desarrollo-sustentable-region-sureste-mexico-tropico.html>
- López, P. y Mcfield, E. 2013. Efectos de tres tipos de fertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) variedad NB6, en un invernadero no tradicional. [trabajo de grado Managua-Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.] Repositorio institucional <https://repositorio.una.edu.ni/2751/>
- López, M., WingChing, y Rojas, A. (2015). Valoración nutricional de ensilajes de corona de piña con adición de heno y urea. *Nutr. Anim. Trop.* 9(2):65-90. doi:10.15517/nat.v9i2.21605
- Luchini, L. & Wicky, G. (2014). Consideraciones sobre insumos utilizados en los alimentos para organismos acuáticos bajo cultivo. https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos//000000_Desarrollos%20Acu%C3%ADcolas/140213_Principales%20Insumos%20utilizados%20en%20los%20alimentos%20para%20organismos%20acuaticos.pdf
- Machado, R., Rodríguez, I. y Febles, G. (2008). Diapositiva. Botánica de las gramíneas. Instituto de Ciencia Animal, Estación de Pastos y Forrajes "Indio

Hatuey, Cuba. <https://es.scribd.com/doc/98035393/Botanica-de-La-Gramineas>

- Martínez, R., Tuero, R., Torres, V., Herrera, R. (2010). Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM – 22 y King grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(2). 189. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015662016.pdf>
- Martínez, R., Herrera, S., & Tuer, R. (2009). Hierba elefante. Variedades Cuba CT-115, Cuba CT-169 y Cuba OM-22 (*Pennisetum* Sp). *Revista ACP. Asociación Cubana de Producción Animal*.
- Maza, L., Vergara, O., y Paternina, E. (2011). Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) más yuca fresca (*Manihot esculenta*). *Rev. MVZ Córdoba* 16(2): 2528-2537. <https://www.redalyc.org/pdf/693/69322446011.pdf>
- Mühlbach, P. (2001). Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales. In *Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos: uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos*. FAO, Roma, ITA (p. 157-171). <http://www.fao.org/3/X8486S/x8486s0b.htm>
- Neumann, M., Oliboni, M., Oliveira, M. Faria, R., Ueno, L., Reinerh, & Durman, T. (2010). Chemicals additive used in silages. *Appl. Res. Agrotechol.* 3(2): 187-208. doi:10.5777/paet.v3i2.1155 <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1155>
- NRC (National resource Council). (2001). Nutrient requirements of dairy cattle, 7th revised ed. Washington, D.C. *national academy of science*. 381p. <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=EgWw2Kd9mb4C&oi=fnd&pg=PT16&dq=Nutrient+requirements+of+dairy+cattle&ots=pQCNIr8Ukm&sig=r53jKIWpN6-Q4NqTI7bH9CI50tE>
- Padilla, C., y Ayala, J. (2006). *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical, Capítulo 3, Plantación y establecimiento. ICA, Mayabeque. Cuba.
- Piñeiro, G., Gutiérrez, L., Rossi, V. (2004). Manual Práctico LactoSilo para lograr ensilados de alta calidad: Ensayo: na 63 efecto de la aplicación de un inoculante enzimático en la calidad nutricional y fermentativa: silaje de grano húmedo de sorgo. Unidad Integrada Fac. Cs. Ag. UNMdP-INTA EEA. Balcarce. INTA EEA Viedma, Rio Negro. <http://www.innocua.net/web/download-5520/manual-lactosilo.pdf>
- Ponce, M., y Bermeo M. (2011). Aprovechamiento de levadura recuperada de la fermentación en destilería. [Trabajo de grado Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil, Ecuador]. Repositorio institucional. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/16017>
- Quiroz, M. (2009). Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero. Universidad Cordoba.

<http://www.saber.ula.edu.ve/bitstream/handle/123456789/44847/capitulo13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rosas, M., & Terán, D. (2015). Obtención De Ácido Cítrico A Partir De Melaza O Cachaza, Mediante Fermentación Utilizando Cepa De *Aspergillus niger* ATCC 16888. [Trabajo de grado Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador]. Repositorio institucional <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4483>
- Schroeder, J. (2004). Silage Fermentation and preservation. North Dakota State University, North Dakota, USA URL disponible en: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1254w.htm>
- Solis, R. (2017). Efecto De La Adición De *Bacillus spp.* En Ensilaje De Maíz (*Zea mays*) Sobre La Cinética De Degradación Ruminal *in situ* Y Fermentación Ruminal *in vitro*. [Trabajo de grado Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Tungurahua, Ecuador]. Repositorio institucional <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26308>
- Trejo, O., Solis, J., y Vera, F. (2013). Producción De Tres Variedades De *Pennisetum purpureum* Fertilizadas Con Dos Diferentes Fuentes Nitrogenadas En Yucatán, MÉXICO. 2(2), 60-68. <http://revistabiociencias.uan.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/35/172>
- Trujillo, A., & Uriarte, G. (2010). Valor nutritivo de las pasturas. http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf
- Zavaleta, M., Soza, E., Pérez, J., y Góngora, D. (2013). Establecimiento de cultivos *Pennisetum*: una alternativa para la ganadería en Quintana Roo. <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4063>

ANEXOS

ANEXO 1. MANEJO DEL EXPERIMENTO



1-A. Preparación del terreno.



