



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN


**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA AGROPECUARIA**

**Comportamiento agronómico y aporte nutricional de maíz híbrido y criollo
para ensilaje con aplicación de bacterias acidolácticas en el trópico húmedo.**

AUTORA: Zambrano Vera Gabriela Liseth

TUTOR: Ing. Miguel Ángel Macay Anchundia, Mg

El Carmen, septiembre 2022

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.	REVISIÓN: 1 Página i de 48

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, bajo la autoría del estudiante Zambrano Vera Gabriela Liseth, legalmente matriculado en la carrera de ingeniería agropecuaria, período académico 2022-2023, cumpliendo el total de 64 horas, bajo la opción de titulación de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es “comportamiento agronómico y aporte nutricional de maíz híbrido, criollo para ensilaje con aplicación de bacterias acidolácticas en el trópico húmedo en El Carmen-Manabí”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 08 de agosto de 2022

Lo certifico,

Ing. Miguel Ángel Macay Anchundia, Mg

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Comportamiento agronómico y aporte nutricional de maíz híbrido criollo para ensilaje con aplicación de bacterias acidolácticas en el trópico húmedo en El Carmen-Manabí.

AUTORA: Zambrano Vera Gabriela Liseth

TUTOR: Ing. Miguel Ángel Macay Anchundia, Mg

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO MVZ. David Napoleón Vera Bravo, Mg

MIEMBRO Ing. Myriam Elizabeth Zambrano Mendoza, Mg

MIEMBRO Dr. Marcos Vinicio Acosta Jácome, Mg

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a:

A Dios quien siempre ha sido mi motor mi guía y mi fortaleza para avanzar y luchar por mis metas a quien agradezco infinitamente y dedico todas mis victorias, A mis padres que hasta el día de hoy nunca me han dejado sola, quienes con su infinito amor siempre me comprendieron, sus consejos de amor siempre me han inclinado por el camino del bien y me han ayudado a cumplir mis sueños, a mis hermanos quienes con su cariño y palabras de aliento me mantuvieron de pie.

Finalmente, esta tesis se la dedico a mi madre y a mi esposo quienes me apoyaron cuando más lo necesite por siempre extenderme su ayuda en cualquier circunstancia de mi proceso de formación y me brinda su apoyo día a día, a mis hermanitas que siempre las llevo en mi corazón y complementan mi vida y felicidad entera.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios quien con su amor infinito siempre lleva mi vida por el camino de bien y guía mis pasos. Presento mis profundos agradecimientos a todas las autoridades que me han ayudado en mi formación académica, por confiar en mis virtudes y habilidades. Agradezco a el Ing. Miguel Macay quien con sus enseñanzas y valiosos conocimientos me ha reformado a crecer día a día como profesional, gracias por su apoyo y dedicación por su paciencia brindada, Finalmente quiero agradecer a mis padres por su amor, apoyo incondicional en todo el transcurso de mi vida conjunta.

ÍNDICE

PORTADA	1
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE.....	v
TABLAS.....	viii
FIGURAS	ix
ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 La ganadería en Ecuador.....	3
1.2 El cultivo de maíz en Ecuador	4
1.2.1 Generalidades del maíz.....	4
1.2.2 Ensilaje de maíz.....	5
1.2.3 Proceso de ensilado	6
CAPÍTULO II.....	7
2 ANTECEDENTES	7
CAPÍTULO III	9
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 Ubicación del ensayo.....	9
3.2 Características agroecológicas de la zona.....	9
3.3 Variables en estudio.....	9
3.3.1 Variables independientes.....	9
3.3.2 Variables dependientes.....	9
3.4 Característica de las Unidades Experimentales	10
3.5 Tratamientos	10

3.6	Diseño experimental	10
3.7	Materiales e instrumentos	11
3.7.1	Equipos de campo.....	11
3.7.2	Materiales de oficina	11
3.8	Manejo del Ensayo.....	11
3.8.1	Trazado de parcelas	11
3.8.2	Preparación de terreno	11
3.8.3	Siembra.....	12
3.8.4	Fertilización	12
3.8.5	Cosecha del forraje	12
3.8.6	Aplicación de Bacterias Acidolácticas	12
3.8.7	Elaboración del ensilaje.....	12
CAPÍTULO IV		14
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1	Parámetros agronómicos.....	14
4.1.1	Materia verde.....	14
4.1.2	Porcentaje de materia seca.....	15
4.2	Análisis bromatológico	16
4.2.1	Proteína cruda (kg/ha)	16
4.2.2	Proteína Cruda (%).....	16
4.2.3	Extracto Etéreo (kg/ha).....	17
4.2.4	Extracto Etéreo (%)	18
4.2.4	Ceniza (kg/ha).....	19
4.2.5	Ceniza (%).....	19
4.2.6	Fibra cruda (Kg/ha)	20
4.2.7	Fibra cruda (%).....	21
4.2.8	Elementos no nitrogenados (Kg/ha)	22
4.2.10	Elementos no nitrogenados (%).....	22
CAPITULO V.....		24
5	CONCLUSIONES.....	24

RECOMENDACIONES 25

BIBLIOGRAFÍAxiii

TABLAS

Tabla 1. Características meteorológicas presentadas en el ensayo.....	9
Tabla 2. Descripción de la unidad experimental.	10
Tabla 3. Esquema del ADEVA.....	10
Tabla 4. Porcentaje de ELNN del forraje de dos variedades de maíz para alimentación bovina en el trópico húmedo.	23

FIGURAS

Figura 1. <i>Producción de materia verde de dos variedades de maíz en el cantón El Carmen.</i>	14
Figura 2. <i>Porcentaje de materia seca de dos variedades de maíz para alimentación en rumiantes en el trópico húmedo.</i>	15
Figura 3. <i>Proteína cruda en kilogramos por hectárea de dos variedades de maíz para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.</i>	16
Figura 4. <i>Porcentaje de proteína cruda del forraje de dos variedades de maíz para alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.</i>	17
Figura 5. <i>Extracto Etéreo en kilogramos por hectárea de dos variedades de maíz para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.</i>	18
Figura 6. <i>Porcentaje de extracto etéreo de dos variedades de maíz para alimentación bovina en el trópico húmedo.</i>	18
Figura 7. <i>Ceniza en kilogramos por hectárea de dos variedades de maíz para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.</i>	19
Figura 8. <i>Porcentaje de ceniza de dos variedades de maíz para alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.</i>	19
Figura 9. <i>Fibra cruda en kilogramos por hectárea de dos variedades de maíz para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.</i>	21
Figura 10. <i>Porcentaje de fibra cruda de dos variedades de maíz para alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.</i>	21
Figura 11. <i>Fibra cruda en kilogramos por hectárea de dos variedades de maíz para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.</i>	22

ANEXOS

Anexo 1. ADEVA el rendimiento del ensilaje de maíz en materia verde.....	xv
Anexo 2. ADEVA del porcentaje de humedad del ensilaje de maíz.....	xv
Anexo 3. ADEVA del porcentaje de proteína cruda de las variedades del ensilaje de maíz. ...	xv
Anexo 4. ADEVA del extracto etéreo de dos variedades de ensilaje de maíz.....	xv
Anexo 5. ADEVA del porcentaje de ceniza del ensilaje de maíz de dos variedades.....	xv
Anexo 6. ADEVA de la fibra cruda del ensilaje de maíz en dos variedades.....	xvi
Anexo 7. ADEVA del ELNN del ensilaje de maíz bajo dos variedades.....	xvi
Anexo 8. ADEVA del porcentaje de materia seca del ensilaje de maíz.	xvi
Anexo 9. Labores culturales en el cultivo de las variedades de maíz.	xvii
Anexo 10. Mazorca de maíz en etapa fenológica de cosecha para el ensilaje.	xviii
Anexo 11. Ensayos establecidos y identificados apropiadamente	xix
Anexo 12. Cosecha de las plantas con mazorcas con granos en línea media de lechosa.....	xx

RESUMEN

Se realizó un proyecto de investigación en los predios de la granja experimental Río Suma de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ubicada en el cantón el Carmen Manabí a la altura del kilómetro 30 de la vía Santo Domingo Chone, con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico y aporte nutricional del maíz híbrido y criollo para ensilaje con aplicación de bacterias acidolácticas en el trópico húmedo, para esto se prepararon silos en fundas de 50 libras en el que se les suministraron 6 ml de Silobacter® más 6% de melaza; las plantas de maíz se sembraron en distanciamiento de 20 cm por 70 cm en la variedad híbrida mientras que en el criollo se cultivó a 20 cm por 80 cm; a los 80 días después de la siembra se cortaron las plantas y se elaboraron los silos, los cuales fueron abiertos después de 40 días; se estableció un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con las 2 variedades como tratamientos y 7 repeticiones, se realizó una prueba de Tukey al 5% para comparar las medias. En los resultados obtenidos sobre el rendimiento agronómico se determinó que el maíz criollo alcanzó la mayor producción en materia verde con 48.999,31 kg por hectárea y un porcentaje de materia seca de 24,59%; en cuanto a los análisis bromatológicos se determinó que la variedad de maíz híbrido tuvo los mejores porcentajes en proteína cruda con 11,19% en extracto etéreo con 4,51% y ceniza con el 8,42%.

