



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL
ENSILAJE DE PANCA DE MAÍZ CON DIFERENTES
ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Freddy Eduardo Espinoza Ortiz

LA LIBERTAD, 2023



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL
ENSILAJE DE PANCA DE MAÍZ CON DIFERENTES
ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Freddy Eduardo Espinoza Ortiz

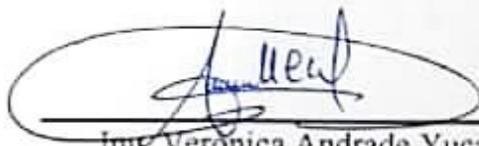
Tutora: Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D.

LA LIBERTAD, 2023

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **FREDDY EDUARDO ESPINOZA ORTIZ** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 03 / 03 / 2023 (Día, mes, año)



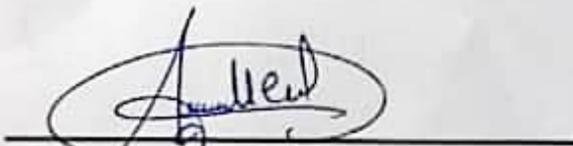
Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D.

**DIRECTORA DE CARRERA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



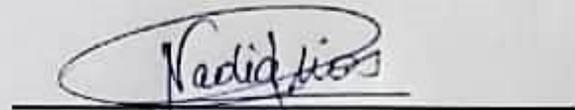
MVZ. Debbie Chávez García, MSc.

**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D.

**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.

**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Washington Perero Vera, MSc.

SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Facultad de Ciencias Agrarias de la UPSE, por confiar en mí, abirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Freddy E.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos

Freddy E.

RESUMEN

Se evaluó de la calidad nutricional del ensilaje de panca de maíz con diferentes aditivos en la provincia de Santa Elena. El ensayo se llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, bajo condiciones controladas donde se utilizó como base la panca de maíz (PM) de la variedad “Emblema” y rechazo de banano (RB). Para modelar los resultados se utilizó un Diseño Completamente al Azar, donde los tratamientos fueron los aditivos (Melaza, urea, suero de leche), con 4 repeticiones por tratamiento el número de unidades experimentales fue de 16 muestras, de 2 kg por cada tratamiento durante un periodo de 60 días, correspondientemente a los análisis bromatológicos y pruebas organolépticas. Los resultados bromatológicos de la panca de maíz mostraron que el mejor valor nutritivo en lo referente a Proteína 13.90 % y Extracto Etéreo 1.11% fue para el T2. El T2 (0.58) y T3 (0.55) poseen mayores niveles energéticos, por lo tanto, se necesita menos ensilaje para producir un kilogramo de carne. Por otra parte, el T2 no tiene buena relación benéfico costo, ya que evidencia una pérdida de 0.42 dólares por cada dólar invertido; el mejor tratamiento según la relación benéfico costo además de sus características organolépticas y calidad nutricional fue el T3, porque por cada dólar invertido el valor de la utilidad es de 1.61 dólares.

Palabras claves: Bromatología, dieta, estrato etéreo, metabolizable, organolépticas.

ABSTRACT

The nutritional quality of corn panca silage with different additives in the province of Santa Elena was evaluated. The trial was carried out in the Biotechnology laboratory of the Santa Elena Peninsula State University, under controlled conditions where the corn panca (PM) of the "Emblem" variety and banana rejection (RB) were obtained as a base. To model the results, a Completely Random Design was obtained, where the treatments were the additives (Molasses, urea, whey), with 4 repetitions per treatment, the number of experimental units was 16 samples, 2 kg for each treatment during a period of 60 days, corresponding to the bromatological analyzes and organoleptic tests. The bromatological results of the corn panca showed that the best nutritional value in terms of Protein 13.90% and Ethereal Extract 1.11% was for T2. T2 (0.58) and T3 (0.55) have higher energy levels, therefore less silage is needed to produce one kilogram of meat. On the other hand, Q2 does not have a good beneficial cost relationship, since it shows a loss of 0.42 dollars for each dollar invested; The best treatment according to the beneficial cost relationship, in addition to its organoleptic characteristics and nutritional quality, was T3, because for every dollar invested, the value of the utility is 1.61 dollars.

Keywords: Bromatology, diet, ethereal stratum, metabolizable, organoleptic.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL ENSILAJE DE PANCA DE MAÍZ CON DIFERENTES ADITIVOS EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA” y elaborado por **Freddy Eduardo Espinoza Ortiz** declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	3
Objetivos	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos	3
Hipótesis	3
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Generalidades de la ganadería bovina	4
1.2 Sistema de explotación ganadera	4
1.2.1 Generalidades	4
1.2.2 Sistemas extensivos	4
1.2.3 Sistemas intensivos.....	4
1.2.4 Sistema semi intensivo	5
1.3 Cultivo de maíz	5
1.4 Banano	7
1.4.1 Rechazo de Banano.....	7
1.5 Métodos de conservación de forrajes	8
1.6 Henificación	8
1.7 Ensilaje	8
1.8 Henolaje	9
1.9 Aditivos usados en la conservación de pasturas (suero de leche, melaza, banano verde, urea)	9
1.10 Calidad nutricional	12
1.11 Características organolépticas del ensilaje	13
1.12 Niveles de proteína en ensilajes	14
1.12.1 Proteína Cruda	14
1.12.2 Calcio y fosforo	15
1.12.3 Fibra cruda.....	17
1.12.4 Ceniza	17
1.12.5 Extracto libre de nitrógeno (ELN).....	17
1.12.6 Proteína bruta.....	17

1.12.7 Estrato etéreo	18
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1 Lugar de ensayo	18
2.2 Materiales	19
2.3 Características del material vegetativo.....	19
2.4 Tratamiento y diseño experimental	19
2.4.1 Tratamientos	19
2.4.2 Diseño experimental	20
2.5 Manejo del experimento.....	20
2.5.1 Variables de estudio.....	20
2.5.2 Energía metabolizable	22
2.5.3 Indicadores fisicoquímicos	22
2.5.4 Características organolépticas	22
2.5.5 Estimaciones energéticas	22
2.6 Análisis estadístico	23
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
3.1 Variables de importancia en la calidad del ensilaje	24
3.2 Calidad nutricional de los tratamientos por análisis bromatológicos.....	25
3.3 Estimaciones energéticas.....	27
3.4 Costo de producción de una funda de 40 kg ensilaje.....	28
3.5 Relación beneficio costo de los tratamientos	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
Conclusiones.....	30
Recomendaciones.....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química en base seca del suero de leche líquido, según varios autores	12
Tabla 2. Características organolépticas para la evaluación de la calidad de ensilajes	14
Tabla 3. Porcentaje de macronutrientes utilizados en la alimentación del ganado.	16
Tabla 4. Porcentaje de macronutrientes en pasturas y silos utilizados en la alimentación del ganado.	16
Tabla 5. Parámetros de calidad de un ensilaje de maíz.....	17
Tabla 6. Descripción de los tratamientos en estudio.....	19
Tabla 7. Criterios de valoración organoléptica para ensilaje de maíz	22
Tabla 8. Indicadores físicos del ensilaje	24
Tabla 9. Valor nutricional de las muestras de ensilaje PM y RB con aditivos (INIAP 2022).....	26
Tabla 10. Estimación energética de los tratamientos.....	27
Tabla 11. Costo de producción de ensilaje (presentación 40 kg)	28
Tabla 12. Predicción de la relación beneficio costo de los tratamientos	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Universidad Estatal Península de Santa Elena.....	18
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A.** Análisis bromatológico.
- Tabla 1A.** Datos organolépticos.
- Tabla 2A.** Coloración de cada tratamiento.
- Tabla 3A.** Datos de humedad de los tratamientos.
- Tabla 4A.** Temperatura de los tratamientos.
- Tabla 5A.** Datos de materia seca.
- Figura 2A.** Preparación del ensilaje.
- Figura 3A.** Ensilaje almacenado por tratamiento.
- Figura 4A.** Obtención de materia seca.
- Figura 5A.** Pesaje de ensilaje de cada tratamiento.
- Figura 6A.** Medición de la temperatura.

INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas, el crecimiento de las ciudades, la ampliación de la zona urbana, la reducción de las fronteras agrícolas, y la producción de alimentos, son motivos del crecimiento poblacional que viene observándose a nivel mundial, en donde se prevé que para el 2050 la población mundial aumente en unos 2 000 millones de personas (ONU, 2019). Este incremento poblacional exige al planeta más alimentos tal vez porque la tasa de crecimiento de nuestra población sea mayor a la de ciertas especies de animales de las cuales el humano se alimenta; el hombre también aprendió a cultivar y a domesticar especies paralelamente como cuando aprendí a pescar (Andrade, 2020).

La ganadería es una actividad generadora de alimentos y materiales para la industria, por ser surtidora de carne, leche y pieles; ya que con la domesticación, crianza y reproducción se consigue todo esto, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023). La contribución de la ganadería a la economía mundial, no solo se limita únicamente a la producción directa de alimentos, sino que también debe atribuirse la producción de pieles, fibras, estiércol (fertilizante o combustible), fuerza de tiro y acumulación de capital (Ortiz, 2018).

Galindo y Miguel (2021) indican que, el cambio climático que sufre el globo terráqueo y que tiene muchas alteraciones que aumentan la desertificación que se vive más acelerado en algunos países y regiones de las costas, y que pareciera que se expande día a día desertificando más zonas que hace varios años eran fértiles.

La producción de bovinos es considerada la ganadería mayor, no solo por el tamaño de los animales, sino también por los volúmenes de productos y sub productos que de ella se obtienen; proporcional a esto también es la demanda de pastos y forrajes, que debido a poseer la alimentación más barata del planeta, esta se requiere en mayores volúmenes, a tal punto que años atrás se necesitaba más de una hectárea para sostener a una unidad bovina adulta; condición que está cambiando debido a la escases de recurso suelo y al encarecimiento de la tierra agrícola, es por ello que cada vez se pretende ser más productivos en la misma superficie (Avendaño y Garza, 2017).

León, Bonifaz y Gutiérrez (2018) manifiestan que las pasturas y los forrajes siempre han sido y seguirán siendo una fuente importante de alimentación, y de nutrientes, para todos los

animales herbívoros en vida libre o explotada a cielo abierto. Convirtiéndose está, en la fuente de alimentación más barata para la diversidad de animal de interés para el hombre; a nivel Ecuador es muy diverso el recurso forrajero que se tiene, y es en cada región la predominancia de algunos es marcada, masificación que se ha generado por la intervención humana según sus necesidades (Motta, Ocaña y Rojas, 2019).

