



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO**

**TEMA: “EFECTO DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE
ENSILAJE EN MAIZ (*Zea mays L.*), SOMETIDO A DOS EDADES DE
CORTE Y CINCO PERIODOS DE CONSERVACIÓN”**

AUTOR: EDUARDO LUIS ORDOÑEZ GONZÁLEZ

**DIRECTOR: DR. GELACIO GÓMEZ Mg.
CODIRECTOR: ING. PATRICIO VACA Mg.**

SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

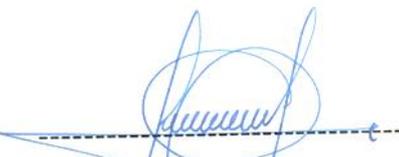
2015

CERTIFICACIÓN

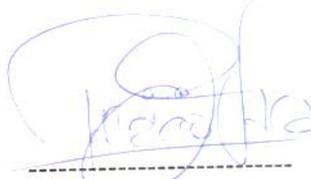
Los suscritos docentes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Santo Domingo, certificamos que el proyecto de investigación de grado titulado “EFECTO DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE ENSILAJE EN MAIZ (*Zea mays L.*), SOMETIDO A DOS EDADES DE CORTE Y CINCO PERIODOS DE CONSERVACIÓN” cumple las disposiciones reglamentarias establecidas en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Esta investigación desarrollada por el egresado EDUARDO LUIS ORDOÑEZ GONZÁLEZ fue guiada en forma permanente por nuestra parte y en las conclusiones y recomendaciones de este documento, se destaca la importancia de la producción de ensilaje de maíz en Ecuador.

Santo Domingo, agosto del 2015



Dr. Gelacio Gómez, Mg.
DIRECTOR



Ing. Patricio Vaca, Mg.
CODIRECTOR

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

EDUARDO LUIS ORDOÑEZ GONZÁLEZ

Declaro que:

El proyecto de investigación de grado denominado “EFECTO DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE ENSILAJE EN MAIZ (*Zea mays L.*), SOMETIDO A DOS EDADES DE CORTE Y CINCO PERIODOS DE CONSERVACIÓN” fue desarrollado en base a una investigación profunda, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente todas las ideas y criterios emitidos en la presente investigación son de absoluta y exclusiva responsabilidad de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Santo Domingo, agosto del 2015.



Eduardo Luis Ordoñez González

AUTORIZACIÓN

Yo, Eduardo Luis Ordoñez González.

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE la publicación en la biblioteca virtual de la institución el trabajo “EFECTO DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE ENSILAJE EN MAIZ (*Zea mays L.*), SOMETIDO A DOS EDADES DE CORTE Y CINCO PERIODOS DE CONSERVACIÓN”, manifestando que el contenido, ideas y discusiones son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Santo Domingo, agosto del 2015.



Eduardo Luis Ordoñez González

DEDICATORIA

Al Creador del mundo, por darme esa fortaleza necesaria para culminar, con éxito esta meta, con toda la humildad dedico esta tesis principalmente a Dios.

A mis padres, por su inmenso amor, su apoyo incondicional, con sus consejos en cada etapa de mi vida que me han servido para mejorar día a día.

A mi abuela, por estar siempre dispuesta a escucharme y ayudarme y ser parte fundamental en mi vida.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional a pesar de la distancia son el motor de mi vida.

A la memoria de mi abuelo, padre al que extraño cada día de mi vida.

Especialmente a mi tía Anita, mi guía en esta vida, que vela por mí en todo momento.

A todos mis maestros, mis amigos y mis familiares por haberme apoyado, inspirado y alentado para llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Gracias a toda mi familia, mis tíos, primos, que estuvieron siempre pendientes, con su cariño demostrado a cada momento, quienes me ayudaron a cumplir esta meta.

A mis amigos Andrés Peñaherrera, Rances Vacas, Adrián Ferrín, gracias por su amistad y apoyo ustedes saben lo importante que son en mi vida. Gracias por insistir, por bromear, por confiar, por soportarme, sin ustedes no habría logrado culminar mis estudios.