Palabras claves: ensilaje, bacterias acidolácticas, forraje.

ABSTRACT

A research project was carried out on the grounds of the Río Suma experimental farm of the agricultural engineering career of the Laica Eloy Alfaro University of Manabí, located in El Carmen Manabí canton at kilometer 30 of Santo Domingo Chone road, with the objective of evaluating the agronomic behavior and nutritional contribution of hybrid and creole corn for silage with the application of lactic acid bacteria in the humid tropics, for this silos were prepared with covers of 1 cubic m in which they were supplied with 6 ml of the Silobacter® plus molasses; the corn plants were planted at a distance of 20 cm by 70 cm in the hybrid variety, while in the creole it was grown at 20 cm by 80 cm; 80 days after sowing, the plants were cut and the threads were made, which were opened after 40 days; a completely randomized block design (DBCA) was established with the 2 varieties as treatments and 7 repetitions, a 5% Tukey test was performed to compare the means. In the results obtained on the agronomic performance, it was determined that the Creole corn reached the highest production in green matter with 48,999.31 kg per hectare and a percentage of dry matter of 24.59%; Regarding the bromatological analysis, it was determined that the hybrid corn variety had the best percentages in crude protein with 11.19% in ether extract with 4.51% and ash with 8.42%.

Keywords: silage, lactic acid bacteria, forage.

INTRODUCCIÓN

En la producción ganadera los pastos son un componente esencial para la alimentación y nutrición de los rumiantes a nivel mundial, debido a que proporcionan los componentes necesarios para la explotación además de la facilidad de manejo y el bajo costo de implementación y mantenimiento que supone, por esta razón los ganaderos deciden basar la dieta de los bovinos en los forrajes provenientes de las pasturas, especialmente en el trópico donde las tecnologías son básicas y no suponen mayor complejidad (Molano, 2013, pág. 21).

A pesar de la importancia que tienen los pastos en la alimentación de los rumiantes uno de los principales problemas que afecta a la nutrición de los animales, especialmente en las regiones tropicales es la escasez de forrajes durante la época seca, en la que el rendimiento en las pasturas disminuye considerablemente, mientras que en la época lluviosa esta incrementa desproporcionadamente y no es utilizada adecuadamente, afectando de manera general la producción ganadera (Vera *et al.*, 2018, pág. 1).

Entre las alternativas viables que se pueden aplicar para contrarrestar la falta de alimentación en la ganadería durante la época seca, se encuentra el ensilaje del forraje de maíz, el cual no sólo se ha utilizado dentro de la ganadería bovina sino también en las ovejas, los equinos y caprinos, esto debido a su proporción de materia seca, además de la alta palatabilidad que tienen para los animales y los contenidos energéticos que brindan, el ensilaje de este producto puede almacenarse durante el invierno y suministrarlo al ganado durante la escasez de forraje de las pasturas, todo esto sin afectar los costos de producción final del productor (González, 2017, pág. 1).

La práctica del ensilaje es una opción para la conservación en los forrajes cosechados, que tienen la finalidad de alimentar a los rumiantes, la base de estos es la fermentación del ácido láctico de manera natural en la que se combinan los carbohidratos solubles y pasan a ser ácidos orgánicos, específicamente el ácido láctico; por lo general el valor de pH de éste disminuye y el material es conservado, además suelen contener inoculantes principalmente los denominados BAL que se utilizan como un complemento al ensilaje para mejorar la conservación de manera eficiente (Medina *et al.*, 2021).

El cultivo de maíz como fuente de alimentación ganadera y aporte básico de energía en los animales es muy utilizado en los bovinos, con propósito de producción cárnica y láctea, especialmente en Norteamérica, Sudamérica y gran parte de los países europeos; en cuanto al uso del ensilaje el forraje de maíz es considerado como el rey de los productos, esto por el alto contenido de materia seca que produce y los niveles de azúcares y almidón que alcanza, lo que

ha permitido que algunas regiones en las que se produce la ganadería bovina implementen el mejoramiento de la genética de este cultivar, con el objetivo de incrementar el rendimiento de la mazorca, sino también sus cualidades foliares (Sánchez e Hidalgo, 2018).

Durante los últimos años en todas las regiones del mundo el ensilaje de maíz ha resultado ser una opción positiva para los ganaderos, para mejorar y complementar la dieta de los bovinos, alcanzando mayor ganancia de peso en la ganadería de carne y mayor producción láctea; en algunos países europeos el 90% del forraje proveniente del maíz es almacenado en forma de ensilaje, por otra parte en otras regiones la tendencia a utilizar el forraje del maíz se centra en la elaboración del heno alcanzando el 50% de toda la producción foliar, esto por aprovechar las condiciones agroclimáticas en el cultivo (Elferink *et al.*, 2011).

Por esta razón se planteó este trabajo de investigación con:

Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico y aporte nutricional de maíz híbrido y criollo para ensilaje con aplicación de bacterias acidolácticas en el trópico húmedo en El Carmen-Manabí.

Objetivos Específicos

- Determinar el mejor rendimiento de biomasa de maíz híbrido y criollo por unidad de área de los tratamientos en estudio.
- Analizar la composición bromatológica del ensilaje de maíz híbrido y criollo con la aplicación de bacterias acidolácticas.
- Determinar el ensilaje de maíz híbrido y criollo de los tratamientos en estudio que presente mayor aporte nutricional para consumo de rumiantes.

Hipótesis

- Ha: La aplicación de bacterias acidolácticas influye significativamente en la calidad bromatológica del ensilaje de maíz híbrido o criollo.
- Ho: La aplicación de bacterias acidolácticas no influye en la calidad bromatológica del ensilaje de maíz híbrido o criollo.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 La ganadería en Ecuador

Durante las últimas décadas la ganadería en Ecuador ha significado una fuente de ingresos económicos, además de una actividad comercial que sustenta a miles de familias mediante la venta de sus productos, esto sumado a que crean plazas de empleo, aportando enormemente al sostenimiento económico de familias necesitadas; otra de las aportaciones de la ganadería en el país es la producción de alimentos tanto en carne, leche y otros derivados que se comercializan a nivel nacional, productos que forman parte esencial de la canasta básica familiar (Gutiérrez y López, 2018).

Básicamente el sistema de alimentación en el trópico ecuatoriano es similar al manejado en los demás países del continente americano, en la que los animales se los maneja de manera extensiva, es decir, pastoreando libremente consumiendo el forraje que encuentran en el campo, este método representa un ahorro en cuanto al manejo animal, uso de la mano de obra y escasa utilización de materiales y equipos, ya que las pasturas crecen sin ningún manejo y los animales caminan libremente durante cierto tiempo para consumir lo que desean (Nivela *et al.*, 2017).

En la actividad ganadera principalmente la realizada en las regiones tropicales la base fundamental de la alimentación son los forrajes provenientes de las gramíneas o pasturas, que componen dentro de la dieta animal más del 90% de lo que consume, esto porque el forraje que consumen los bovinos tienen un alto contenido de proteínas carbohidratos y otros elementos que satisfacen las necesidades en el hato, además de que las inversiones y los gastos en la obtención no supone un valor significativo en comparación a otras fuentes de alimento (Villacis, 2019).

Entre los problemas más comunes en la alimentación de rumiantes del sistema extensivo se encuentran el sobrepastoreo de las praderas, en donde los forrajes no tienen descansos regulares para el rebrote, las pasturas no tienen una renovación y la aplicación de químicos para el control de plagas y el control de maleza es desproporcionada, esto sumado al pisoteo de los animales que disminuye el potencial productivo del suelo donde crecen los pastos (Gutiérrez y López, 2018).

Se debe considerar que la alimentación ganadera es de vital importancia para el incremento de la productividad animal tanto en carne como en leche, por esta razón la

composición química del forraje debe ser evaluada especialmente en el porcentaje de materia seca, proteína, energía y fibra para garantizar una correcta nutrición en los animales, volviendo eficiente el uso de los recursos y aprovechando de manera eficaz el suelo (FAO, 2018).

En Ecuador se registran alrededor de 4,65 millones de cabezas de rumiantes, de los cuales la sierra posee 2,66 millones mientras que la costa apenas 1,63 millones de animales; a pesar del gran registro que posee la región sierra la provincia de Manabí localizada en la región costa cuenta con la mayor cantidad entre las demás con un número de 863 749 rumiantes, convirtiéndose en la más importante en la cría y producción de estos (INEC, 2022).

1.2 El cultivo de maíz en Ecuador

Por su función en la seguridad alimentaria de las familias ecuatorianas el cultivo de maíz ha venido evolucionando en su nivel de importancia y no sólo a nivel social sino también a nivel pecuario, ya que el 80% en la producción del maíz amarillo es destinado a la industria para su procesamiento y convertirlo en balanceado para el sector porcino y avícola, sosteniendo la producción de estos importantes sectores de la producción animal (Zambrano *et al.*, 2019).

La producción de este cultivo ha venido incrementando durante las dos últimas décadas, esto por la relevancia que ha venido ganando y por el mejoramiento genético que han tenido las semillas cultivadas, en la actualidad se cuentan con semillas híbridas certificadas y el asesoramiento técnico de las compañías privadas que ayudan a mejorar el rendimiento productivo de las plantas, desde el ministerio de agricultura y ganadería que también ha introducido híbridos mejorados (Zambrano y Andrade, 2021).