Existen lugares donde las características climáticas imposibilitan la permanencia de pasturas en todo el año, ya que el régimen de precipitaciones es limitado a unos pocos meses del año; es así como Santa Elena es la provincia con menores precipitaciones (Vera, 2016), por tal razón la ganadería de esta localidad presenta serios problemas, quedándoles como única opción a los ganaderos liberar sus animales y que estos recorran grandes distancias para adquirir alimentos; el desgaste energético de esas caminatas repercute sobre los rendimientos productivos y la condición corporal del animal (Gaona, Morales y Espinoza, 2020).

Cuando la ganadería bovina se ve afectada por la baja producción de pasturas en ciertas épocas del año, el ganadero se ve forzado a la conservación de especies forrajeras, para poder soportar los periodos de escases; hoy en día son varias las técnicas de conservación (Ensilaje y henificación) y así mismo es diverso el uso de aditivos que incidan positivamente sobre la calidad nutricional, física, organoléptica y de conservación de las materias primas; cada vez se investigan nuevos aditivos y mezclas forrajeras y así como también subproductos de cosechas, que puedan ser utilizadas en alimentación animal (León, Bonifaz y Gutiérrez, 2018).

A pesar de poseer un bajo régimen de precipitaciones, para el desarrollo de pastos y forrajes, los productores de la zona de Santa Elena realizan cultivos diversos en los que destaca el maíz, el cual es comercializado en grano seco y en choclo, siendo este último una fuente de forraje verde para los rumiantes, debido a que después de la cosecha queda la planta aun verde; actualmente se puede observar que los pequeños ganaderos están aprovechando este residuo de cosecha para la oferta directa o para la conservación en forma de ensilaje, que es elaborado solo con la panca picada y llenada al vacío en fundas. Pensando en el principio de conservación de ensilajes, el presente proyecto plantea medir la calidad del ensilaje de panca de maíz sometido a las acciones de diferentes aditivos y el aporte económico que este brindaría a los ganaderos locales.

Problema Científico

¿La inclusión de aditivos mejorará la calidad nutricional del ensilaje de panca de maíz y rechazo de banano, elevando los niveles energéticos en las dietas del ganado bovino con una buena relación beneficio costo?

Objetivos

Objetivo General

- ✓ Evaluar la calidad nutricional y organoléptica del ensilaje de panca de maíz y rechazo de banano con diferentes aditivos para mejorar el valor nutricional para la alimentación animal.

Objetivos Específicos

- ✓ Evaluar el efecto de los aditivos sobre las características organolépticas del ensilaje de panca de maíz y rechazo de banano.
- ✓ Identificar la calidad nutricional de la incorporación de diferentes aditivos en el proceso de conservación de panca de maíz y rechazo de banano.
- ✓ Evaluar la relación beneficio costo de la inclusión de aditivos en el proceso de conservación de panca de maíz y rechazo de banano.

Hipótesis

Con la inclusión de aditivos se mejorará la calidad nutricional y las características organolépticas del ensilaje de panca de maíz y rechazo de banano para una dieta del ganado bovino con una favorable relación beneficio costo.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Generalidades de la ganadería bovina

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2017) manifiesta que, en Ecuador, la ganadería Bovina se encuentra distribuida en la región del litoral o costa (36.7%) y Amazonia u Oriente (12.3%) con una amplia producción cárnica. A nivel mundial la ganadería es una actividad multifuncional importante en la economía de las personas del campo y ocupa la mayor parte del uso de las tierras agrícolas (Chamba, Bermeo y Sarango, 2020).

En el Ecuador, el ganado bovino posee una superficie aproximada de 4.6 millones de animales, distribuida en tres tipos de ganado, con la mayor producción para el doble propósito con un 69%, seguido de la producción cárnica con un 19.2% y la producción de leche con 11.8% (Rosero y García, 2014).

1.2 Sistema de explotación ganadera

1.2.1 Generalidades

Los sistemas de explotación en ganado bovino se caracterizan por el método de alimentación que se le puede brindar; existen dos aspectos que se puede tomar en cuenta al momento de implementar una explotación bovina estas pueden ser: energía animal mediante la obtención del producto final y el otro es el recurso económico (Mendoza y Ricalde, 2016).

La explotación bovina en la provincia de Santa Elena tiene una superficie de 10 mil cabezas de ganado ocupando solo el 0.23% del territorio ecuatoriano (Rosero y García, 2014).

1.2.2 Sistemas extensivos

Según Bellido et al. (2017), los sistemas extensivos de producción animal se basan en la utilización de especies ganaderas de interés zootécnico capaces de aprovechar eficazmente los recursos naturales mediante el pastoreo; en general estas especies ganaderas están adaptadas a los factores limitantes y ecológicos del medio en el que se desarrollan.

1.2.3 Sistemas intensivos

Los sistemas de explotación intensivos los animales son alimentados con una proporción elevada de concentrados, el crecimiento del ganado es rápido y los animales están listos para la venta aproximadamente a los 15 meses además las necesidades nutricionales de los

diferentes tipos de ganado son diversas por lo que distinguen necesidades de mantenimiento y de producción de carne, crías y animales de trabajo (Reyes, 2017).

1.2.4 Sistema semi intensivo

La ganadería semi intensiva posee una alimentación que se basa en pastoreo y suplementación con alimentos concentrados; es un sistema intermedio entre extensivo e intensivo, en la que, con la implementación de innovaciones tecnológicas, algo de administración y de infraestructura productiva (alambradas, corrales y aguadas), se realiza adecuadamente el manejo del hato, manejo de pastizales, la genética y el manejo sanitario (Cajeras *et al.*, 2017).

La producción de carne requiere un manejo técnico que permita que los animales provean carne magra, otros factores que hay que considerar en los sistemas de producción bovina es el clima, ya que de ella depende en gran parte de crecimiento de pasto (Rubio, 2018).

Las mejores especies forrajeras son las que el productor tiene en su finca. Sin embargo, no se deben descartar especies mejoradas que de manera gradual se deben incorporar al sistema de producción para evaluar su comportamiento agronómico, productivo, de calidad nutricional y de respuesta animal (Arciniegas y Flórez, 2018).

1.3 Cultivo de maíz

El maíz (*Zea mays*), es una planta anual, monoica capaz de reproducirse por sí sola, de raíz fibrosa, tallo cilíndrico, macizo y nudoso, las hojas alternas, envainantes, sus inflorescencias masculinas y femeninas se encuentran en la misma planta; su rápido crecimiento le permite alcanzar los 2.5 m de altura en promedio, con un tallo erguido, rígido y sólido, a su vez el tallo está compuesto por tres capas, una epidermis exterior, impermeable y transparente por donde circulan las sustancias alimenticias y una médula de tejido esponjoso y blanco donde almacena reservas alimenticias, en especial azúcares (Casañas, 2018).

La producción del maíz, se destina básicamente mayormente a la producción nacional por la incidencia social que este representa, mientras, un porcentaje es exportado, con destino a países como Colombia, Italia y España con 28163.10 TM (Barahona, 2016).

El Ecuador produce en mayor porcentaje dos tipos de maíz entre los cuales tenemos: maíz amarillo suave fresco y seco y maíz amarillo duro; el primero es utilizado principalmente para uso industrial dirigido principalmente para consumo humano, mientras, que el maíz

duro es empleado para la producción de balanceados dirigida a la alimentación animal (Cepeda, 2019).

1.3.1 Valor nutricional del maíz

El grano tiene valores relativamente altos de hidratos de carbono, por lo cual es un alimento energético que proporciona fuerza y calor organismo; esta energía proviene de los polisacáridos, especialmente el almidón que ocupa una buena parte del grano (Villarreal et al., 2018). Los valores de vitaminas y minerales son moderados; el contenido de proteínas es regular y su distribución en las distintas partes del grano es diferente, la cubierta casi no tiene proteína, el endospermo es la parte más rica de este elemento (Fernández, 2019).

La planta de maíz produce, en promedio, más materia seca y nutrimentos digestibles por unidad de superficie que otros forrajes. En climas templados es comúnmente usado para hacer ensilaje. En síntesis, desde el punto de vista nutricional, el maíz es un alimento energético muy valioso en la alimentación animal (Izquierdo, 2012).

1.3.2 Panca de maíz

Se denomina panca de maíz (PM), a la planta de maíz maduro (seca) del que se le han sacado las mazorcas. Este forraje es de gran valor celulolítico para los vacunos, especialmente si se usa picado y rociado con melaza diluida en agua. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que es un recurso fibroso, con bajo contenido de proteínas y aportes limitados de energía. Al cosechar el rastrojo de maíz, éste puede incluirse en raciones con niveles hasta el 20 y 60% (Olmeda, 2019).

La mayor concentración de azúcares disponible en el rastrojo de maíz se encuentra localizada en el tallo de la planta cuando está en etapa de floración (Álvarez-Solís *et al.*, 2016). En la etapa de madurez, estos azúcares son metabolizados por los microorganismos de la planta dejando sólo la pared celular, de esta forma las paredes celulares del tallo parecen ser menos digestibles que las paredes celulares de las hojas (Macías, 2015).

La PM se puede ofrecer en forma picada, con el fin de disminuir el rechazo de los animales y en este caso puede incluirse en niveles de 20-30% en raciones de vacas lecheras que produzcan 18-20 l/día, teniendo la ventaja de aportar la fibra necesaria para el funcionamiento del rumen y materia grasa de la leche, especialmente cuando las vacas reciben cantidades altas de concentrado (Gomez *et al.*, 2014).

1.3.3 Especies forrajeras nativas de Santa Elena

En un estudio sobre “La caracterización de los sistemas productivos de ganado caprino de Santa Elena”, determinaron que son 10 las especies que frecuentan la provincia y que son consumidas no solo por cabras, sino también como los bovinos, pudiendo decir que son estos recursos filogenéticos, los que sostienen la ganadería tanto bovina como caprina; y que entre ellas destacan: muyuyo, cascol, niguito, algarrobo, verdolaga, seca, pasto natural y bejuco de camote (Villacres, Maldonado y Chávez, 2017).

1.4 Banano

El bananero es una planta de crecimiento rápido de 3-5 m de altura, que tiene un tallo herbáceo. Los frutos crecen en racimos, cada uno de los cuales contiene unos 200 bananos (Capa, Alaña y Benítez, 2016).

Las hojas del banano pueden utilizarse como pienso de emergencia para los rumiantes; pero, debido a la presencia de taninos, la digestibilidad disminuirá poco a poco a medida que se aumenta en la ración la cantidad de hojas de banano (Díaz, 2022).