Al extraordinario equipo de profesores, personal de campo, administrativo, militar, que me apoyaron incondicionalmente y transmitieron la sabiduría de sus conocimientos a lo largo de mi carrera.

Al personal del MAGAP Santo Domingo que colaboro de manera incondicional durante el desarrollo de esta investigación

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PAG
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. CULTIVO DE MAIZ	4
2.1.1. Fenología del cultivo	4
2.1.2. Valor nutricional del maíz	5
2.1.3. Poblaciones de Planta	5
2.1.4. Maíz INIAP 551	6
2.2. CONSERVACIÓN DE FORRAJE	7
2.3. EL ENSILAJE	7
2.3.1. El Proceso Del Ensilaje	8
2.3.2. Silo	9
2.4. ENSILAJE DEL CULTIVO DE MAIZ	11
2.4.1. Estado de la planta en el momento de cosecha	11
2.4.2. Época de corte	12
2.4.3. Altura de corte	13
2.4.4. Intensidad del picado	14
2.4.5. Transporte y llenado de silo	14
2.4.6. Compactación de la masa a ensilar	15
2.4.7. Sellado del silo	15
2.4.8. Periodo de conservación	16
2.5. ENSILAJES TROPICALES	19
III. MATERIALES Y METODOS	19
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN	19
3.1.1. Ubicación Política	19
3.1.2. Ubicación Geográfica	19
3.1.3. Ubicación Ecológica	20
3.2. MATERIALES	20
3.2.1. Materiales de Campo	20
3.2.2. Equipos	20
3.3. METODOLOGÍA	21
3.3.1. Características del campo experimental	21
3.3.2. Periodo de estudio y características	21
3.3.3. Factores a Probar	21
3.3.4. Tratamientos a Comparar	22
3.3.5. Repeticiones o Bloques	22
3.3.6. Procedimiento	22
3.3.7. Diseño experimental	24
3.4. MÉTODOS ESPECÍFICOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO	26

3.4.1. Lugar y diseño del lote experimental.....	26
3.4.2. Labores culturales.....	26
3.4.3. Siembra.....	26
3.4.4. Control de malezas.....	26
3.4.5. Manejo Fitosanitario.....	27
3.4.6. Determinación de la época de corte.....	27
3.4.7. Producción forrajera por parcela neta.....	28
3.4.8. Picado.....	28
3.4.9. Proceso de ensilaje.....	28
3.4.10. Distribución de los tratamientos.....	29
3.4.11. Análisis bromatológico de muestras al momento de aprovechar el silo.....	29
3.4.12. Márgenes de producción por hectárea de pasto ensilado.....	29
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES.....	49
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	50
IX. ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°-	PÁGINA
Cuadro 1. Etapa fenológica del cultivo de maíz por días.....	4
Cuadro 2. Ecología de la Hacienda San Antonio.....	20
Cuadro 3. Descripción de la época de corte y el periodo de conservación del ensilaje.	21
Cuadro 4. Identificación de los Tratamientos.....	22
Cuadro 5. Esquema factorial (AxB) conducidos en un diseño completamente al azar de (DCA).....	24
Cuadro 6. Coeficientes Ortogonales aplicados al ensayo	31
Cuadro 7. Análisis de Varianza para el contenido porcentual de materia seca.....	31
Cuadro 8. Análisis de Varianza para el contenido porcentual de proteína.....	34
Cuadro 9. Análisis de Varianza para el contenido porcentual de grasa.....	36
Cuadro 10. Análisis de Varianza para el contenido porcentual de ceniza.....	38
Cuadro 11. Análisis de Varianza para el contenido porcentual de fibra.....	40
Cuadro 12. Análisis de Varianza para el pH	42