Según los datos estadísticos reportados por el INEC (2022), en Ecuador para el año 2021 la producción de maíz alcanzó los 1,85 millones de t con una superficie sembrada de 453,718 ha; la región costa es la de mayor participación en producción y superficie con valores de 1'581,313 t y un área cultivada de 325,629 ha, dentro de esta las provincias de Manabí y Los Ríos se posesionan como las de mayor actividad en este cultivo.

1.2.1 Generalidades del maíz

Básicamente la fenología de la planta del maíz se desarrolla en 3 fases: la primera inicia con la germinación de las semillas luego de la siembra, continúa con la fase de la floración de las plantas y termina con la formación de la mazorca, según lo mencionado por Fassio *et al.*, (1988) el crecimiento de la planta del maíz considerando la fenología inicia desde el momento de la siembra, esta fase tarda justo antes de que las estructuras reproductivas hacen su aparición,

durante esta fase se debe evitar cualquier daño en la estructura de la planta ya que podría provocar la muerte de la esta.

La última fase es la cosecha de la planta, en la cual se han formado todas las hojas y la mazorca ha alcanzado su máximo potencial, los granos de maíz cuentan con un amplio uso en el mercado nacional, se emplea como cereal, el grano para la elaboración de muchos platos y otros fines a la industria y el follaje como fuente de alimentación en algunas especies ganaderas; según la información estadística el 66% del cultivo de maíz se destina a la alimentación animal, mientras que el 20% sirve para el consumo humano de forma directa, el 8% es utilizado en las industrias para la creación de alimentos y otros productos (Paliwal, 2018).

En el cultivo de maíz la planta está compuesta por partes que pueden ser utilizadas con otros fines, para aprovechar de esta manera todo el sistema de producción, el tallo como el forraje y la mazorca de maíz debidamente procesados se pueden utilizar como concentrados o abono, estos cuentan con una cantidad de 71,5% de almidón, 10,3% de proteína, 4,8% de aceite, 2 de azúcares y por último 1,4% de cenizas; lo que convierte al maíz como una planta multiusos y con excelentes características para el consumo animal (Villón, 2019).

1.2.2 Ensilaje de maíz

El ensilaje es un procedimiento por el cual los forrajes provenientes de las pasturas o gramíneas son conservados como un subproducto derivado de la agronomía, la característica de este es su alto porcentaje de humedad alcanzando desde el 60 hasta el 70%; la manera en la que se conserva consiste en compactar el producto en un medio anaeróbico mediante la expulsión del aire, para generar la fermentación de este: estas condiciones ayudaría a que las bacterias se desarrollen y logren acidificar el producto final (Santos *et al.*, 2014).

El crecimiento del maíz está directamente influenciado por las condiciones ambientales en la zona que se siembra, sin embargo, la materia seca debe alcanzar valores de entre el 30% y el 35%, en las condiciones donde esta cantidad sea menor implica que la acumulación de carbohidratos no ha sido la adecuada y puede presentar problemas en el silo, por otra parte si el contenido de materia seca es alto significa que el follaje ha sobrepasado su nivel de madurez adecuada, lo cual terminará afectando la digestibilidad y la calidad del mismo, la edad adecuada para cortar el follaje es hasta los 90 días después de la siembra (Linares, 2016).

La edad de corte es importante dentro del forraje del maíz cuando éste se realiza con un 65% de humedad el rendimiento en materia seca puede alcanzar hasta los 5,000 kg ha⁻¹, mientras que al realizarlo en un 70% la relación de la materia seca alcanza el 30% lo que se

traduce en una mayor producción de forraje de buena calidad; por otra parte cuando el corte se hace de manera retrasada la materia seca puede llegar a un porcentaje del 60% en el que podremos observar una menor calidad en las hojas y un deterioro significativo hasta en el tallo (Méndez, 2018).

1.2.3 Proceso de ensilado

Una de las características con las que debe contar el forraje para la fermentación adecuada del ensilado es el tamaño de las partículas del material, por esta razón el picado es una actividad importante durante el proceso del ensilado; cuando el picado se realiza de manera larga la compactación y la eliminación del oxígeno serán menores, mientras que más pequeña las porciones de forraje se puede obtener una mejor disponibilidad de los carbohidratos, sin embargo, esto suele ocasionar que por lixiviación se pierda en el tracto digestivo del animal (Bonilla, 2016).

Al ensilado se le agregan inoculantes los cuales se definen como sustancias que se suministran en el silo, con la finalidad de aumentar la velocidad de la fermentación, ésta se da gracias a las bacterias que producen el ácido láctico y el ácido acético, los cuales ayudan a que se prolongue la estabilidad aeróbica; entre las bacterias que se utilizan están las homofermentativas y las heterofermentativas, las primeras se caracterizan por producir exclusivamente el ácido láctico, y encontramos el *Enterococcus faecium* y el *Lactobacillus plantarum*, los cuales son los encargados de reducir de manera acelerada el pH del material a ensilar (FEDEGAN, 2020).

CAPÍTULO II

2 ANTECEDENTES

Mediante la investigación bibliográfica del tema de investigación se lograron recopilar los siguientes antecedentes investigativos:

En una investigación realizada por Villón, (2019) sobre el ensilaje de dos híbridos de maíz expreso el siguiente resumen:

Esta investigación se efectuó en las propiedades de productores de la parroquia las Balsas, ubicada en el km 42 de la vía a la parroquia Colonche, con una altura de 102 msnm en la provincia de Santa Elena. La temperatura media anual osciló entre 24,6 °C y la precipitación media de 264 milímetros.

El objetivo de esta investigación se centró en establecer el rendimiento y calidad nutricional de dos híbridos de maíz (Trueno y Auténtica 259) bajo dos distancias de siembra y tres momentos de corte diferentes. Se implementó un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

El análisis estadístico mostró que a los 80 días el T3= Auténtica (0,80 x 0,20) alcanzó su mayor altura de la planta 261,00 cm y en el mismo tratamiento el segundo entrenudo obtuvo el mayor diámetro con 3,18 cm. La mayor longitud de la hoja (109,00 cm) la alcanzó a los 80 días en el T4 = Auténtica (0,60 x 0,25). El híbrido con un mayor diámetro de rango en la hoja fue el T4 = Auténtica (0,60 x 0,25) a los 70 días con 14,00 cm. La mayor producción de biomasa se la obtuvo a los 70 días con el T1 = Trueno (0,80 x 0,20) con un rendimiento de 52,25 t/ha en la finca "Rafael". Los análisis bromatológicos mostraron la mayor concentración de MS (47,89 %) y su mayor calidad nutricional en proteína cruda (11,76%) a los 70 días en el híbrido Auténtica. La fibra neutra (FDN) mostró el mayor porcentaje con 71,68% y la fibra ácida (FDA) con 48.97% a los 60 días. (Villón, 2019, pág. XI).

Mientras que por otra parte en el estudio de Narváez, (2013) con la aplicación de inoculantes sobre las características microbianas del ensilaje de maíz presento el siguiente resumen de investigación:

El objetivo fue determinar el efecto de la aplicación de inoculantes sobre las características microbianas de ensilajes de maíz forrajero. A el maíz lo cosechó a los 60 días. Se efectuaron silos de PVC donde se depositó 3 kg de maíz forrajero aproximadamente más la inclusión de Lacto Silo y Sil-All, donde se preparó una solución que contuvo 750 ml de agua

destilada con la adición de 1,8 gramos de cada inoculante, cada silo se agregó 62,5 ml de la solución inoculante. Por otro lado, también se les adicionó melaza como fuente de glúcidos solubles. Se utilizaron 3 tratamientos con seis repeticiones, con un total de 18 silos distribuidos en un Diseño de Bloques Completamente al Azar; T1 forraje de maíz + melaza sin inóculo; T2 forraje de maíz + melaza + Sil-All 4 x 4®; T3 forraje de maíz + melaza + Lacto Silo® y se evaluó un periodo de fermentación (60 días).

Las variables evaluadas fueron: composición microbiana (bacterias, lactobacilos, hongos y levaduras). Los resultados demostraron que en el proceso de ensilaje por la adición de inoculantes bacterianos se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) en el crecimiento de bacterias, el T3 (Lacto Silo) alcanzó el mayor crecimiento (9.43 UFC mL⁻¹), esto indica que, si causó efecto para esta variable, mientras que para lactobacilos, hongos y levaduras no se encontró diferencias significativas. Podemos concluir que este proceso de ensilado de maíz con la colocación de los inoculantes presentó cambios, por lo que se estima que fue buena opción para mejorar el ensilaje y calidad del ensilaje para proporcionar alimento a los rumiantes (Narváez, 2013, pág. XII).

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del ensayo.

La presente investigación se desarrolla en el proyecto de mejora productiva y ganadería regenerativa con rumiantes menores tropicales en el predio de la Granja Experimental Río Suma de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en el Cantón El Carmen, Manabí ubicada en el Km 30 de la vía Santo Domingo- Chone margen derecho.

3.2 Características agroecológicas de la zona.

Tabla 1.

Características meteorológicas presentadas en el ensayo.