1.4.1 Rechazo de Banano

En el Ecuador un problema muy serio es la escasez de áreas para pastar el ganado bovino, durante el periodo poco lluvioso, los animales se alimentan con recursos de bajo valor nutritivo, poco palatable, bajo contenido de nitrógeno y consecuentemente provoca un bajo consumo. Sin embargo, un manejo adecuado de los desechos y subproductos agroindustriales, que se producen de forma abundante durante la época de menores precipitaciones, asume un papel muy importante para resolver los problemas de alimentación animal (Rojas, 2018).

El banano es el principal producto agrícola de exportación del Ecuador, debido a las exigencias del mercado internacional, se presenta una gran cantidad de productos rechazados; una parte del rechazo abastece el consumo interno, otra mínima parte es utilizada para la alimentación del sector pecuario, en los sistemas de producción de bovinos para carne y leche (Rojas, 2018).

1.5 Métodos de conservación de forrajes

Se debe tener en cuenta el método de conservación a utilizar, que será totalmente independiente a las condiciones climáticas del lugar y la materia que se conservará; por presentar los forrajes una serie de características como: estructura, contenido de azúcares, contenido de materia seca, capacidad tampón (Prado y Franco, 2006).

- ✓ **Henificación:** proceso en el cual el pasto, forraje o especie a conservar se cortará a la edad donde la relación de los nutrientes sea la mejor para el animal, después de 2 a 3 días donde la humedad se reduce entre 70 a 90%, permitiendo de esta forma una conservación segura por un largo periodo de tiempo.
- ✓ **Ensilaje:** conservación en condiciones anaerobias, que pretenden conservar con humedad de 70%, aumentando la calidad forrajera al evitar pérdidas de nutrientes en el proceso de conservación.

La importancia de la conservación de forrajes radica en que este mecanismo permite aprovechar al máximo el recurso forrajero, ya que el material a conservar es cortado con su mayor grado de madurez evitando tener en el campo un material que con el pasar de los días su calidad desmejora (Franco, Calero y Ávila, 2007).

1.6 Henificación

La henificación es un método de conservación de forraje seco producido por una rápida evaporación del agua contenida en los tejidos de la planta; esta humedad debe estar siempre por debajo del 20% y se estabiliza alrededor del 15% durante el almacenaje; si bien los procesos de producción en la confección del heno son de vital importancia, la calidad potencial del mismo estará determinada por la pastura que le dé origen (Cattani, 2011).

1.7 Ensilaje

El ensilaje es un método de conservación de forraje o subproducto agrícolas con un alto contenido de humedad de (60 a 70%), mediante la compactación, alta densidad de energía deber ser cosechado en la etapa de madurez adecuada y con el contenido de materia seca (MS), tomar las decisiones correctas respecto a la altura de corte, longitud de corte y procesamiento del grano (Nestares, 2021).

El ensilaje es la descomposición de los hidratos de carbonos solubles que se encuentran en el pasto, esto se da a través de las bacterias que producen ácido láctico; el resultado final es el mantenimiento del alimento debido a que la acidificación del medio impide el crecimiento

de microorganismos, en cambio la existencia de oxígeno es desventajoso por que habilita el desarrollo de los microorganismos aeróbicos degradando el pasto ensilado (Solís, 2017).

El ensilaje es una manera de conservar el pasto con el que se alimenta a los animales de producción, ya sea para el ganado de engorde o ganado lechero; así mismo, esto es una técnica que expone al pasto a diversos factores que logran reducir su valor nutricional, como por ejemplo: la longitud del corte del pasto, el estado de madurez, la densidad del material, la tasa de llenado, el sellado del silo y por último las condiciones climáticas donde se realiza el ensilaje (Rodríguez, 2015).

Por otro lado, el ensilaje es todo material vegetativo conservado mediante acidificación directa o por fermentación, donde se pueden utilizar diferentes aditivos ácidos ya sean orgánicos e inorgánicos, los mismos autores también señalan que el ensilaje mediante fermentación es un procedimiento natural en el cual se produce un nivel de acidez, esto se da debido a la participación de los microorganismos que se encuentran en la masa ensilada; el proceso del ensilado sirve para preservar el alimento y poder abastecer a los animales en las épocas de escasez, manteniendo su calidad a menor costo sustituyendo o complementando otros tipos de alimentos (Faubla y Ponce, 2016).

1.8 Henolaje

El henolaje es una manera de conservar el pasto, donde se corta y se realiza un pre secado por un tiempo estimado hasta que este alcance más o menos el 50% de materia seca (León, Bonifaz y Gutiérrez, 2018).

1.9 Aditivos usados en la conservación de pasturas (suero de leche, melaza, banano verde, urea)

1.9.1 Banano verde

El empleo de estas musáceas dentro de la alimentación del ganado es estudiado extensamente, debido a que varias investigaciones revelan información sobre el uso de frutos verdes o maduros, las cáscaras e incluso el pseudotallo de la planta; la utilización de esta fruta con la mezcla de pastos tropicales nos ayuda a aumentar el contenido de energía en las diferentes dietas de los animales de producción (López, Rojas y Zumbado, 2017).

Por otro lado, en la caracterización microbiana y fermentativa de ensilaje de maíz forrajero con la inclusión de cáscara de plátano en un 25, 50, 75 y 100%, concluyó que su tratamiento que consistía 100% ensilaje de maíz obtuvo un promedio bajo en el análisis microbiológico con respecto a hongos y levaduras, mientras que el tratamiento que contenía 75% cáscara de plátano obtuvo el promedio más alto en hongos siendo este de 4.41 UFC mL⁻¹ (Olvera, 2019).

1.9.2 Melaza

La melaza es un aditivo catalogado como energético por ser una fuente rica en hidratos de carbono solubles, los cuales facilitan al incremento de microorganismos necesarios para la fermentación láctica; esta fermentación se da debido a que estos carbohidratos no se cristalizan para formarse en sacarosa, por otro lado, la melaza es muy apetecible por el ganado y así mismo contribuye a que la digestibilidad del pasto no se vea perjudicado por el procesamiento del ensilado, además, uno de los beneficios del uso de este aditivo es que se fermenta con gran facilidad y se puede emplear de manera diluida o pura (Granados, 2010).

Araiza et al. (2015), en su estudio sobre la calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz complementados con manzana y melaza en 0.5 y 10%, concluyeron que el pH disminuye con manzana a menos de 3.60 pero incrementa con la adición de melaza de 0.03 a 0.07 unidades; el contenido de materia seca del ensilado incrementa con la adición de melaza y se reduce a medida que se aumenta la proporción de manzana; los mayores valores de materia seca se obtuvieron con la proporción 75% de maíz, 25% de manzana y 10% de melaza.

1.9.3 Urea

La urea es un tipo de aditivo empleado para aumentar los niveles de proteínas en los ensilajes, especialmente cuando se usan gramíneas, las mismas que se caracterizan por poseer pocos niveles de proteínas en su biomasa; lo que la urea hace es reforzar el contenido de PB elevando el contenido proteico y mejorando la estabilidad aerobia del ensilaje, por otro lado, la urea en el ensilaje se descompone en dióxido de carbono y amoníaco para después mezclarse con el ácido láctico y acético produciendo sales que contienen (NH₃) y cuando estas sales son consumidas por los animales, los microorganismos que se encuentran en el rumen van formando los aminoácidos que después serán transformados y metabolizados en el organismo (Rodríguez *et al.*, 2014).

Sánchez (2021), en su estudio realizado sobre el efecto de la inclusión de urea sobre la composición nutricional y microbiología del ensilado de rastrojo de maíz, el cual consistió de cuatro de tratamientos adicionando el 0, 1, 2 y 3% de urea a una mezcla de rastrojo de maíz con el 10% de melaza, realizando la apertura de los silos a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días; donde se determinó el contenido de materia seca, materia orgánica y proteína bruta mediante el análisis de los residuos con el método Kjeldhal, concluyó que el mejor comportamiento del ensilaje se observó a los 35 días de fermentación, existió diferencias significativas para todas las variables menos para la variable materia orgánica, con la inclusión de los niveles de urea se aumentó linealmente la degradabilidad de la MS y la PB; esto se dio por un aumento de las fracciones solubles y potencialmente degradable de la misma.

Al evaluar diferentes niveles de urea en la conservación de pasto cuba, sobre el método de ensilaje, determinó que a medida que los niveles de urea adicionada aumentaban en el ensilaje, aumentaba la calidad de la proteína, condición que no ocurría con respecto a la fibra detergente neutra, que tendía a la baja (Jaramillo, 2018).

1.9.4 Suero de leche

Este es un subproducto de la industria quesera donde se utiliza una parte de la leche luego del proceso de cuajado, el suero se caracteriza por adquirir un color amarillo verdoso, posee un sabor poco ácido y muy agradable, es turbio y termosensible, sin embargo, en la actualidad esta fuente energética es empleada en diferentes áreas industriales e integrado en las dietas alimenticias de diferentes animales como: cerdos y gallinas, para así disminuir costos en la alimentación, por otra parte también es utilizada como medio de cultivo para la producción de levaduras y estos se suman a la proteína de alto valor biológico (Granados, 2010).

A continuación, se muestra la composición química del suero de leche según varios autores (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química en base seca del suero de leche líquido, según varios autores.

Componente	Cambronero (1996)		Ledesma (1984)	Promedio
	Dulce	Ácido		
pH	5.9 – 6.3	4.4 – 4.8	7.00	5.68
Sólidos totales (%)	6.30	6.50	5.41	6.07
Humedad (%)	93.70	93.50	94.59	93.93
Materia seca (%)	6.30	6.50	5.41	6.07
Grasa (%)	0.50	0.40	0.20	0.37
Proteína total (%)	0.80	0.75	0.84	0.80
Lactosa (%)	4.85	4.90	4.75	4.83
Minerales (%)	0.50	0.80	-	0.65
Ácido láctico (%)	0.05	0.40	1.50	0.65
Cenizas (%)	-	-	0.58	0.58

Fuente: Granados (2010).

Aguirre et al. (2015), en un estudio realizado, evaluaron la degradabilidad de ensilaje de praderas compuestas por leguminosas y gramíneas en diferentes proporciones, utilizando lacto suero en un 2, 5 y 10% con 25% de melaza, donde concluyeron que entre los tratados con lacto suero el mayor valor de degradabilidad efectiva lo presentó el ensilaje con la inclusión de lacto suero al 10%.

1.10 Calidad nutricional

La alimentación de bovinos de carne o de leche es muy importante conocer la composición química de las materias primas con las que se esté formulando la dieta para los animales, ya que pudiendo tener la misma variedad de forraje o pastizal, la calidad de esta se va a ver influenciada por muchos factores como: época del año, fertilidad del suelo, fertilidad aportada, madurez fisiológica, época de corte; este autor asegura que para conocer los valores de la composición química es necesario un análisis proximal de los alimentos también conocidos como análisis bromatológico (Meneses, 2020).