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°-	PÁGINA
Figura 1. Coordenadas UTM de la Hacienda San Antonio.....	19
Figura 2. Distribución, identificación y manejo de las parcelas para el ensayo....	23
Figura 3. Prueba de Tukey para la interacción D x E en la variable contenido porcentual de material seca.	32
Figura 4. Prueba de Tukey al 5% para Época de corte de maíz en la variable contenido porcentual de materia seca.	33
Figura 5. Prueba de Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje en días dentro de la variable contenido porcentual de materia seca.	33
Figura 6. Prueba de Tukey al 5% para interacción D x E dentro de la variable contenido porcentual de proteína.	35
Figura 7. Prueba de Tukey al 5% para Época de corte del maíz en días dentro de la variable contenido porcentual de proteína.	35
Figura 8. Prueba de Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje en días dentro de la variable contenido porcentual de proteína.....	36
Figura 9. Prueba de Tukey al 5% para interacción D x E dentro de la variable contenido porcentual de grasa.	37
Figura 10. Prueba de Tukey al 5% para Época de corte del maíz en días dentro de la variable contenido porcentual de grasa.	37
Figura 11. Prueba de Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje en días dentro de la variable contenido porcentual de proteína.	38
Figura 12. Prueba de Tukey al 5% para interacción D x E dentro de la variable contenido porcentual de ceniza.....	39

Figura 13. Prueba de Tukey al 5% para Época de corte del maíz en días dentro de la variable contenido porcentual de ceniza.....	39
Figura 14. Prueba de Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje en días dentro de la variable contenido porcentual de ceniza.	40
Figura 15. Tukey al 5% para interacción D x E dentro de la variable contenido porcentual de fibra.	41
Figura 16. Tukey al 5% para Época de corte del maíz en días dentro de la variable contenido porcentual de fibra.	41
Figura 17. Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje en días dentro de la variable contenido porcentual de fibra.	42

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°-	PÁGINA
Anexo 1. Registro fotográfico de las actividades del ensayo.....	53
Anexo 2. Costos variables del ensayo.....	55
Anexo 3. Costos fijos del ensayo.....	56
Anexo 4. Costos específicos del ensayo	56
Anexo 5. Costos totales.....	56
Anexo 6. Análisis costo beneficio de los tratamientos.....	57
Anexo 7. Características agronómicas de las plantas de maíz según los días de corte.....	57
Anexo 8. Datos referenciales de la producción de maíz para ensilaje.....	57
Anexo 9. Análisis bromatológicos.....	58

RESUMEN

Evaluar la producción y calidad forrajera de ensilaje en maíz (*Zea mays L.*) sometido a dos edades de corte y cinco periodos de conservación es una investigación que se realizó en la Hda. San Antonio (ESPE), km 35 vía Santo Domingo - Quevedo, (UTM 0624568-9955489) 720 msnm., temperatura 24,4 °C, HR 89 %. consistió en implementar dos factores de estudio: época de corte y periodo de conservación determinando la producción de maíz para ensilaje en dos épocas de corte, a ½ leche del choclo (95 días) y ¼ de leche del choclo (115 días) y 20, 40, 60, 80, 100 días de conservación, a través de materia seca y análisis bromatológico. Varias investigaciones realizadas demuestran que la calidad nutricional del ensilaje depende de la época del corte y periodo de conservación edad determinando que el indicador principal es el porcentaje de proteína en combinación con la materia seca. El área del ensayo para la producción forrajera fue de 2600 m², se realizaron 40 unidades experimentales con bolsas de ensilaje de 40 kg. Para la producción forrajera se pesó la producción total por época de corte y para la calidad del forraje se envió muestras de ensilaje al laboratorio de Agrocalidad Santo Domingo para la evaluación de porcentajes de proteína, materia seca, cenizas, fibra y grasas. Los resultados obtenidos mostraron que los niveles más altos de proteína 11.99 % están presentes en los tratamientos de ½ de choclo (95 días) al igual que los demás valores nutricionales, la calidad de ensilaje se mantiene en su valor más alto hasta los 80 días de conservación con un contenido de proteína de 10,02%.