Características	El Carmen
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1 026,2
Precipitación media anual (mm)	2 806
Altitud (msnm)	260

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022).

3.3 Variables en estudio

3.3.1 Variables independientes

- Variedades de maíz (Híbrido y Criollo).

3.3.2 Variables dependientes

- Análisis Bromatológicos: proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), ceniza, ELNN y extracto etéreo.
- Biomasa por metro cuadrado

3.4 Característica de las Unidades Experimentales

Tabla 2.

Descripción de la unidad experimental.

Características de las unidades experimentales	Variedad criolla	Variedad híbrida
Superficie del ensayo	10,35 m ²	10,35 m ²
Número de parcelas	7	7
Dimensiones de parcelas	3 x 3,45 m	3 x 3,45 m
Distancia de siembra	20 cm x 80 cm	20 cm x 70 cm
Semillas por hoyo	2	1
Densidad poblacional	62.500 plantas/ha	17.429 plantas/ha
Población del ensayo	120 plantas	75 plantas

3.5 Tratamientos

Se utilizaron dos variedades de maíz, Híbrido INIAP H- 551 y Criollo Amarillo, en parcelas con 7 bloques en total, es decir, 2 tratamientos con 7 repeticiones de cada variedad de maíz.

3.6 Diseño experimental

Tabla 3.

Esquema del ADEVA

F.V.	gL
Total	(t * r) - 1 13
Tratamiento	t - 1 1
Repetición	r - 1 6
Error Experimental	(t - 1) (r - 1) 6

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en las variables de biomasa por metro cuadrado y DCA en los análisis bromatológicos, consistió en analizar los

cocientes de las varianzas para probar la hipótesis de igualdad o desigualdad entre las medias de los tratamientos, se realizó la prueba de Tukey al 5%.

3.7 Materiales e instrumentos

3.7.1 Equipos de campo

Semilla de maíz

Machete

Soga

Balanza

Cuchillo

Fundas para ensilaje

Bacterias

Fundas

3.7.2 Materiales de oficina

Computadora

Papel

Cinta

Lapiceros

Hojas de registro

3.8 Manejo del Ensayo

3.8.1 Trazado de parcelas

Se utilizó un sistema de trazado en rectángulo debido a que el terreno era plano.

3.8.2 Preparación de terreno

Se realizó un control de maleza inicial para el establecimiento del cultivo de maíz.

3.8.3 Siembra

Previo al establecimiento del cultivo, se realizó un análisis de suelo para determinar las condiciones edáficas, luego se plantaron las semillas de ambas variedades con distanciamiento de 20 cm x 70 cm en la variedad híbrida y de 20 cm x 80 cm en la criolla; en cada hoyo se ubicaron 2 semillas para garantizar la germinación de las plantas y reducir el riesgo de planta faltante.

3.8.4 Fertilización

Se aplicó UREA en dos ocasiones al voleo, la cantidad suministrada consistió en 8 kg repartidos para ambas parcelas, es decir, 4 kg para cada variedad y 2 kg en cada aplicación; siendo más en el híbrido por la cantidad de plantas establecidas.

3.8.5 Cosecha del forraje

La planta del maíz fue cosechada a los 80 días después de la siembra en la variedad criolla y en la variedad híbrida a los 92 días de la siembra al momento en el que la mazorca cuenta con granos de tipo lechoso o línea media de leche, con la finalidad de aprovechar los nutrientes que contiene la planta, se procedió a realizar el ensilaje del material con la planta entera sin las raíces.

3.8.6 Aplicación de Bacterias Acidolácticas

Al momento de la preparación del ensilaje de la planta de maíz se suministró el Silobacter, inoculante caracterizado por contar con la asociación de 7 lactobacilos activos de la especie *Lactobacillus buchneri*, *Platarum* y otros, los cuales ayudan al control del proceso de fermentación del ensilado, esto lo hace más eficiente y permite alcanzar una mayor estabilidad aeróbica cuando se utilice para la alimentación. Otra de las ventajas por las que se utilizó este producto es por su contenido de enzimas celulolíticas se encuentra en el 4% del producto, esto ayuda a incrementar la digestibilidad de las fibras, haciendo que el alimento sea mejor aprovechado y se incremente la producción, las dosis utilizadas fueron de 0,25ml en cada silo elaborado con las 2 variedades de maíz, asegurando un mínimo por tonelada como recomienda el fabricante.

3.8.7 Elaboración del ensilaje

Para la elaboración del ensilaje en primer lugar se procedió a cortar en partículas pequeñas de 2 cm a la planta de maíz, luego en una saca con dimensiones de 1 m³ se colocó el

material picado, mediante este sistema se determinó la cantidad de materia fresca en kilogramos de maíz picado.

Luego de preparada las fundas de los silos con las plantas de maíz, se compactó todo el material y se selló, buscando eliminar la mayor cantidad de aire; se aplicó la dosis de bacteria además de la melaza; al finalizar se sellaron las fundas, las cuales se abrieron a los 40 días, adicional a esto se tomó 100 g para enviar al Laboratorio.

Manejo fitosanitario

Se realizó un constante monitoreo a las plantas del maíz durante su desarrollo para comprobar si había presencia de insectos o enfermedades para la aplicación de pesticidas de acuerdo con lo encontrado; se aplicaron herbicidas como Glifosato y glufosinato de amonio para el control de malezas y un insecticida (Bala 25 cm en bomba de 20 litros) para el ataque de insectos.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

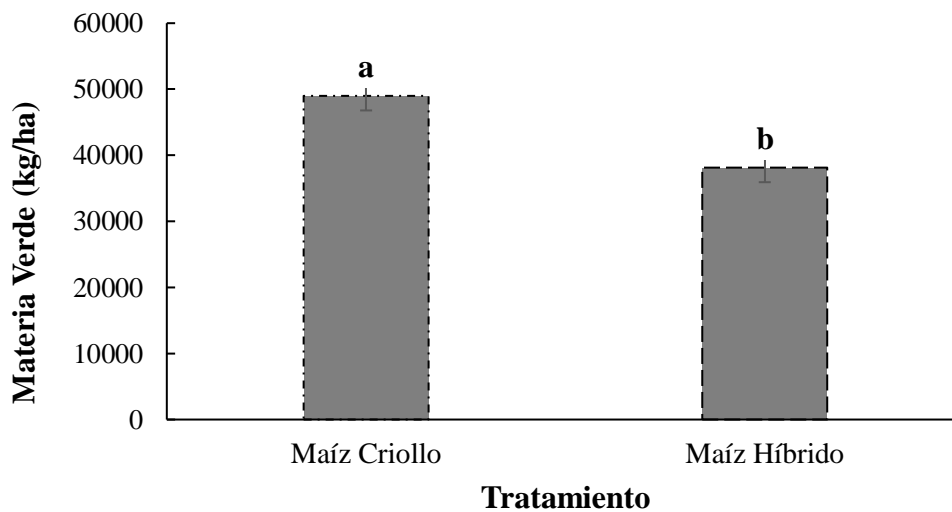
4.1 Parámetros agronómicos

4.1.1 Materia verde

Mediante el análisis de los resultados se ha determinado que en la producción de materia verde de las 2 variedades de maíz existe diferencias significativas ($p < 0,05$) según el ADEVA; esto indica que las variedades cultivadas de esta gramínea influye en el rendimiento foliar obtenido al final en la cosecha, el coeficiente de variación para esta variable llegó a los 13,42% (figura 1).

Figura 1.

Producción de materia verde de dos de variedades de maíz en el cantón El Carmen.



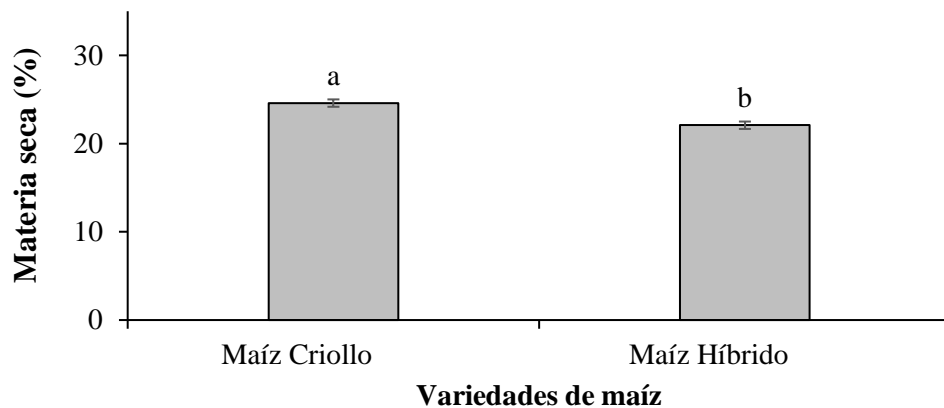
El maíz de la variedad criollo alcanza un mayor rendimiento en kilogramos por hectárea ($48.999,31 \text{ kg ha}^{-1}$) mientras que el híbrido quedó en segundo lugar en este parámetro productivo ($38.129,75 \text{ kg ha}^{-1}$); esta diferencia obtenida en la investigación es similar a la reportada por Zaragoza *et al.*, (2019) en la que evaluó diferentes híbridos de maíz para determinar su rendimiento y características bromatológicas, en cuanto al rendimiento en materia verde se reportaron diferencias significativas entre las diferentes variedades utilizadas, la producción más alta reportada llegó a los 75 t ha^{-1} mientras que la producción más baja se reportó en 50 t ha^{-1} .