Son muchas las materias primas que se utilizan a nivel mundial para alimentar animales, pero que es preferible utilizar las propias de la zona, no solo por el bajo costo, sino también por la facilidad al momento de su adquisición; destaca conocer su bromatología antes de ser utilizada en animales, así como también su porcentaje de inclusión (Tomalá, 2021).

Villón (2019), en un estudio donde cultivó dos variedades de maíz en dos fincas diferentes pero en igual época, con la finalidad de producir ensilaje y medir variables como altura de planta, edad al corte, producción de biomasa por hectárea, proteína y materia seca, concluyo que 70 días son los ideales para cosechar el maíz para ser más idónea su conservación tipo ensilaje, porque a esta edad, presenta el mayor rendimiento de biomasa por ha y a su vez las características nutricionales son las más adecuadas para los rumiantes.

Los análisis bromatológicos realizados a la panca de maíz, dieron como resultados: La amonificación aumentó significativamente el contenido de Proteína Bruta con respecto al control. La Fibra Bruta fue menor en el control. El Extracto Etéreo y las cenizas en Base Húmeda no difirieron entre tratamientos, pero si con el control. La Fibra Neutra Detergente y Fibra Acida Detergente disminuyeron con el tiempo de amonificación. El tratamiento mejoró la composición nutritiva de la panca de maíz, en tanto que los tiempos de amonificación de 28 y 35 días tuvieron los mejores resultados (Ponce y Romero, 2015).

1.11 Características organolépticas del ensilaje.

Un ensilaje de buena calidad debe tener: buen color (amarillo o verduzco), buen olor (avinagrado), textura (no babosa) y un pH de 4.2 o menor, a continuación, se muestran algunas características organolépticas para la evaluación de la calidad de ensilajes según Carpio, (2018) (Tabla 2).

Tabla 2. Características organolépticas para la evaluación de la calidad de ensilajes

Indicador	Excelente	Buena	regular	Mala
Color	Verde Aceituna Amarillo oscuro	Verde amarillento Tallos con tonalidad más pálida que las hojas	Verde oscuro	Marrón oscuro, casi negro o negro
Olor	A miel o azucarado de fruta madura	Agradable con ligero olor a vinagre	Fuerte ácido olor a vinagre, (ácido butírico)	Desagradable, a mantequilla rancia
Textura	Conserva sus contornos continuos	Igual a anterior	Se separan las hojas fácilmente de los tallos tienden a ser transparentes y los vasos venosos muy amarillos	No se observa diferencia entre tallos y hojas. Es más amorfa y jabonosa. Al tacto es húmeda y brillante

Fuente: Carpio, (2018).

De igual manera, el ensilaje de excelente calidad debe tener las siguientes características (Quintero, 2019):

- ✓ **Olor:** Agradable a tabaco ánfora, fruta madura
- ✓ **Color:** Verde Oliva (aceituna) o café claro
- ✓ **Textura:** Contornos definidos, se aprecian sus vellosidades si las tenía el forraje original, las hojas permaneces unidad a los tallos, se observan todas las partes de las plantas
- ✓ **Humedad:** No humedece las manos al ser comprimido dentro del puño, con una presión normal se mantiene suelto el ensilaje
- ✓ **pH:** Se considera que cuando un ensilaje alcanza valores inferiores a 4.2 se ha logrado su estabilidad fermentativa.

1.12 Niveles de proteína en ensilajes

1.12.1 Proteína Cruda

Según Molina (2015), la proteína cruda es el porcentaje de proteína que puede contener un alimento, el cual se obtiene a través de un análisis químico, por otro lado, la proteína es de gran importancia en el organismo especialmente para animales en etapa de crecimiento y producción, de tal manera que la presencia de proteína en los pastos es indispensable para los animales jóvenes.

La calidad de los pastos tropicales se reduce debido a que estos están adaptados a zonas geográficas con noches largas, donde los hidratos de carbonos solubles se oxidan produciendo una conexión baja entre la proteína degradable y los carbohidratos; reduciendo la síntesis de proteína microbiana en los animales que consumen este tipo de pastos tropicales, es por esta razón, que la demanda de proteína cruda para la microflora ruminal de un ganado bovino es del 7% (Molina, 2015).

El ensilaje de maíz es un material importante para la suplementación de los animales y que, en términos de calidad nutricional, específicamente sobre la proteína cruda, el ensilaje de maíz está alrededor de un 8-9% de proteína si el productor tiene buenas prácticas agronómicas de manejo (Ramírez, 2016).

Por su costo es este el nutriente más importante en la dieta en una operación comercial; su adecuada evaluación permite controlar la calidad de los insumos proteicos que están siendo adquiridos o del alimento que se está suministrando. Su análisis se efectúa mediante el método no extractivo llamado Kjeldahl, mismo que evalúa el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio.

1.12.2 Calcio y fósforo

La relación que existe entre el fósforo y el calcio tiene una gran importancia en la alimentación de los animales, sin embargo, el uso de calcio y fósforo en las dietas como un indicador de eficiencia, nos ha traído muchas confusiones que beneficios, debido a que el aumento de las proporciones de calcio varía con las concentraciones de fósforo y su uso no ayuda a abarcar la interrelación entre ambos; algunos estudios manifiestan que esta relación no tiene un significado en especial siempre cuando el ganado bovino reciba suficiente calcio y fósforo con una adecuada suplementación de vitaminas D. A continuación, se muestran algunos porcentajes de macronutrientes que se utilizan en la alimentación del ganado Tabla 3 y Tabla 4 (Carpio, 2018).

Tabla 3. Porcentaje de macronutrientes utilizados en la alimentación del ganado.

Grano	Ca%	Mg%	P%	K%	Na%	PC%
Maíz	0.02	0.13	0.35	0.37	0.02	10.1
Sorgo	0.04	0.18	0.34	0.40	0.01	10.1
Trigo	0.04	0.16	0.42	0.42	0.05	16.0
Triticale	0.06	-	0.33	0.40	-	17.6
Avena	0.07	0.14	0.38	0.44	0.08	13.3
A. Arroz	0.08	1.04	1.70	1.92	0.04	14.1
A. Trigo	0.13	0.60	1.38	1.56	0.04	17.1
Soja Pellet	0.29	0.28	0.68	1.9	0.03	47.7
Alfalfa	1.43	0.31	0.38	0.44	0.10	17.7
Requerimiento de un novillo	0.25	0.15	0.20	0.60	0.06	10.0

PC: Proteína cruda.

Tabla 4. Porcentaje de macronutrientes en pasturas y silos utilizados en la alimentación del ganado.

Pastura	Ca%	Mg%	P%	K%	Na%	PC%
Maíz en planta	0.15	0.22	0.14	0.97	0.031	7.8
Silaje de maíz	0.22	0.19	0.16	1.38	0.019	10.0
Silaje de sorgo	0.24	0.16	0.12	0.47	0.009	7.2
Avena verde	0.30	0.30	0.16	3.67	0.11	11.7
Sorgo forrajero	0.32	0.29	0.22	3.65	0.017	15.0
Rye Grass Tama	0.32	0.26	0.17	3.88	0.152	13.8
Heno de gramíneas	0.41	0.18	0.16	2.24	0.039	-
Past. Graminosas	0.56	0.23	0.19	2.48	0.086	-
Silaje gramíneos	0.57	0.24	0.17	2.82	0.092	-
Pangola	0.30	0.14	0.17	1.07	0.236	7.2
Setaria	0.32	0.16	0.22	3.01	0.266	8.8

Los análisis de bromatología en los ensilajes presentan varios parámetros los cuales indican su valor nutritivo, en la siguiente tabla se detallan algunos indicadores que se deben considerar a la hora de evaluar la calidad nutricional de un ensilaje de maíz (Demagnet y Canales, 2020) (Tabla 5).

Tabla 5. Parámetros de calidad de un ensilaje de maíz

Parámetro %	Nivel esperado en el ensilaje
Materia seca	33 - 35
pH	4.0 - 4.2
N amoniacal	< 5
FDN	35 - 40
EM (Mcal/kg)	2.80 - 3.20
Digestibilidad de FDN	65 - 75
Contenido de almidón	35 - 40
Digestibilidad del almidón	80 - 85

Fuente: Demanet y Canales, (2020).

1.12.3 Fibra cruda

Se entiende por fibra cruda a todas aquellas sustancias orgánicas no nitrogenadas, que no se disuelven tras hidrólisis sucesivas; una en medio ácido y otra en medio alcalino. El principal componente de la FC es la celulosa (90%), hemicelulosas y lignina. Estos componentes, conforman en su mayoría la fracción insoluble de la fibra (García, Infante y Rivera, 2008).

1.12.4 Ceniza

Las cenizas o minerales son sales y óxidos de los diferentes elementos químicos. Es con base en esos elementos, que en el lenguaje de la producción animal, se nombra y se conoce a los minerales (Pulido, Borrás y Rodríguez, 2016).

1.12.5 Extracto libre de nitrógeno (ELN)

El ELN es una mezcla de almidones y azúcares de la muestra más algo de hemicelulosa y lignina, puede contener además vitaminas hidrosolubles, no obstante, la mayor parte del ELN, se compone de almidón y azúcares (alto valor energético). Por las dificultades que presentan aislar analíticamente los distintos compuestos que forman el ELN (Terrazas *et al.*, 2010).

1.12.6 Proteína bruta

Las proteínas cuyo contenido contempla mayores cantidades de aminoácidos esenciales son aquellas que presentan mejores resultados de desempeño de los animales. Así mismo la función de las proteínas alimentarias es proporcionar los aminoácidos necesarios para el mantenimiento, el desarrollo muscular y la síntesis de proteína adquirida en derivados al uso animal (Vega, 2020).

1.12.7 Estrato etéreo

Estrato etéreo o grasa bruta, es el conjunto de sustancias de un alimento que se extraen con Éter Etílico (es decir esteres de los ácidos grasos, fosfolípidos, lecitinas, esteroides, ceras, ácidos grasos libres, etc.). Formado por lípidos y otras sustancias que no lo son, pero que tienen con ellos el carácter físico común de ser solubles en ciertos solventes de las grasas (Guachamín, 2014).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ensayo

El experimento se realizó bajo condiciones controladas en el laboratorio de Biotecnología perteneciente al Instituto de Investigaciones Científica y Desarrollo Tecnológico perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena. Sus coordenadas geográficas son $X = 513576$ $Y = 9753158$, y con 36 metros sobre el nivel del mar; con respecto al clima tropical árido, con un período cálido y relativamente lluvioso de enero a abril, y un período seco y más fresco de junio a noviembre, mientras que mayo y diciembre son meses de transición, la temperatura generalmente varía de 17 a 28 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 30 °C, como se observar en la Figura 1.