PALABRAS CLAVE:

- **MAÍZ**
- **ENSILAJE DE MAÍZ**
- **EPOCA DE CORTE DE MAÍZ**
- **PERIODO DE CONSERVACIÓN DE ENSILAJE**
- **CALIDAD Y PRODUCCIÓN FORRAJERA**

SUMMARY

Assess forage production and quality of silage maize (*Zea mays* L.) subjected to two cutting ages five retention periods is an investigation that took place in the Hacienda. San Antonio (ESPE), km 35 via Santo Domingo - Quevedo (0624568-9955489 UTM) 720 msnm., Temperature 24.4 ° C, 89% RH. was to implement two factors study: cutting time and shelf determining the production of corn silage in two seasons of court, ½ milk cob (95 days) and ¼ milk cob (115 days) and 20, 40, 60, 80, 100 days of storage, through dry matter and compositional analysis. Several surveys show that the nutritional quality of silage depends on the time of the cut and shelf age determining that the main indicator is the percentage of protein in combination with the dry matter. The test area for fodder production was 2600 m², 40 experimental units were performed with silage bags of 40 kg. For fodder production by total production time cutting weight and quality of forage silage samples sent to the lab Agrocalidad Santo Domingo for evaluating percentages of protein, dry matter, ash, fiber and fat. The results showed that the highest levels of protein are present in 11.99% ½ treatments corn (95 days) as well as other nutritional values, the quality of silage remains at its highest value until after 80 days of conservation with a protein content of 10.02%

KEYWORDS:

- **CORN**
- **OF CORN SILAGE**
- **CUTTING TIME CORN**
- **RETENTION PERIOD FOR SILAGE**
- **QUALITY FORAGE**

“EFECTO DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE ENSILAJE EN
MAIZ (*Zea mays L.*), SOMETIDO A DOS EDADES DE CORTE Y CINCO
PERIODOS DE CONSERVACIÓN”

I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cultivos principales más importantes y uno de los elementos básicos de la dieta de la población. Así, la superficie cosechada con maíz según el Servicio de Información y Censo Agropecuario alcanza las 229 636 ha con una producción de 254 840 000 kilogramos para el año 2005. Según el último diagnóstico Provincial Agropecuario realizado en Santo Domingo existen 450 hectáreas de maíz para producción de forraje sembradas durante el año 2011 (SINAGAP, 2011).

El ensilaje es un proceso de almacenamiento de forrajes en depósitos cerrados, donde se producen cambios bioquímicos (básicamente acidificación) que lo mantienen estable, favoreciendo la fermentación anaeróbica. El ensilaje en bolsas plásticas permite conservar el pasto en un estado físico parecido al que tiene en el momento de la recolección; su composición química esencial no se modifica por las fermentaciones que sufre, pero a través de este proceso se reduce el pH, se estabiliza el olor y se mantiene el aspecto (Caraballo, 2012).

El uso del ensilaje en el trópico interesa debido que a medida que los países progresan, los agricultores presentan nuevas aspiraciones y para ciertos sectores la provisión de pastos no es suficiente para alimentar a sus animales. Por lo que los

productores buscan alternativas mediante la práctica del ensilaje que les permitan disponer de alimentos baratos y que puedan ser almacenados y utilizados con facilidad (Ortega, 2013).

El establecimiento de cultivos forrajeros como el maíz con fines de conservación, es una forma eficiente para enfrentar el problema de la falta de alimento en las épocas críticas, ya que contribuyen a disminuir las pérdidas en la producción de leche y carne, mejoran el comportamiento reproductivo, y en muchos casos evitan la muerte de animales. Las siembras de estos cultivos deben acompañarse de ciertas actividades agronómicas (manejo) que permitan obtener producciones de forraje en cantidades suficientes para ser conservados como ensilaje o heno, y suministrarlas a los animales cuando se presenta la escasez de pasto en la finca.

El indicador agronómico para cortar el maíz depende de la línea de maduración de la mazorca algunas investigaciones detallan que con línea de leche de la mazorca de 1/2 o de 1/4 ya se puede cosechar para ensilar estableciendo cortes del tallo sobre los 30 centímetros de altura, así mismo indican que a partir de los 21 a 35 días se puede garantizar la calidad de ensilaje por varios meses siempre y cuando las características anaeróbicas se mantengan.