4.1.2 Porcentaje de materia seca

Según ADEVA en relación con el porcentaje de materia verde y seca de las dos variedades de maíz cultivado como alimento forrajero para la ganadería, se reportaron diferencias significativas ($p < 0,05$), en la que el maíz híbrido alcanzó el mayor porcentaje estadísticamente del 22,08% de materia seca, mientras que el maíz criollo obtuvo 24,59% de dicha variable; el coeficiente de variación en esta variable se determinó en 5,13 respectivamente (figura 2).

Figura 2.

Porcentaje de materia seca de dos variedades de maíz para alimentación en rumiantes en el trópico húmedo.



Esta respuesta encontrada entre el maíz criollo e híbrido nada difiere a la expuesta por Zaragoza *et al.*, (2019) en la que no se encontraron diferencias estadísticas entre los híbridos de maíz, sin embargo, el porcentaje promedio de la materia seca del forraje de esta investigación superó a los obtenidos en la figura 2 en ensilaje, con un valor del 36% de materia seca en uso directo en la alimentación bovina.

Hazard *et al.*, (2001) realizaron una investigación en la que evaluó las características bromatológicas del ensilaje de varias especies forrajeras, en cuanto al ensilaje de la hoja de maíz el contenido de materia seca resultó ligeramente superior al de esta investigación con un promedio de 28,14%, las demás especies forrajeras reportaron valores superiores en esta variable como en el trébol rosado el porcentaje llegó a 39,44% y en el heno de alfalfa el promedio fue de 84,5%.

En ensayo realizado con el ensilaje de maíz bajo la inclusión de varios niveles de vinaza ya se encontraron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de materia seca, valores que se mantuvieron por debajo de los reportados en esta investigación, el testigo alcanzó el más alto porcentaje con 22% de MS mientras que los tratamientos en los que se incluyeron la vinaza los promedios en esta variable estuvieron por debajo de los 19,2% (Rendón *et al.*, 2013).

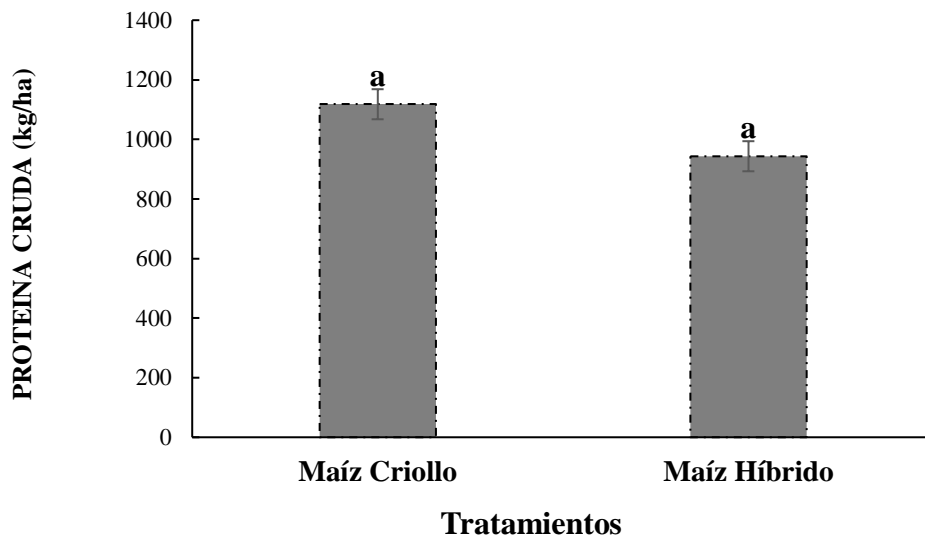
4.2 Análisis bromatológico

4.2.1 Proteína cruda (kg/ha)

No se encontró diferencias estadísticas de la variable proteína cruda kg/ha con referencia a las variedades de maíz ya que el maíz criollo reporta la media más alta 1.117,84kg/ha y el maíz híbrido 943 kg/ha según el test de Tukey al 5% con un coeficiente de variación del 12,96% (Figura 3).

Figura 3.

Proteína cruda en kilogramos por hectárea de dos variedades de maíz para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.

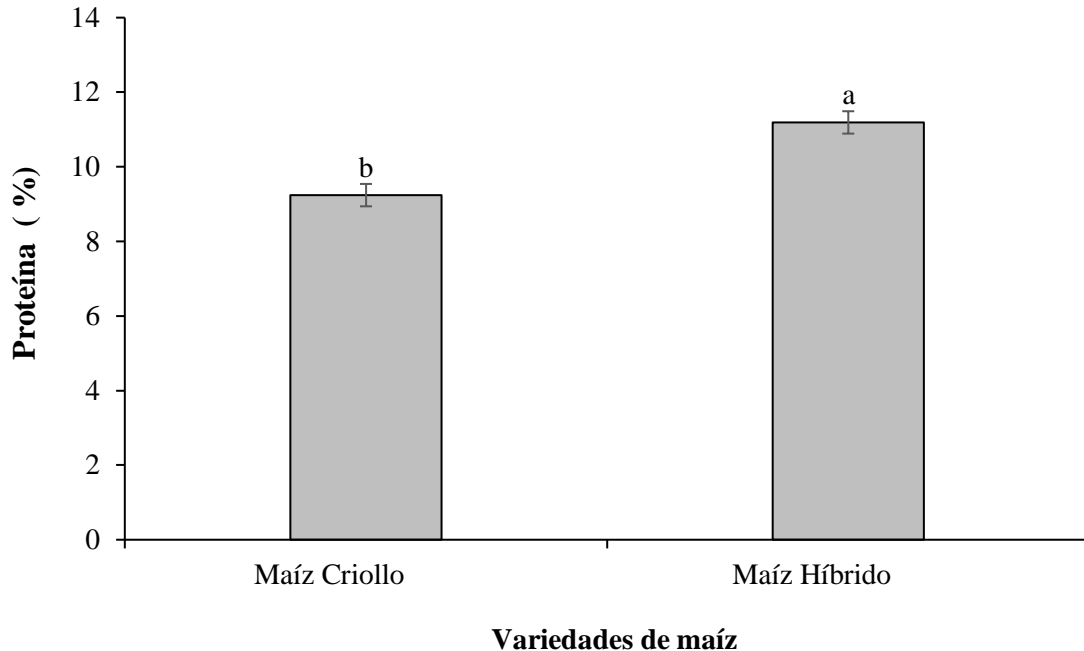


4.2.2 Proteína Cruda (%)

En el contenido de proteína en la materia seca de las 2 variedades de maíz se reportaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la media de los tratamientos, esto demuestra que la variedad cultivada influye de manera estadística el porcentaje de proteína alcanzado en el forraje, siendo el maíz híbrido el más alto con un promedio de 11,19% mientras que en el maíz criollo el valor llegó a los 9,24% de proteína cruda; el coeficiente de variación para esta variable fue de 7,87 (figura 4).

Figura 4.

Porcentaje de proteína cruda del forraje de dos variedades de maíz para alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.



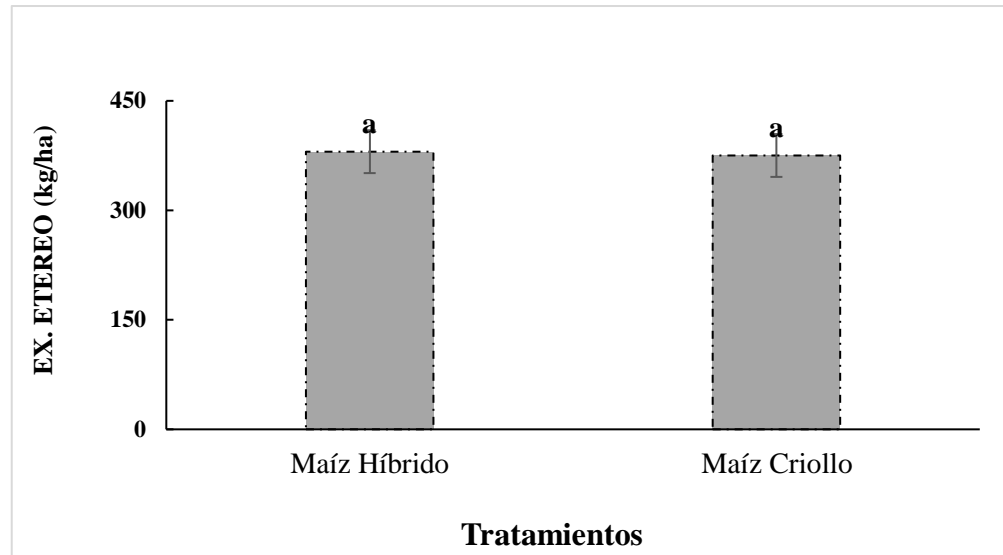
Los promedios encontrados en esta investigación coinciden a los reportados por Hazard *et al.*, (2001) en el ensilaje de maíz el cual alcanzó en promedio 8,35% superando al maíz criollo pero manteniéndose por debajo del maíz híbrido; por otra parte los valores encontrados fueron superior a los expuestos por Rendón *et al.*, (2013) en el uso de vinaza, en el mejor de los tratamientos se alcanzó una proteína cruda de 8,9% mientras que el testigo, es decir, sin el uso de vinaza el porcentaje cayó hasta 6,3%.