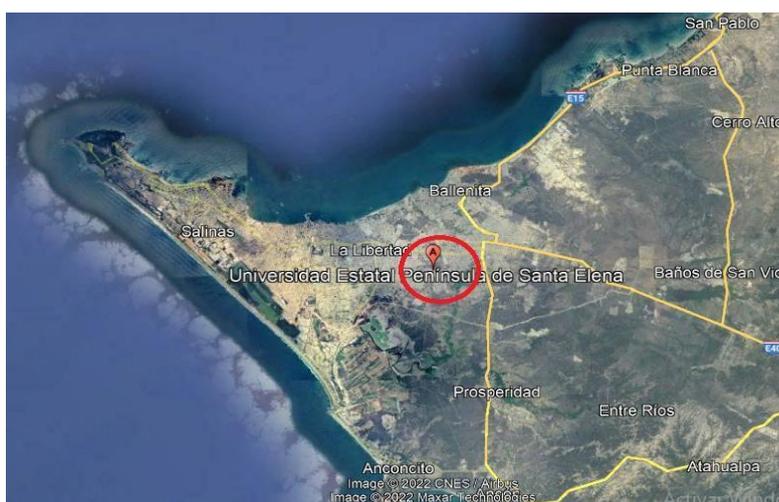


Figura 1. Universidad Estatal Península de Santa Elena
Fuente: INMHI 2022

2.2 Materiales

- ✓ Panca de maíz
- ✓ Fundas de ensilaje
- ✓ Piolas de amarre
- ✓ Báscula
- ✓ Picadora de pasto
- ✓ Aditivos
- ✓ Bomba de mochila
- ✓ Machetes
- ✓ Camioneta
- ✓ Análisis proximal

2.3 Características del material vegetativo

La panca de maíz (PM) provinieron de un cultivo de maíz, variedad Emblema de semilla certificada, sembrado en un suelo franco arenoso y con tecnología de riego localizado por goteo en una densidad de siembra de 60 000 plantas por ha, siguieron un plan fitosanitario y de fertilización acorde al monitoreo de plaga y análisis de suelo respectivamente. A este cultivo se le retiro las mazorcas para su venta en choclo y el restante se utilizó para la elaboración del ensilaje.

El rechazo del banano que se utilizó como parte del proceso de investigación se lo obtuvo de una bananera ubicada en la vía Guayaquil Salinas km 45; se adquirió material vegetativo que no cumplía con los parámetros de exportación por diferentes factores, pero para el presente estudio se lo consideró como material base del experimento.

2.4 Tratamiento y diseño experimental

2.4.1 Tratamientos

Tabla 6. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Código	Composición
1	T1	85%PM + 10% RB
2	Urea	85%PM + 10%RB + 5% urea
3	ESL	85%PM + 10%RB + 5% suero de leche
4	EM	85% PM + 10% RB + 5% melaza

PM (panca de maíz); RB (rechazo de banano)

Para el desarrollo del estudio experimental se determinó cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, donde el tratamiento uno incluye el 85% la panca de maíz (PM) y 10% de rechazo de banano (RB), el tratamiento dos contiene 85% PM + 10% RB + 5% de urea, el tratamiento tres, 85% PM + 10%RB + 5% de suero de leche y para el tratamiento cuatro, la mezcla para el ensilaje contiene 85% PM + 10% RB + 5% de melaza, se estableció para la conservación el uso de recipientes con capacidad de 2 kg y que el tiempo en que los recipientes permanecerían sellados con el ensilaje sería de 60 días, tal como se demuestra en la Tabla 6.

2.4.2 Diseño experimental

Para ello se trabajó con cuatro frascos de dos kg de ensilaje por tratamiento, sumando un total 16 unidades, es decir cuatro repeticiones por tratamiento, para determinar las variables organolépticas como temperatura, pH, materia seca, color y olor, se procedió a destapar los microsilos pasados los 60días, utilizando tirillas de pH MN- pH-Fix 9-14, termómetro, balanza; posterior a esto, se procedió a colocar 500g por cada repetición de cada tratamiento en la estufa utilizando una estufa MEMMET-UN30 plus, a una temperatura constante de 60°C por 72 horas, una vez finalizado el proceso de secado se procedió a moler las muestras a un tamaño de 1milímetro de donde se tomó un kg de cada tratamiento. Posteriormente las muestras fueron llevadas al laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Estación Experimental Santa Catalina, Cutuglagua, Pichincha, Ecuador para que se le realizara el análisis proximal, determinándose según U.Florida (1970): MS, MO, PB, FB y EEt; los resultados se pueden apreciar en el Anexo 1A, la información fue organizada en hojas electrónicas de Excel para su posterior análisis.

2.5 Manejo del experimento

2.5.1 Variables de estudio

Para determinar las variables en proteína, fibra, estrato etéreo, estrato libre de nitrógeno y cenizas, se utilizará la técnica del análisis proximal de los alimentos, descritos por Florida 1970 (Santini, 2014), quien manifiesta que cuando se habla de los análisis proximales estos comprenden la determinación de porcentajes de humedad, grasa, fibra, cenizas,

carbohidratos y proteína presentes en los alimentos. Los análisis en matrices alimentarias se deben realizar con especial cuidado desde la toma de la muestra, el tratamiento, y la elección del método analítico para obtener resultados confiables y que sirvan para la toma de decisiones. A continuación, se detalla el protocolo para la determinación de cada uno de los principios nutritivos.

Temperatura interna del material ensilado durante los 60 días del proceso. Se midió mediante la instalación de un termómetro en los microsilos, para ello los microsilos contaban con un agujero en la parte media del tubo, donde se introducía el termómetro y se sellaba el agujero con cinta para evitar entrada de aire.

Al terminar el proceso de ensilaje (30 días) de los microsilos, se tomaron muestras para evaluar las siguientes variables:

✓ Nivel de acidez (pH) del producto del ensilaje: Se utilizó la metodología recomendada Oude et al. (2000) la que consiste en medir el pH en una muestra compuesta de 20 gramos de ensilaje fresco y 80 ml de agua destilada, las cuales se agitan durante 15 minutos y se realiza la medición mediante pH-metro de electrodos.

✓ Contenido de materia parcialmente seca: La materia parcialmente seca se determinó por secado en un horno de circulación de aire caliente forzado, a una temperatura de 50°C durante 76 horas. El peso de la muestra se determinó una vez que el material estaba en equilibrio con la humedad ambiental. Las muestras secas fueron molidas en un molino, usando una criba de 1 mm. Estas muestras se utilizaron para determinar los parámetros de materia seca total y valor nutricional.

✓ Contenido de materia parcialmente seca: La materia parcialmente seca se determinó por secado en un horno de circulación de aire caliente forzado, a una temperatura de 50°C durante 76 horas. El peso de la muestra se determinó una vez que el material estaba en equilibrio con la humedad ambiental. Las muestras secas fueron molidas en un molino, usando una criba de 1 mm. Estas muestras se utilizaron para determinar los parámetros de materia seca total y valor nutricional.

✓ Contenido de Proteína Cruda (PC): La proteína cruda se determinó con el equipo de laboratorio.

2.5.2 Energía metabolizable

Este tipo de energía permite descontar de la energía bruta contenida en los alimentos, las pérdidas contenidas en las heces, en la orina y en la producción de gases, valor que se determinará utilizando fórmulas de predicción de energía a partir del análisis proximal y cuya unidad de medida será la mega caloría.

2.5.3 Indicadores fisicoquímicos

Tanto la temperatura y el pH, se medirán acorde lo recomendado por Caicedo et al. (2019), quienes indican que lo ideal es introducir un termómetro a una profundidad de 20 cm en las fundas de ensilaje, y que para el pH es necesario realizar un estrato acuoso que se obtiene de una fracción de 25 gramos de ensilaje más 75 gramos de agua.

2.5.4 Características organolépticas

Para el olor, color y consistencia, se tomaron muestras al azar de cada tratamiento, una vez transcurrido los 60 días de conservación, para ello se abrieron las fundas de ensilaje y se evaluaron según la metodología de Romero (2017), que se refleja en la Tabla 7.

Tabla 7. Criterios de valoración organoléptica para ensilaje de maíz.

Atributo	Excelente	Bueno	Regular
Olor	Fruta madura, miel o azucarado	Agradable con ligero olor a vinagre	Fuerte, Acido, olor a vinagre y ácido butírico
Color	Verde amarillento, tallos pálidos	Verde oscuro	Café oscuro
Textura	conserva sus contornos continuos, cortes en bloques	Separación fácilmente, vasos venosos ligeramente amarillos	material disociado, poco compactado

Autor: Romero, (2017).

2.5.5 Estimaciones energéticas

Para realizar las estimaciones energéticas que posee una determinada materia prima o en un caso una dieta ya formulada, es necesario el uso de fórmulas de estimación energéticas y las más estudiadas y usadas en todo el mundo son las del modelo del National Research Council del 2001, que utiliza o parte de un análisis proximal de los alimentos, tal como lo describe (Demagnet y Canales, 2020); en donde primero recomienda estimar la energía digestible (ED).

El valor energético de los alimentos puede ser expresado de diversas maneras, desde la energía bruta (EB), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM) y energía neta (EN) (MendozaMartínez et al., 2008), hasta los nutrientes digestibles totales (NDT); este último es similar a la ED. Los NDT incluyen una corrección para la digestibilidad de la proteína, pero no presenta ventajas o desventajas sobre la energía digestible como unidad que describe el valor de los alimentos o para expresar los requerimientos de energía del animal (1 kg de NDT equivale a 4,4 Mcal de ED) (Ramírez, Rojas y Campos, 2020).

2.6 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron por medio del programa INFOSTAF para determinar la significancia entre las propiedades organolépticas y las variables (Humedad, pH, Materia Seca, Temperatura). La comparación entre medias se realizó mediante la prueba de Kruskal Wallis.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables de importancia en la calidad del ensilaje

Al evaluar ensilajes, existen parámetros que determinan por su naturaleza de su proceso de conservación y la influencia de los aditivos utilizados, la Tabla 8 presenta las variables evaluadas en este ensayo en el Laboratorio de Biotecnología de la UPSE, las cuales muestran que no existe diferencia significativa entre tratamientos.

Tabla 8. Indicadores físicos del ensilaje

Indicadores	Unidad de medida	Tratamientos				Media	P Valor
		T1	T2	T3	T4		
Humedad	%	79	78	77	75	77,25	0,39
Materia seca	%	21	22	23	25	22,75	0,39
Temperatura	°C	22	22	22	22		
pH	escala	2	3	3	3	2,75	0,19
Olor	Organoléptico	Dulce	Dulce	Dulce	Dulce		
Color	Organoléptico	Amarillo	Café oscuro	Cafe	Café		

T1: 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano; **T2:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% urea; **T3:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% suero de leche; **T4:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% melaza.