1-B. Corte del pasto.



1-C. Picado del pasto Cuba-22



1-D. Adición de los aditivos con el pasto Cuba-22.



1-E. Mezcla de los aditivos en el pasto picado y ensilaje

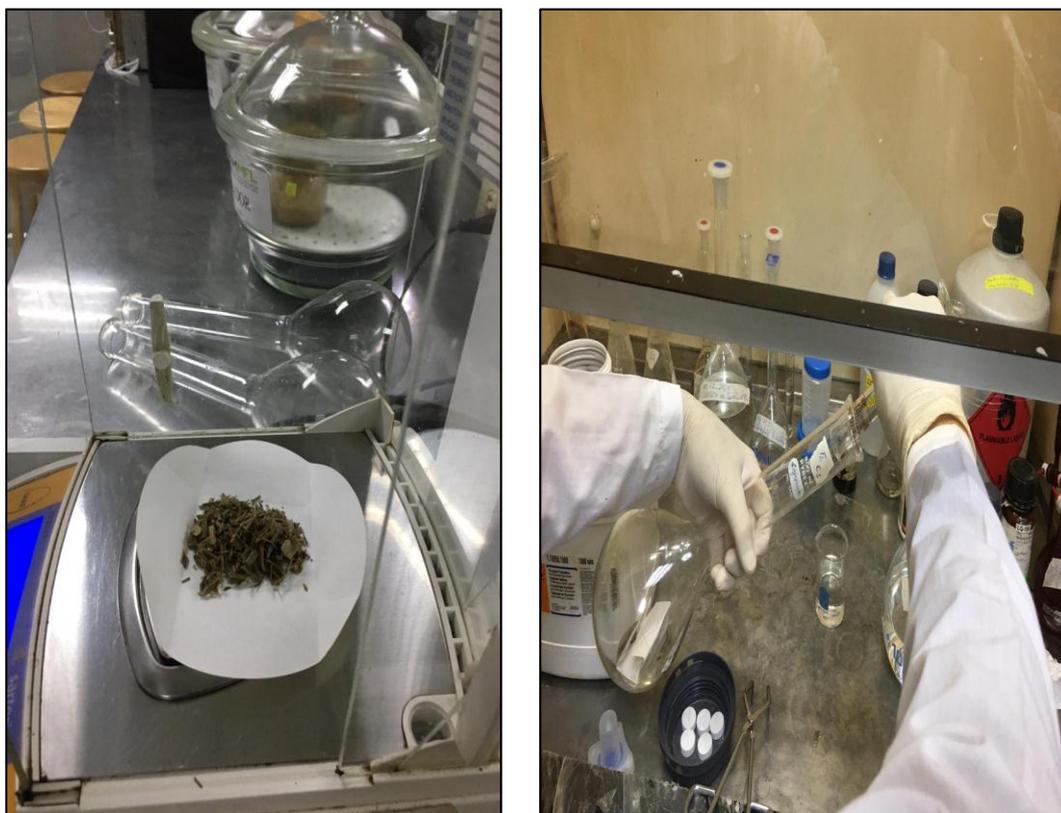
ANEXO 2. ANÁLISIS Y TOMA DE LAS MUESTRAS DE PASTO



2-A. Ensilaje a los 30 días, y secado natural del pasto



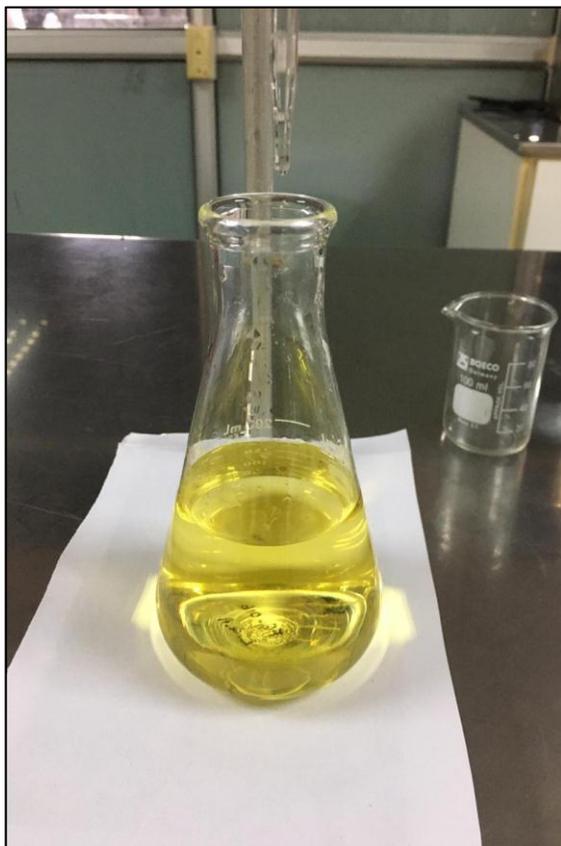
2-B. Toma de muestra del pasto ensilado



2-C. Proceso para los respectivos análisis.



2-D. Proceso para los análisis.



2-E. Análisis de Proteína.



2-F. Análisis de ceniza.



2-G. Análisis de Fibra.



2-H. Materia seca.