4.2.3 Extracto Etéreo (kg/ha)

No hubo diferencias estadísticas entre las variedades de maíz ya que el maíz criollo reporta la media más alta 380kg/ha, y el maíz híbrido 375kg/ha según el test de Tukey al 5% con un coeficiente de variación del 20,56 (Figura 5).

Figura 5.

Extracto Etéreo en kilogramos por hectárea de dos variedades de maíz para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo

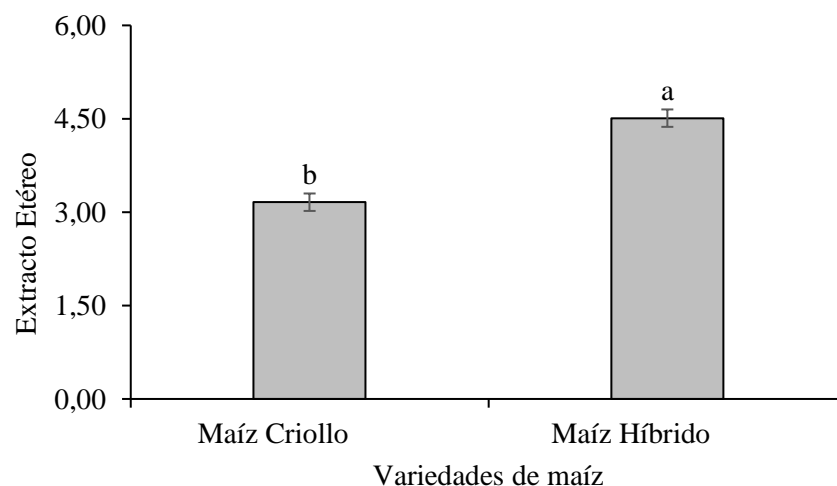


4.2.4 Extracto Etéreo (%)

En cuanto al contenido de EE en el forraje de la planta de maíz se determinó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) según el análisis de ADEVA, por lo que se establece que el forraje de las variedades de maíz contiene diferentes proporciones en relación con el porcentaje de esta variable, el maíz híbrido alcanzó en promedio un 4,51% mientras que el criollo apenas llegó a los 3,16%; el coeficiente de variación reportó un valor de 9,52 en este parámetro.

Figura 6.

Porcentaje de extracto etéreo de dos variedades de maíz para alimentación bovina en el trópico húmedo.

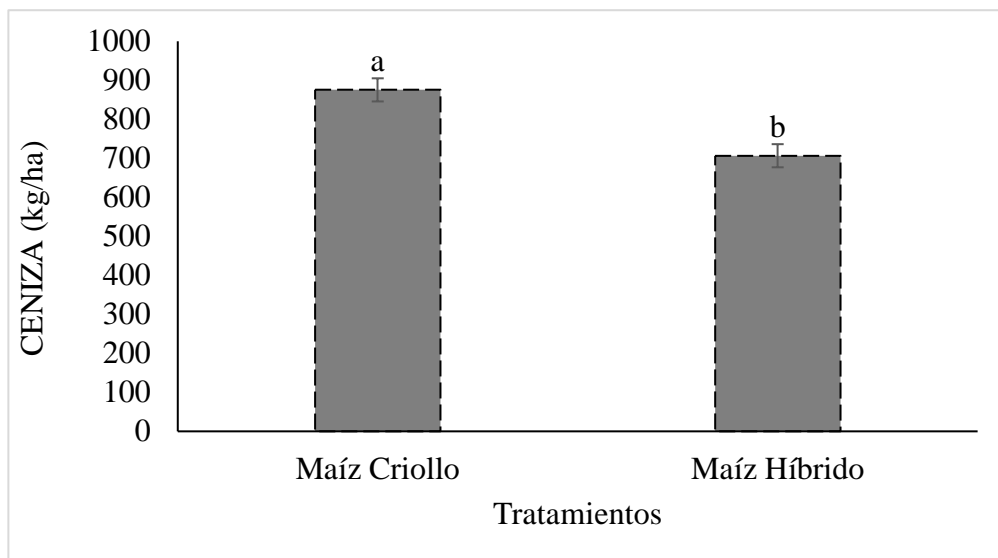


4.2.4 Ceniza (kg/ha)

Los resultados obtenidos mostraron diferencias estadísticas entre las variedades de maíz ya que el maíz híbrido reporta la media más alta 706kg kg/ha, y el maíz criollo 875kg kg/ha según el test de Tukey al 5% con un coeficiente de variación del 9,92 (Figura 7).

Figura 7.

Ceniza en kilogramos por hectárea de dos variedades de maíz para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.

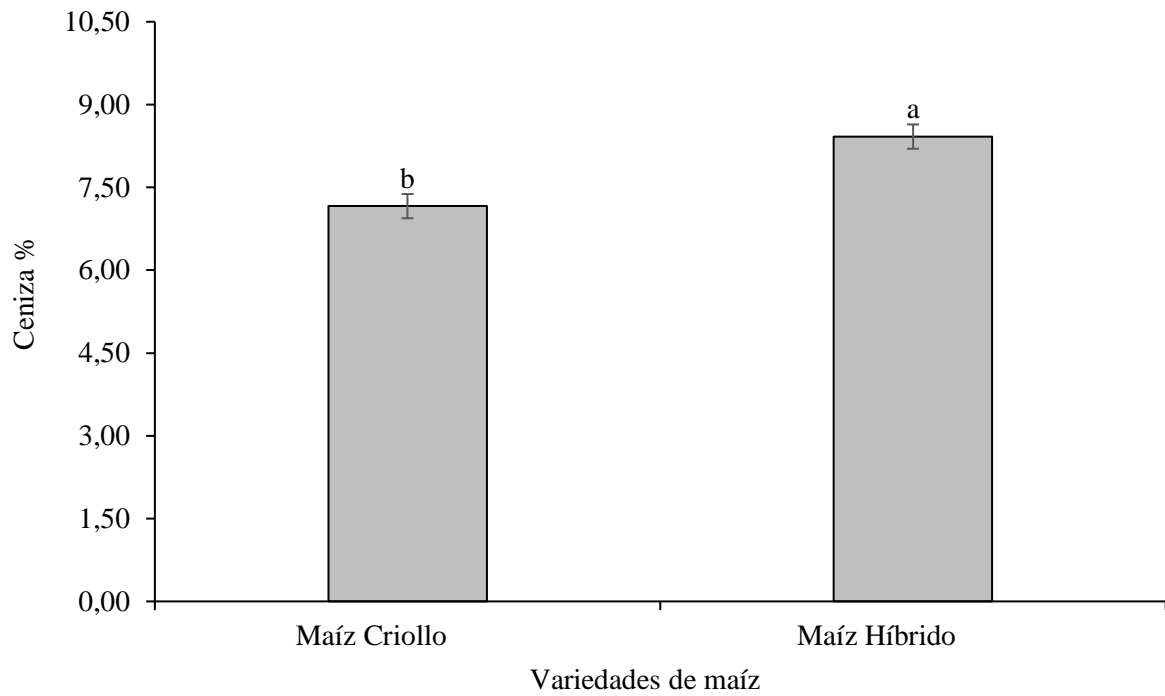


4.2.5 Ceniza (%)

En el análisis del ADEVA para la relación de la ceniza del forraje se determinó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los promedios obtenidos en las 2 variedades de maíz; el más alto en este contenido es la variedad híbrida que alcanzó valor de 8,42% mientras que el criollo apenas reportó un promedio de 7,16%, siendo el de menor porcentaje; el coeficiente de variación en esta variable alcanzó los 7,4.

Figura 8.

Porcentaje de ceniza de dos variedades de maíz para alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.



Los valores encontrados de ceniza en el forraje de maíz híbrido son similares a los reportados en la investigación del ensilaje de maíz con el uso de vinaza, en promedio las cenizas llegaron a 8,3% en los tratamientos con los niveles de vinaza mientras que el testigo reportó valores inferiores de 5,5%, en el primer caso estos promedios fueron superiores a los del maíz criollo que apenas alcanzó 7,16% en esta variable.