La humedad y la materia seca están relacionadas de forma directa, de manera que se procedió a analizar solo los valores de humedad, siendo el tratamiento con mayor humedad es el T1, que posee 79% para esta variable, el que menos humedad posee es el tratamiento cuatro, con un 75 %, valores que están por encima de los recomendado por Florida en 1970, ya que ellos recomiendan que el ensilaje de maíz debe poseer una humedad entre el 60 y 70% para que se realicen de forma correcta los procesos fermentativos; de igual manera Quintero (2019), argumenta que la humedad en el proceso de ensilaje debe estar entre 55 y 65 y que valores superiores a 70, tienden a avinagrar el silo.

En cuanto al factor temperatura, el mismo fue tomado utilizando un termómetro Boecco con rango hasta 210 °C, los tratamientos poseen un valor de 22 °C, diferendos solo decimales, por lo que se puede decir que la temperatura a pesar de que es un indicador de calidad de ensilaje, en este ensayo se mantuvo constante en todos los tratamientos; por lo que en éste indicador se mantiene con lo expresado por Mejía et al. (2016), quienes manifiestan que

todos los tratamientos poseen el rango adecuado de temperatura que ya que mencionan que las mejores fermentaciones se producen cuando la temperatura va desde 18 a 25 °C.

Los resultados muestran que el tratamiento con mayor acidez es el T1, con 2 de pH, que se diferencia de los demás tratamientos ya que el 2, el 3 y el 4, poseen valores de pH de 3, En cuanto a calidad de acidez el tratamiento 2, 3 y 4, son mejores, ya que el valor está cercano al rango recomendado por Sánchez (2021), quien argumenta que el mejor valor de acidez es el cercano a 4 y siendo su óptimo de 3.8 a 4.2. Por otro lado, se puede decir que la melaza es un aditivo que tiende a aumentar los niveles de pH en los silos, tal como lo demostraron Vargas et al. (2015) en el ensayo de pruebas de fermentación en ensilajes de maíz.

El olor dulce predomina en todos los tratamientos, pero con mayor intensidad en el tratamiento tres, lo que nos dice que la mejor calidad está en los ensilajes cuyo olor sea dulce y menos fuerte, ya que olores fuertes representan mayor cantidad de ácido acético que láctico y esto empeora los procesos de fermentación (Granados, 2010). Lo que también es corroborado por Araiza *et al.* (2015), quienes asocian el olor fuerte a baja calidad del ensilaje por su proceso de fermentación deficiente.

En cuanto al color, el tratamiento 1 y 3 comparten la misma coloración (amarillo), de igual manera el tratamiento 2 y 4 (variación de café), por lo que se puede decir que estos dos últimos son superiores al grupo anterior, ya que Sánchez (2021), manifiesta que un ensilaje de mejor calidad tiende a poseer una coloración oscura, y que el de mala calidad está relacionado al color amarillo y amarillo verdoso.

3.2 Calidad nutricional de los tratamientos por análisis bromatológicos

La Tabla 9 presenta los resultados de los análisis bromatológicos realizados a cada uno de los tratamientos en estudios, donde se midió la humedad, las cenizas que es la fracción que contiene los minerales, el estrato estéreo más conocido como grasas, la proteína, la fibra que representa los carbohidratos, y el estrato libre de nitrógeno (ELN) que es una fracción de los alimentos que no posee nitrógeno pero que no se la puede incorporar en los grupos anteriores; cabe recalcar que estos valores están expresados en porcentajes, y que el análisis bromatológico se realizó en la estación experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y que el método de referencia para estas pruebas fue: Florida 1970.

Tabla 9. Valor nutricional de las muestras de ensilaje PM y RB con aditivos (INIAP 2022)

Variables	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Humedad	8.62	13.43	10.8	8.04
Cenizas	10.57	8.84	9.52	11.4
Estrato Etéreo	1.35	1.11	0.81	0.82
Proteína	8.31	13.9	13.55	9.42
Fibra	40.17	35.28	35.19	39.25
ELN	39.61	40.88	40.93	39.12

T1: 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano; **T2:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% urea; **T3:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% suero de leche; **T4:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% melaza.

ELN: extracto libre de nitrógeno

Con respecto a la humedad del ensilaje sometido a la deshidratación, podemos decir que el tratamiento que más humedad conservo fue el tratamiento 2, que supera en 3 punto porcentuales a su seguidor más cercano, resaltando que este tratamiento era diferente al resto por la presencia de urea en su composición, y aunque la humedad no es un nutriente, pues se bien se sabe que está directamente relacionada con la materia seca, el porcentaje adecuado debe ser superior al 7% , tal como manifiesta Villón (2019), que los nutrientes de importancia mineral y energética están contenidos en la materia seca de los alimentos, y quees por este principio que un método de conservación puede considerar la deshidratación parcial y hasta total. El valor más bajo de humedad lo posee el tratamiento 4, que posee a diferencia del resto, melaza, que como describe (García, Infante y Rivera, 2008), la melaza posee una humedad de 26.3%, teniendo más humedad que el suero de leche (93%).

Los mejores tratamientos en cuanto al contenido de cenizas fueron el T4 y el T1, con 11.4 y 10.57% respectivamente, valores que son superiores a los determinados por la Federación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal (Santini, 2014) y a lo obtenidos por Castillo et al. (2019), quienes argumentan que este valor debe ser inferior a 8, resaltando que los ensilajes de estos autores no poseen aditivos en su composición.

Referente al estrato eterio o contenido de grasa de los tratamientos la Tabla 9 posesiona al T1 con el valor más alto en este principio nutritivo, alcanzando 1.35%, valor que está por debajo de los estimado por Jaramillo (2018), quien en ensilaje de maíz obtuvo 1.64 para esta variable, valores superiores (1.81) determino Oude et al. (2000), quienes hace una

aportación importante ya que el atribuye que el porcentaje de Grasas se ve afectado por la concentración de melaza, coincidiendo en este ensayo con el T4, que posee uno de los valores de grasa más bajos , siendo este tratamiento el único con melaza en su inclusión.

El tratamiento que mejor registró valor de proteína fue el T2 con 13.9 , luego el segundo con mayor valor fue el tratamiento T3, con 13.55; cabe mencionar el T2 posee Urea en su composición y el T3, suero de leche, ambos considerados proteico, ya que según Rodríguez *et al.* (2014), el adicionar urea en la alimentación animal, hace elevar gradualmente los niveles de proteína de las dietas de rumiantes. Por otra parte, Meneses (2020) menciona que el suero de leche es utilizado en alimentación de monogástricos y poligástricos y que su adición en dietas contribuye a la dotación de proteínas de alto valor biológico; situación que no ocurre en el ensayo de (García, Infante y Rivera, 2008), quienes obtuvieron un valor cercano a 10, ya que su ensilaje no poseía ninguno de estos aditivos.

El valor más alto en fibra es para el tratamiento T1, con 40.17%, valor superior al estimado por García, Infante y Rivera (2008), quienes estiman 33.6% para este valor, coincidiendo con Jaramillo (2018) que señala en su estudio 40.21 para esta variable en ensilaje de maíz.

3.3 Estimaciones energéticas

En la Tabla 10 se describe las diferentes estimaciones energéticas de cada tratamiento.

Tabla 10. Estimación energética de los tratamientos.

Energía	T1	T2	T3	T4
Energía Digestible	2.20	2.42	2.38	2.18
Energía metabolizable	1.81	1.98	1.95	1.79
Energía Neta Mantenimiento	0.97	1.14	1.11	0.95
Energía Neta de Ganancia	0.42	0.58	0.55	0.40

T1: 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano; **T2:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% urea; **T3:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% suero de leche; **T4:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% melaza.

La energía neta tanto de mantenimiento como de ganancia es la que el animal necesita para sus procesos vitales, es por eso que el tratamiento que más energía entrega a los animales es el T2, el cual aporta con 1.14 Mcal por kilogramo de ensilaje para el mantenimiento del animal, y 0.58 Mcal por kilogramo de ensilaje cuando se habla de ganancia de peso; por su parte el T4 es el que menores valores energéticos posee. Según López, Rojas y Zumbado,

(2017), cuando se utiliza el requerimiento energético para producir un kilogramo de leche con un nivel de consumo de 5 kg MV/vaca/día, los materiales ensilados que evaluaron mostraron un potencial de producción de 1,5–1,7 kg de leche/vaca/día.

3.4 Costo de producción de una funda de 40 kg ensilaje

Para el cálculo de los costos se tomó como referencia la presentación de 40 kilos que es la forma comercial en la cual se vende el ensilaje en el Ecuador; utilizando los precios del mercado local se pudo estimar el costo para cada tratamiento, para luego compararlo entre sí, el precio se da en dólares, tanto por kilo y por la presentación de los 40 kg como se indica en la Tabla 11.

Tabla 11. Costo de producción de ensilaje (presentación 40 kg)

Materias Primas	Valor 1 kg MP (USD)	Tratamientos			
		T1	T2	T3	T4
Panca de maíz	0.05	1.7	1.5	1.7	1.5
Banano	0.02	0.08	0.08	0.08	0.08
Urea	1.1	0	2.2	0	0
Suero de leche	0.10	0	0	0.2	0
Melaza	0.375	0	0	0	0.75
Total (USD)		1.78	3.78	1.98	2.33
Costo (USD) 1 kg		0.045	0.095	0.050	0.058

T1: 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano; **T2:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% urea; **T3:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% suero de leche; **T4:** 85%Panca de maíz + 10%rechazo de banano + 5% melaza.

El tratamiento más costoso fue el T2, con USD 3.78/40 kg y un costo de USD0.095/kg y esto se debe a la inclusión de urea que es una materia prima costosa; por su parte se determinó que el tratamiento más económico fue T1cuyos valores son, USD1.78/40 kg y con USD0.045/kg de ensilaje.

3.5 Relación beneficio costo de los tratamientos

Para estos cálculos se utilizó como modelo animal, un torete de engorde en crecimiento con 300 kilogramos de peso vivo (PV) y con una ganancia de peso de 0.6 kg por día, por lo cual, según Ramírez, Rojas y Campos (2020) es necesario 5.09 Mcal de Energía Neta para su mantenimiento, y de 2.40 Mcal de Energía Neta de ganancia. Con estos valores se procedió a calcular la cantidad de ensilaje que se debe aplicar a cada torete para suplir las necesidades, y ya con esto se realizó el cálculo de la relación beneficio costo, como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Predicción de la relación beneficio costo de los tratamientos

Parámetros	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
kg ensilaje ENm	5.27	4.48	4,61	5.38
kg ensilaje Eng	5.74	4.16	4,38	5.99
kilos totales	11.01	8.63	8,98	11.37
Costo de Alimentación	0.49	0.82	0,44	0.66
Ganancia peso kg	0.6	0.6	0,6	0.6
Costo del kg carne producido	0.81	1.36	0,741	1.10
Precio kg carne	1.94	1.94	1,94	1.94
Utilidad	1.12	0.58	1,20	0.83
Relación B/C	1.37	0.42	1.61	0.75

T1: Panca de maíz + rechazo de banano; **T2:** Panca de maíz + rechazo de banano + 5% urea; **T3:** Panca de maíz + rechazo de banano + 5% suero de leche; **T4:** Panca de maíz + rechazo de banano + 5% melaza.