El problema principal de la alimentación es la escases de forrajes que está relacionado con la falta de uniformidad en la producción durante el año debido a las variaciones climáticas que imperan en las zonas tropicales por lo cual el pequeño productor no cuenta con forrajes en la cantidad y calidad necesaria que le permita dar

un aporte nutritivo a sus animales para asegurar la producción durante períodos de escasez de alimento. Además debemos considerar que la producción local de alimentos debe contribuir a garantizar la seguridad alimentaria en Ecuador.

El objetivo general de la investigación fue “Determinar la producción y calidad forrajera de ensilaje de maíz (*Zea mays L.*) Sometido a dos edades de corte y cinco períodos de aprovechamiento de ensilaje.

Los objetivos específicos fueron:

- Evaluar la producción forrajera y ensilado de *Zea mays L.* (maíz) en Santo Domingo a $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de leche de la mazorca y 20, 40, 60, 80 y 100 días de aprovechamiento de ensilaje.
- Analizar la calidad forrajera y ensilado de *Zea mays L.* (maíz) en Santo Domingo a $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de leche de la mazorca y 20, 40, 60, 80 y 100 días de aprovechamiento de ensilaje.
- Realizar un análisis costo beneficio de cada uno de los tratamientos.

El objetivo institucional planteado fue Realizar la difusión de todos los resultados, conclusiones y recomendaciones de la investigación a un grupo de ganaderos de la Provincia de Santo Domingo para su conocimiento mediante la descripción a través de un tríptico, durante un día de campo con la participación del MAGAP.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de maíz

El maíz (*Zea mays L.*), es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas y posee interés desde el punto de vista agrícola y económico. Presenta variedades tanto para uso humano destinado a su consumo en fresco, en lata o congelado y otras variedades para alimentación animal. Como planta, el maíz es una especie monoica, es decir, presenta flores tanto femeninas como masculinas. Las femeninas reunidas en varias espigas, que se originan en las axilas de las hojas del tercio medio de la planta, y las masculinas reunidas en una panícula terminal (Gonzales, 2013).

2.1.1 Fenología del cultivo

Cuadro 1. Etapa fenológica del cultivo de maíz por días.

Etapa	Días
Siembra	0
Emergencia	10-12
4 hoja verdaderas	29-36
8 hojas verdaderas	49-54
12 hojas verdaderas	54-61
Floración masculina	63-73
Floración femenina	79-88
Grano acuoso	94-103
Grano lechoso	105-114
Grano masoso	117-125
Madurez fisiológica	134-142

Fuente: Gonzales, 2013.

2.1.2. Valor nutricional del maíz

La espiga contiene el grano, el cual es de alto valor nutritivo, mientras que el resto de la planta, compuesta por hojas y tallos, es equivalente a un forraje de mediana a baja calidad. El proceso de ensilaje no le agrega valor al conjunto sino que, por lo contrario, en el proceso de ensilado siempre se pierde un poco de lo que se ensila debido a que hay pérdidas de hidratos de carbonos solubles y proteínas. Esto hace que la degradabilidad del silaje sea al menos un 10 a 15 % menor que el de la planta antes de ser ensilada, dependiendo del contenido de materia seca (MS) del cultivo al momento de ensilar. Una regla general es que a menor contenido de MS de la planta al momento del corte aumentan las pérdidas de material soluble, por eso se recomienda cosechar a un contenido de MS entre 30 a 35 % (Gómez, 2012).

2.1.3. Poblaciones de Plantas

Las poblaciones deseadas de plantas de maíz para ensilar dependen de la productividad del híbrido y del suelo. Generalmente las poblaciones para ensilar deben tener de 5 000 a 10 000 más plantas por hectárea que las que se recomiendan para grano. En la mayoría de los suelos resulta en una población deseada de 64 000 a 81 000 plantas por hectárea. Poblaciones de plantas más altas de este rango serían más adecuados para los suelos más productivos (Paladines, 1992).