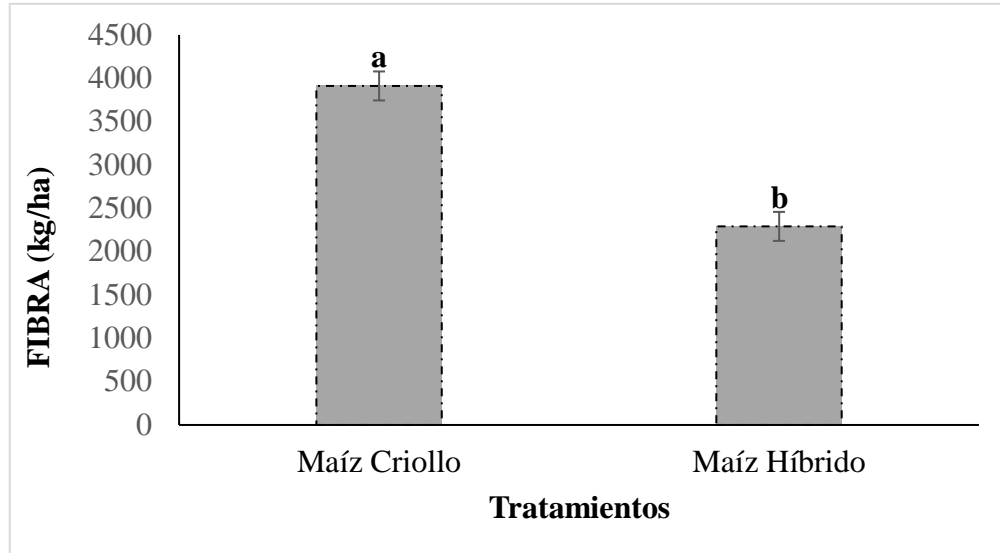
Villa et al., (2010) planteó una investigación con el objetivo de estudiar la calidad y la microbiología del ensilaje de maíz en dos épocas del año; los resultados encontrados durante la estación fría fueron similares a los obtenidos en este ensayo con un promedio de 7,8% de ceniza, mientras que durante la estación cálida los valores encontrados fueron inferior en comparación con las variedades de maíz con un promedio de 4%.

4.2.6 Fibra cruda (Kg/ha)

Los resultados mostraron diferencias estadísticas entre las variedades de maíz ya que el maíz criollo reporta la media más alta 3.910kg/ha, y el maíz híbrido con la media más baja 2.290kg/ha según el test de Tukey al 5% con un coeficiente de variación del 14,27. (Figura 9)

Figura 9.

Fibra cruda en kilogramos por hectárea de dos variedades de maíz para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.

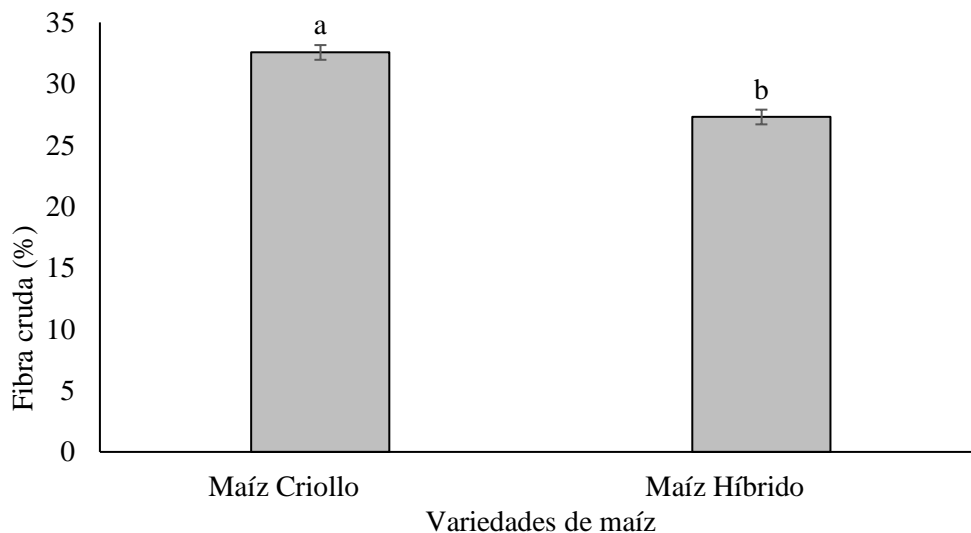


4.2.7 Fibra cruda (%)

En lo que respecta al contenido de fibra cruda se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la media de las variedades de maíz evaluadas, esto indica que los tratamientos inciden sobre el contenido de FC en el forraje; el maíz criollo alcanzó el promedio más alto en este parámetro con 32,55% mientras que la variedad híbrida apenas llegó a los 27,29%; el coeficiente de variación en esta variable tuvo un valor de 5,28.

Figura 10.

Porcentaje de fibra cruda de dos variedades de maíz para alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.



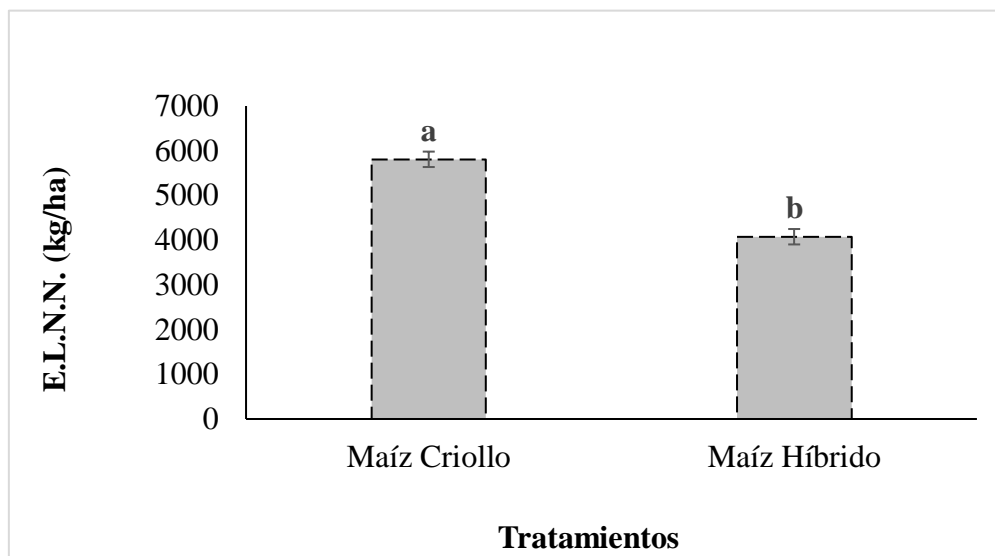
En los resultados obtenidos por Espinoza *et al.*, (2004) el porcentaje de fibra reportado se mantiene en promedio similar a los reportados en esta investigación (figura 6), con un promedio de 29,06%, los cuales son inferiores a los encontrados en el pasto que alcanzaron los 46,96%; sin embargo, estos valores son inferiores a los encontrados por Villa *et al.*, (2010) con el ensilaje de maíz bajo dos ecorregiones de Colombia, los resultados presentaron que durante la época fría la fibra alcanza promedios de 31% mientras que en la época caliente ésta se incrementa hasta los 35%.

4.2.8 Elementos no nitrogenados (Kg/ha)

Se encontraron diferencias estadísticas entre las variedades de maíz ya que el maíz criollo reporta la media más alta 5.807kg/ha y el maíz híbrido 4.076kg/ha según el test de Tukey al 5% con un coeficiente de variación de 9,23.

Figura 11.

Fibra cruda en kilogramos por hectárea de dos variedades de maíz para la alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.



4.2.10 Elementos no nitrogenados (%)

En esta variable en el análisis de los datos no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) según los resultados de ADEVA, por lo que se determina que las variedades de maíz cultivadas no presentan influencia en el contenido de ELNN en el forraje, en promedio ambas variedades alcanzaron un 48,25% de contenido en este parámetro; coeficiente de variación para este análisis llegó a los 4,03.

Tabla 4.

Porcentaje de ELNN del forraje de dos variedades de maíz, para alimentación de rumiantes en el trópico húmedo.

Tratamientos	ELNN%
Maíz Híbrido	48,6 ^a
Maíz Criollo	47,9 ^a

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos del ensilaje de maíz de las dos variedades se concluye en cuanto al rendimiento que la variedad de maíz criollo alcanza los mejores rendimientos en materia verde (48.999,31 kg/ha) y porcentaje de materia seca con un promedio de 24,59%.

En relación con los análisis bromatológicos del ensilaje de maíz se concluye que la variedad de maíz híbrido presenta los mejores porcentajes en cuanto a la proteína cruda (11,19%), extracto etéreo (4,51%) y ceniza (8,42%), mientras que la variedad criolla alcanzó mejores valores en cuanto a la fibra con 32,55%; para el ELNN no se presentaron diferencias significativas entre las variedades.

Considerando los resultados y el análisis estadístico se puede indicar que el forraje proveniente de la variedad de maíz criollo presenta mejores características en cuanto a la producción, rendimiento y la fibra cruda, sin embargo, la variedad de maíz híbrido cuenta con mejores valores en cuanto a la proteína, extracto etéreo y ceniza.

RECOMENDACIONES

Para una mayor producción y rendimiento agronómico del forraje de maíz para ensilar se recomienda esta siembra con la variedad de maíz criolla, en la cual se obtienen los mejores valores en materia verde (48.999,31 kg/ha) y porcentaje de materia seca (24,59%) para la alimentación para rumiantes.

Sin embargo, considerando el análisis bromatológico de las variedades se sugiere el uso de la variedad de maíz híbrido, para obtener un mayor porcentaje de proteína cruda (11,19%), extracto etéreo (4,51%) y ceniza (8,42%), mientras que la variedad criolla muestra una mejor respuesta en la fibra cruda (32,55%).