Como podemos apreciar, a pesar de que el T2 y T4 necesitaban menos kilos de ensilaje para satisfacer las necesidades, su costo de producción era elevados, a tal punto que sus relaciones beneficio costo fueron las más bajas en este ensayo, 0.42 y 0.75, respectivamente. El mejor tratamiento según la relación benéfico costo fue, el T3, con 1.61 dólares de utilidad por cada dólar invertido. Cabe destacar que para estas estimaciones monetarias solo se consideró los costos de la alimentación, por lo que una alternativa sería el T1 cuya utilidad es de 1.37 dólares, aunque es la señalar que dicha relación fue calculada en referencia al presente trabajo, a nivel de laboratorio; por lo que a nivel industrial se deben considerar el uso de maquinaria, equipos, insumos y mano de obra consideradas durante todo el proceso.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✓ Los resultados bromatológicos de la panca de maíz mostraron que el mejor valor nutritivo en lo referente a proteína 13.90% y extracto etéreo 1.11% fue para el T2, seguido del T3 con 13.55% de proteína y 0.81% extracto etéreo.
- ✓ El T2 (0.58) y T3 (0.55) poseen mayores niveles energéticos, por lo tanto, se necesita menos ensilaje para producir un kilogramo de carne. El olor dulce predominó en todos los tratamientos, pero fue más intenso en el tratamiento tres, lo que indica que son de buena calidad.
- ✓ El mejor tratamiento según la relación benéfico costo además de sus características organolépticas y calidad nutricional fue el T3, porque por cada dólar invertido el valor de la utilidad es de 1.61 dólares. El T2 no tiene buena relación benéfico costo, ya que evidencia una pérdida de 0.42 dólares por cada dólar invertido.

Recomendaciones

- ✓ Realizar nuevos estudios aprovechando restos de cosechas de cultivos extensivos presentes en la provincia de Santa Elena que contribuyan a la producción de ensilajes para la alimentación animal.
- ✓ Probar otros aditivos y varios niveles de inclusión para conocer límites a los que estos pueden alterar las características organolépticas en los procesos de fermentación de los ensilajes.
- ✓ Desarrollar un estudio de factibilidad financiera a nivel comercial para la elaboración de ensilajes a base de panca de maíz y rechazo de banano utilizando aditivos.
- ✓ Medir niveles máximos y mínimos de los aditivos urea y suero de leche, ya que su inclusión es beneficiosa para mejorar la calidad nutricional de los ensilajes, pero en las proporciones de al 5% en el que ingresaron a estos estudios alteraron significativamente los costos de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Solís, J.D. (2016) 'Balance parcial de nitrógeno en el sistema de cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con cobertura de leguminosas en Chiapas, México', *Agronomía Costarricense*, 40(1), pp. 29–39.
- Andrade, F. (2020) *Los desafíos de la agricultura global*. Primera edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA. Available at: https://inta.gob.ar/sites/default/files/lib_desafiosagriglobal_2021_digital_final.pdf.
- Araiza, E. (2015) 'Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz complementados con manzana y melaza', *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 2(6), pp. 255–267.
- Arciniegas, S. and Flórez, D. (2018) 'Estudio de los sistemas silvopastoriles como alternativa para el manejo sostenible de la ganadería', 2(6), pp. 107–116.
- Avendaño, A. and Garza, R. (2017) 'Caracterización de sistemas productivos de ganado bovino en la región indígena XIV Tulijá-Tseltal-Chol, Chiapas, México', 51(3). Available at: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000300285 (Accessed: 28 March 2023).
- Barahona, A. (2016) 'Propuesta gastronómica para el uso del maíz (*Zea mays*) en la repostería ecuatoriana en su forma de chuchuca.', (147), pp. 11–40.
- Bellido, M. (2017) 'Sistemas Extensivos de producción Animal', 50(1), pp. 465–489.
- Cajeras, N. (2017) 'Parámetros bio-económicos de la producción intensiva de la carne de bovino en México', 8(2), pp. 129–138.
- Capa, L., Alaña, T. and Benítez, R. (2016) 'Importancia de la producción de Banano orgánico, provincia del Oro.', *Revista Universidad y Sociedad*, 8(3), pp. 64–71.
- Carpio, C. (2018) *Evaluación de la calidad nutricional de los ensilajes en bolsa de los híbridos de maíz (*Zea mays*) Somma y Trueno aplicando dos aditivos en la zona de Colimes-Ecuador*. bachelorThesis. Universidad de Guayaquil; Facultad de Ciencias para el Desarrollo. Available at: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29887> (Accessed: 1 April 2023).
- Casañas, J. (2018) *Elaboración de una infusión a base de hojas de mazorca (*Zea Mays*)*, p. 94.

- Cattani, P. (2011) ‘Henificación, conservación de forrajes’. Available at: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_henos/30-Henificacion.pdf.
- Cepeda, G. (2019) ‘Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades.’, 11(1), pp. 16–23.
- Chamba, J., Bermeo, L. and Sarango, Y. (2020) ‘Producción ganadera: la deforestación y degradación del suelo, una estrategia para el desarrollo sostenible.’, 8(1), pp. 77–82.
- Demagnet, R. and Canales, C. (2020) *Manual cultivo del maíz para ensilaje*. Universidad de la Frontera (Chile). Available at: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/32799> (Accessed: 1 April 2023).
- Díaz, J. (2022) *Acompañamiento en las labores agronómicas del cultivo de banano e identificación de plantas de banano sincronizadas en la finca Sayula en Apartadó – Antioquia*. Universidad de Córdoba. Available at: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/6863/diazarroyojhosman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- FAO (2023) *Producción animal, Animal Production*. Available at: <http://www.fao.org/animal-production/es> (Accessed: 28 March 2023).
- Faubla, Á. and Ponce, H. (2016) *Evaluación bromatológica y toxicológica de microorganismos específicos en la obtención del ensilaje de banano verde (musa sapientum)*. bachelorThesis. Calceta: Espam. Available at: <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/261> (Accessed: 28 March 2023).
- Fernández, A. (2019) *Transformación de subproductos y residuos de Agroindustria de cultivos templados, subtropicales*. Buenos Aires.
- Franco, L., Calero, D. and Ávila, P. (2007) *Alternativas para la conservación de forrajes*. Available at: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/Leaflets/Alternativas%20para%20la%20conservacion%20de%20Forrajes.pdf.
- Galindo, J. and De Miguel, T. (2021) *El destructivo impacto del cambio climático en México, El País México*. Available at: <https://elpais.com/mexico/2021-11-02/el-destructivo-impacto-del-cambio-climatico-en-mexico.html> (Accessed: 28 March 2023).

Gaona, R., Morales, J. and Espinoza, N. (2020) ‘Efecto de la suplementación nutricional sobre el balance energético en vacas lecheras en trópico bajo’, 17(1). Available at: <https://doi.org/10.22507/rli.v17n1a1>.

García, O., Infante, R. and Rivera, C. (2008) ‘Hacia una definición de fibra alimentaria’, *Anales Venezolanos de Nutrición*, 21(1), pp. 25–30.

Gomez, C. (2014) ‘Tratamiento físico químico de panca de maíz como estrategia para mejorar su uso durante la escasez de forraje (Parte II)’, *Revista Actualidad Ganadera*, Diciembre/Enero, pp. 16–17.

Granados, C. (2010) ‘Comparación del efecto de tres mezclas de melaza y suero de leche y dos tipos de inóculo microbial sobre las características nutritivas y fermentativas del ensilaje de pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*)’. Available at: <https://kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/28134> (Accessed: 1 April 2023).

Guachamín, M. (2014) *Determinación de la digestibilidad aparente de materia seca, proteína bruta y extracto etéreo de raciones alimenticias con intestinos cocidos de pollo en cerdos en etapa de crecimiento*. bachelorThesis. Quito: UCE. Available at: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6665> (Accessed: 1 April 2023).

Izquierdo, R. (2012) *Evaluación del cultivo del maíz (Zea mays), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento: Cayambe-Ecuador*. bachelorThesis. Available at: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1832> (Accessed: 28 March 2023).

Jaramillo, D. (2018) *Niveles de urea en ensilajes de pasto Pennisetum cuba om 22: composición bromatológica, ph, temperatura, cinetica de degradación ruminal y digestibilidad in vitro*. Universidad de Tolima. Available at: <https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/972fc883-ac39-41ff-b429-ca0509cd7344/content>.

León, R., Bonifaz, N. and Gutiérrez, F. (2018) *Pastos y forrajes del Ecuador Siembra y producción de pasturas*. Primera Edición. Quito, Ecuador: Universitaria Abya-Yala.

López, M., Rojas, A. and Zumbado, C. (2017) ‘Características nutricionales y fermentativas de ensilados de pasto Camerún con plátano Pelipital’, *Agronomía Mesoamericana*, 28(3), pp. 629–642. Available at: <https://doi.org/10.15517/ma.v28i3.25237>.

Macías, E. (2015) ‘Aplicación de celulasas o xilanasas para mejorar en la digestión ruminal in vitro en tres residuos de cosecha’, *Universidad Nacional Agraria La Molina* [Preprint]. Available at: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1165> (Accessed: 28 March 2023).

MAG (2017) *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Available at: <https://www.agricultura.gob.ec/> (Accessed: 28 March 2023).

Mejía, J.A. (2016) ‘Levaduras Termotolerantes: Aplicaciones Industriales, Estrés Oxidativo y Respuesta Antioxidante’, *Información tecnológica*, 27(4), pp. 03–16. Available at: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000400002>.

Mendoza, D. and Ricalde, R. (2016) *Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano*. Segunda Edición. Available at: <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Bovinos.pdf>.

Meneses, E. (2020) *Producción de carne y leche en bovinos a partir de estimaciones del aporte energético de especies forrajeras*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2020. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5396> (Accessed: 1 April 2023).

Molina, J. (2015) *Evaluación nutricional del pasto miel (Setaria Splendida) a los 21, 28 y 35 días con y sin fertilización nitrogenada en Nanegalito, Provincia de Pichincha*. bachelorThesis. Quito: UCE. Available at: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6911> (Accessed: 1 April 2023).