BIBLIOGRAFÍA

- Bonilla, J. (2016). *La Fenología del Maíz y su Relación con la Incidencia de Plagas / Intagri S.C.* intagri.com. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-fenologia-del-maiz-y-su-relacion-con-la-incidencia-de-plagas>
- Elferink, O., Driehuis, F., Gottschal, J. C., y Spoelstra, S. F. (2011). *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.* Uso del Ensilaje en el Trópico Privilegiando Opciones para Pequeños Campesinos. <https://www.fao.org/3/x8486s/x8486s04.htm>
- Espinoza, F., Argenti, P., Urdaneta, G., Araque, C., Fuentes, A., Palma, J., y Bello, C. (2004). Uso del forraje de maíz (*Zea mays*) hidropónico en la alimentación de toretes mestizos. *Zootecnia Tropical*, 22(4), 303–315.
- FAO. (2018, septiembre 3). *Buenas prácticas ganaderas impulsan la economía de pequeños productores en Ecuador.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/ar/c/1151391/>
- Fassio, A., Carriquiry, A., Tojo, C., y Romero, R. (1988). *Maíz aspectos sobre fenología.* INIA La Estanzuela.
- FEDEGAN. (2020, abril 10). *Así se puede hacer un manejo adecuado de costos al hacer silos / Fedegán* [Organización]. FEDEGAN. <https://www.fedegan.org.co/noticias/asi-se-puede-hacer-un-manejo-adecuado-de-costos-al-hacer-silos>
- González, K. (2017, julio 20). Valor nutricional de los pastos—Calidad de los pastos. [..Com]. *Zootecnia y Veterinaria es mi Pasión.* <https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/valor-nutricional-los-pastos-calidad-de-los-pastos/>
- Gutiérrez, F., y López, V. (2018). *Eficiencia de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad del forraje en pastos perennes* [Grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16095>

- Hazard, S., Morales, M. S., Butendieck, N., Gómez, P., y Mardones, P. (2001). EVALUACIÓN DE LA MEZCLA ENSILAJE DE MAÍZ CON ENSILAJE DE TRÉBOL ROSADO EN DIFERENTES PROPORCIONES, EN LA ALIMENTACIÓN INVERNAL DE VACAS LECHERAS EN LA ZONA SUR. *Agricultura Técnica*, 61(3), 306–318. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072001000300006>
- INAMHI. (2022). *Información meteo e hidro* [Red de Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas]. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. <https://inamhi.wixsite.com/inamhi/novedades>
- INEC. (2022). *Estadísticas Agropecuarias* (Estadístico Núm. 2021). Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Linares, J. (2016, marzo 24). *Maíz: Mejor momento de corte de planta entera* [Comercial]. Engormix. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/foros/maiz-mejor-momento-corte-t26586/>
- Medina, T., Dzul, J., Arroyo, G., García, I., Quiñones, M., y Mexicano, L. (2021). Microorganismos de montaña y ensilado de maíz como probióticos en la engorda de conejos. *Abanico veterinario*, 11(401). <https://doi.org/10.21929/abavet2021.7>
- Méndez, M. (2018). *Potencial forrajero de cuatro variedades costarricenses de maíz (Zea mays) evaluadas a diferentes densidades de siembra en santa Lucía, Barva de Heredia* [Grado, Universidad Nacional de Costa Rica]. <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/14189>
- Molano, M. L. (2013). *Caracterización nutricional de forrajes tropicales usando espectroscopia de infrarrojo cercano (nirs)* [Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20133>
- Narváez, D. S. (2013). *Efecto aplicación de inoculantes sobre la efecto de la aplicación de inoculantes sobre las características microbianas a los 60 días de ensilaje de maíz forrajero (Zea mays L). Mocache, Ecuador 2013* [Universidad Tecnológica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/279>

- Nivela, P. E., Avellaneda, J. H., Jumbo, M. de J., Morante, L., Lazo, Y., y Aragundi, J. G. (2017). Metalosato de zinc en respuesta agronómica y composición química del pasto mombaza en la amazonía ecuatoriana. *Revista Ciencia y Tecnología*, 10(2), 47–52.
- Paliwal, R. L. (2018). Usos del maíz. En *El Maíz en los Trópicos: Mejoramiento y producción: Vol. I* (Primera, p. 20). <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s08.htm>
- Rendón, M. E., Noguera, R., y Posada, S. L. (2013). Cinética de degradación ruminal del ensilaje de maíz con diferentes niveles de inclusión de vinaza. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 8(2), 42–51.
- Sánchez, W., y Hidalgo, C. (2018). Potencial forraje de nueve híbridos de maíz en la zona alta lechera de Costa Rica1. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 153–164.
- Santos, W., Carvalho, T. M., Cavalcanti, C. C., Espíndola, A. M., Mesquita, S. G., Neves, A., y Araújo, B. (2014). Características y estabilidad aeróbica de ensilajes de caña de azúcar, tratada con urea, NaOH y maíz. *Pastos y Forrajes*, 37(2), 182–190.
- Vera, V., Rueda, J., Salazar, C., y Castaño, F. (2018). *Proyecto de ensilaje de maíz a base de las necesidades* (p. 6). Centro agroindustrial del meta sede HACHON. https://www.academia.edu/36749861/PROYECTO_DE_ENSILAJE_DE_MAIZ_A_BASE_DE_LAS_NECESIDADES_DEL_DEPARTAMENTO_DEL_META
- Villa, A. F., Meléndez, A. P., Carulla, J. E., Pabón, M. L., y Cárdenas, E. A. (2010). Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos ecorregiones de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(1), 65–77.
- Villacis, J. M. (2019). *Utilización de gramíneas y leguminosas para la producción del ganado bovino sostenible en el litoral ecuatoriano* [Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6878>
- Villón, C. J. (2019). *Calidad nutricional de dos híbridos de maíz para ensilaje en la comuna Las Balsas-Santa Elena*. [Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4957>

- Zambrano, C. E., y Andrade, M. S. (2021). Productividad y precios de maíz duro pre y post Covid-19 en el Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 143–150.
- Zambrano, J. L., Yáñez, C., Sangoquiza, C. A., Limongi, R., Alarcón, F., Zambrano, E. E., Caicedo, M. B., Villavicencio, J. P., Cartagena, Y. E. Y. E., Parra, R., Azaquibay, C. R., Quimbiamba, V., Nieto, M. R., López, V. A., Tapia, C., Tacán, M., Villacrés, C. E., Garcés, S., Cañarte, E., ... Pinargote, L. F. (2019). Situación del cultivo de maíz en Ecuador: Investigación y desarrollo de tecnologías en el Iniap. *XXIII Reunión Latinoamericana del Maíz y IV Congreso de Semillas*, 30–31.
- Zaragoza, J., Tadeo, M., Espinosa, A., López, C., García, J. C., Zamudio, B., Turrent, A., y Rosado, F. (2019). Rendimiento y calidad de forraje de híbridos de maíz en Valles Altos de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(1), 101–111.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.1403>

ANEXOS

Anexo 1.

ADEVA el rendimiento del ensilaje de maíz en materia verde.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	495356813		7 70765258,9	2,07	0,1971
Variedad	413516215		1 413516215	12,09	0,0132
Repetición	81840598		6 13640099,7	0,4	0,856
Error	205197312		6 34199552		
Total	700554125		13		

Anexo 2.

ADEVA del porcentaje de humedad del ensilaje de maíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,44	1	23,44	16,25	0,0014
Tratamientos	23,44	1	23,44	16,25	0,0014
Error	18,75	13	1,44		
Total	42,19	14			

Anexo 3.

ADEVA del porcentaje de proteína cruda de las variedades del ensilaje de maíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,25	1	14,25	22,35	0,0004
Tratamientos	14,25	1	14,25	22,35	0,0004
Error	8,29	13	0,64		
Total	22,53	14			

Anexo 4.

ADEVA del extracto etéreo de dos variedades de ensilaje de maíz

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,81	1	6,81	52,48	<0,0001
Tratamientos	6,81	1	6,81	52,48	<0,0001
Error	1,69	13	0,13		
Total	8,5	14			

Anexo 5.

ADEVA del porcentaje de ceniza del ensilaje de maíz de dos variedades.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,94	1	5,94	18,04	0,001
Tratamientos	5,94	1	5,94	18,04	0,001

Error	4,28	13	0,33
Total	10,23	14	

Anexo 6.

ADEVA de la fibra cruda del ensilaje de maíz en dos variedades.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	103,56	1	103,56	41,03	<0,0001
Tratamientos	103,56	1	103,56	41,03	<0,0001
Error	32,81	13	2,52		
Total	136,37	14			

Anexo 7.

ADEVA del ELNN del ensilaje de maíz bajo dos variedades.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,83	1	1,83	0,48	0,4988
Tratamientos	1,83	1	1,83	0,48	0,4988
Error	49,22	13	3,79		
Total	51,05	14			

Anexo 8.

ADEVA del porcentaje de materia seca del ensilaje de maíz.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,44	1	23,44	16,25	0,0014
TRATAMIENTOS	23,44	1	23,44	16,25	0,0014
Error	18,75	13	1,44		
Total	42,19	14			

Anexo 9.

Labores culturales en el cultivo de las variedades de maíz.



Anexo 10.

Mazorca de maíz en etapa fenológica de cosecha para el ensilaje.



Anexo 11.

Ensayos establecidos y identificados apropiados



Anexo 12.

Cosecha de las plantas con mazorcas con granos en línea media de lechosa.