Motta, P., Ocaña, H. and Rojas, E. (2019) ‘Indicadores asociados a la sostenibilidad de pasturas: una revisión’, *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(2), pp. 387–408. Available at: https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art:1464.

Nestares, P. (2021) ‘Elaboración de ensija de calidad’. Available at: <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1330/1/Elaboracion%20de%20ensilado%20de%20calidad.pdf>.

Olmeda, F. (2019) ‘Evaluación de la calidad nutritiva de los residuos del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Centro Agronómico K’ayra-Cusco’, *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco* [Preprint]. Available at: <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3817> (Accessed: 28 March 2023).

Olvera, L. (2019) *Caracterización microbiana y fermentativa de ensilaje de maíz forrajero (Zea mays) con inclusión de cáscara de plátano (Musa paradisiaca)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

ONU (2019) *La población mundial sigue en aumento, aunque sea cada vez más vieja*, Noticias ONU. Available at: <https://news.un.org/es/story/2019/06/1457891> (Accessed: 28 March 2023).

Ortiz, P. (2018) *Importancia de la ganadería en el desarrollo*. Available at: <https://www.lahora.com.ec/noticias/importancia-de-la-ganaderia-en-el-desarrollo/> (Accessed: 28 March 2023).

Oude, S. (2000) *Estudio 2.0 - Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación - Stefanie J.W.H. Oude Elferink, Frank Driehuis, Jan C. Gottschal y Sierk F. Spoelstra*. Available at: <https://www.fao.org/3/x8486s/x8486s04.htm> (Accessed: 1 April 2023).

Ponce, E. and Romero, R. (2015) ‘Amonificación de panca de maíz durante tres periodos y su efecto en la composición bromatológica’, *La Técnica*, (15), pp. 70–77.

Prado, E. and Franco, R. (2006) ‘Conservación de forrajes: primera parte (Conservation of forages: first part)’. Available at: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612653004.pdf>.

Pulido, N., Borrás, L. and Rodríguez, C. (2016) ‘Elaboración de un alimento energético-proteico para animales, basado en residuos de cosecha de pera (*Pyrus communis*)’, *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(1), pp. 7–16.

Quintero, J. (2019) *Conservación de forrajes en la granja*. - BM Editores, BM EDITORES. Available at: <https://bmeditores.mx/ganaderia/conservacion-de-forrajes-en-la-granja-1891/> (Accessed: 1 April 2023).

Ramírez, A. (2016) *Los ensilajes una mirada a esta estrategia de conservación de forraje para la alimentación animal en el contexto colombiano*. Universidad de La Salle, Bogotá. Available at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1260&context=zootecnia>.

Ramírez, W., Rojas, A. and Campos, C. (2020) ‘Determinación del contenido energético de materiales forrajeros a través de la relación entre la técnica de producción de gas in vitro y la ecuación mecanicista del NRC (2001)’, 14(1), pp. 13–35.

Reyes, L. (2017) ‘Desarrollo e implementación de la ganadería intensiva, para una mejor comercialización de carne bovina en la finca "El cortijo las Marías. Santiago de Cali: Colombia: Universidad Autónoma de Occidente!’

Rodríguez, L. (2015) *Ensilaje de pasto (Brachiaria brizantha) más leguminosas forrajeras*. bachelorThesis. Quevedo : UTEQ. Available at: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2394> (Accessed: 28 March 2023).

Rodríguez, S. (2014) ‘Adición de melaza deshidratada y urea en ebsilados de rastrojos de Piña’, 25(2), pp. 313–321.

Rojas, D. (2018) *Efecto del guineo cuadrado (Musa sp.), sobre la calidad nutricional y fermentativa de ensilajes de Morera (Morus alba) y Nacedero (Trichanthera gigantea)*. Available at: https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/14959/TFG_Daniel%20Rojas%20Cordero.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Romero, C. (2017) *Evaluación química y organoléptica de ensilado de maíz tratado con un inoculante bacteriano-enzimático, Engormix*. Available at: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/evaluacion-quimica-organoleptica-ensilado-t41241.htm> (Accessed: 1 April 2023).

Rosero, J. and García, J. (2014) ‘Compendio Estadístico’. Available at: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Compendio/Compendio-2014/COMPENDIO_ESTADISTICO_2014.pdf.

Rubio, M. (2018) ‘La Ganadería Bovina en México en sistemas de producción y calidad de carne bovina.’, *Folleto Técnico N° 28*. Primera Edición, pp. 7–9.

Sánchez, A. (2021) ‘Ensilaje de rastrojo de maíz asociado con diferentes niveles de urea y melaza para la alimentación de rumiantes. Caracterización y posicionamiento estratégico’. Available at: <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/21441> (Accessed: 1 April 2023).

Santini, F. (2014) ‘Conceptos básicos de la nutrición de rumiantes’. INTA, EEA Balcarce. Available at: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_curso_nutricin_animal_aplicada_2014.pdf.

Solís, 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.’

Terrazas, M. (2010) 'Coeficientes de utilización digestiva aparente de materia seca, proteína y aminoácidos esenciales de ingredientes terrestres para el camarón del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae)', *Revista de Biología Tropical*, 58(4). Available at: <https://doi.org/10.15517/rbt.v58i4.5431>.

Tomalá, D. (2021) *Evaluación de dietas artesanales en el crecimiento y desarrollo de cerdos de engorde en la comuna Febres Cordero, provincia de Santa Elena*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6391> (Accessed: 1 April 2023).

Vargas, J.C. (2015) 'Factores que determinan la eficiencia de la producción de leche en sistemas de doble propósito en la provincia de Pastaza, Ecuador', *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49(1), pp. 17–21.

Vega, G. (2020) 'Niveles de proteína bruta en dietas formuladas por aminoácidos digestibles, para codornices en etapa de postura', *Universidad Privada Antenor Orrego* [Preprint]. Available at: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/6686> (Accessed: 1 April 2023).

Vera, L. (2016) 'Análisis de las tendencias en temperatura del aire extrema y precipitación diaria en la costa ecuatoriana', 21(1). Available at: <https://aquadocs.org/handle/1834/11005> (Accessed: 28 March 2023).

Villacres, J., Maldonado, L.O. and Chávez, D. (2017) 'Caracterización de los sistemas de producción caprinos, en la provincia de Santa Elena', *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(2). Available at: <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i2.268>.

Villarroel, P. (2018) 'Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos', *Revista chilena de nutrición*, 45(3), pp. 271–278. Available at: <https://doi.org/10.4067/s0717-75182018000400271>.

Villón, C. (2019) *Calidad nutricional de dos híbridos de maíz para ensilaje en la comuna Las Balsas-Santa Elena*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4957> (Accessed: 1 April 2023).

ANEXOS

MC-L SAIA-2201-07

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. Cutuglagua Tlfs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 22-0152

**NOMBRE PETICIONARIO:	Sr. Freddy Eduardo Espinoza	**INSTITUCIÓN:	Particular
**DIRECCIÓN:	Santa Elena	**ATENCIÓN:	Sr. Freddy Eduardo Espinoza
FECHA DE EMISIÓN:	14/12/2022	FECHA DE RECEPCIÓN:	30/11/2022
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 30 de noviembre al 14 de diciembre del 2022	HORA DE RECEPCIÓN:	9H00
		ANÁLISIS SOLICITADO	Proximal

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω	E.E. ^Ω	PROTEÍNA ^Ω	FIBRA ^Ω	E.L.N. ^Ω	**IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-L SAIA-01.01	MO-L SAIA-01.02	MO-L SAIA-01.03	MO-L SAIA-01.04	MO-L SAIA-01.05	MO-L SAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
22-0762	8,62	10,57	1,35	8,31	40,17	39,61	Panca de maíz muestra 1
22-0763	13,43	8,84	1,11	13,90	35,28	40,88	Panca de maíz muestra 2
22-0764	10,80	9,52	0,81	13,55	35,19	40,93	Panca de maíz muestra 3
22-0765	8,04	11,40	0,82	9,42	39,25	39,12	Panca de maíz muestra 4

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME



Identificación por:
**IVÁN RODRIGO
 SAMANIEGO
 MALICIA**

**Dr. Iván Samaniego, MSc.
 RESPONSABLE TÉCNICO**



Identificación por:
**VERÓNICA
 ALEXANDRA ARIAS
 BENITEZ**

**Quím. Verónica Arias
 ANALISTA DE LABORATORIO**

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de esta se encuentra totalmente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, esta dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

Figura 1A. Análisis bromatológico del INIAP

Tabla 1A. Datos organolépticos de los tratamientos

Repeticiones	Olor			
	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
r1	Dulce	Concentrado dulce	poco dulce	sin olor
r2	Dulce	Dulce	fuerte	dulce
r3	Dulce	Dulce	Olor dulce	dulce
r4	Dulce	Dulce	sin olor	dulce

Tabla 2A. Coloración de cada tratamiento

Repeticiones	Color presente en cada uno de los tratamientos			
	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
r1	Amarillo	Café Oscuro	Café	Café
r2	Amarillo	Café Oscuro	Café	café
r3	Amarillo	Amarillo	Café oscuro	Café
r4	Amarillo	Café Oscuro	Café	Café

Tabla 3A. Datos de humedad de los tratamientos

Repeticiones	Humedad de los tratamientos			
	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
r1	79%	77%	77%	75%
r2	78%	78%	75%	74%
r3	79%	78%	78%	75%
r4		78%	78%	74%
Sumatoria	237%	312%	308%	298%
Promedio	79%	78%	77%	75%

Tabla 4A. Temperatura de los tratamientos

Repeticiones	Temperatura de los tratamientos			
	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
r1	21,50	21,50	22,50	22,00
r2	22,00	22,00	22,50	22,50
r3	23,00	22,00	22,00	22,00
r4		22,00	22,50	22,00
Sumatoria	66,5	87,5	89,5	88,5
Promedio	22,17	21,88	22,38	22,13

Tabla 5A. Datos de Materia Seca

Repeticiones	Materia seca			
	T1	T2	T3	T4
r1	21,00	22,63	23,34	25,01
r2	22,00	21,61	24,84	25,56
r3	21,00	21,81	22,18	25,34
r4		21,81	21,67	25,69
Sumatoria	64,00	87,87	92,02	101,59
Promedio	21,33	21,97	23,01	25,40

Figura 2A. Preparación de ensilaje.



Figura 3A. Ensilaje almacenado por tratamiento.



Figura 4A. Obtención de Materia seca.



Figura 5A. Pesaje de ensilaje de cada tratamiento.



Figura 6A. Medición de la temperatura.