2.1.4. Maíz INIAP 551

El híbrido de maíz duro INIAP H-551 es un híbrido triple que tiene como padres a tres líneas endogámicas (S4B-523 x S4B-521) x S4B-520. Requiere de suelos sueltos de preferencia franco arcillosos, las características agronómicas son: rendimiento promedio de 6959 kg de grano por hectárea al 15 por ciento de humedad (140 quintales por hectárea), el ciclo de siembra a cosecha es de 120 días, el híbrido de maíz INIAP H-551 emite su flor femenina entre los 50 a 52 días en la época lluviosa y entre los 60 a 62 días en la época seca. La altura de la planta oscila entre los 216 a 230 cm. La mazorca está ubicada entre los 114 a 120 cm de altura. El diámetro del tallo a la altura del segundo entrenudo es de 2 a 2,35 cm. La planta tiene de 14 a 15 hojas y nudos. Posee siete hojas desde la mazorca principal hasta la panoja. La mazorca es ligeramente cónica y tiene de 12 a 16 hileras de granos. El grano es de color amarillo y textura cristalina con leve capa harinosa. La mazorca mide de 16,5 a 19,5 centímetros. El peso promedio de 1 000 granos es de 424 gramos. El 80 por ciento de la mazorca es grano. Es susceptible al ataque de insectos plagas de maíz y es tolerante a las enfermedades foliares comunes. El rendimiento promedio de esta variedad es de 7 273 kg ha⁻¹ en la época lluviosa y 6 437 kg ha⁻¹ en la época seca. Para aprovechar en mejor forma el potencial de rendimiento del híbrido de maíz INIAP H-551, es necesario tomar en cuenta las siguientes recomendaciones: adquirir siempre semilla certificada, sembrar el INIAP H-551 de 55 000 a 65 000 plantas por hectárea y se recomienda para ensilaje (SIDAL, 2013).

2.2. Conservación de forraje

Según Cuadrado (2003), la conservación de forrajes consiste en almacenar forraje producido en buenas condiciones climáticas para ser utilizado en épocas críticas, el almacenamiento puede ser por medio de ensilaje, heno o henolaje. Si el forraje es cortado en la época oportuna mantiene casi el mismo valor nutritivo que en fresco. Tienen la desventaja que muchas veces se hace necesario la utilización de maquinaria especializada.

Los objetivos básicos de la conservación de forrajes se basan en proporcionar alimento de buena calidad durante todo el año, aprovechar los excedentes de forrajes que se producen durante las lluvias, facilitar la inclusión de subproductos agroindustriales en la alimentación de bovinos, además incrementar la carga animal y mejorar el balance de la dieta.

2.3. El Ensilaje

El proceso de ensilaje sirve para almacenar alimentos en tiempo de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo aumentar el número de animales por hectárea, la sustitución o complementación de los concentrados. Este tipo de alimentos se emplea para manejar ganado en forma intensiva semi-intensiva o estabulada. Es una excelente opción para la alimentación en las ganaderías del país por la gran variedad de

forrajes que existen, la intensidad solar y el nivel de lluvias que existen en el trópico. Por lo que se pueden producir varias cosechas en el año (Reyes, 2013).

El forraje fresco de cultivos como maíz, gramíneos, leguminosos, trigo y alfalfa, puede ser conservado por medio del ensilaje. En muchos países los forrajes ensilados son muy apreciados como alimento animal. Para producir un ensilaje de buena calidad es esencial asegurar que se produzca una buena fermentación microbiana en el ensilado. El proceso de fermentación no depende sólo del tipo y la calidad del forraje, sino también de la técnica empleada para la cosecha y para el ensilaje (Gómez, 2012).

2.3.1. El Proceso del Ensilaje

Según Cuadrado (2003), el ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción. Una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire, el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas:

- Fase 1 - Fase aeróbica. En esta fase -que dura sólo pocas horas- el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la

respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias.

- Fase 2 - Fase de fermentación. Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.
- Fase 3 - Fase estable. Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas.
- Fase 4 - Fase de deterioro aeróbico. Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (p. ej. roedores o pájaros).

2.3.2. Silo

Es un depósito o construcción donde se almacena o se guarda granos pastos forrajes picados con el fin de producir la fermentación anaeróbica de la masa forrajera (Cuadrado, 2003).

2.3.2.1. Tipos de silos.

Entre los tipos de silos tenemos los siguientes:

- Aéreos o de torre. Son poco comunes por los elevados costos de construcción. Se fabrican con diferentes materiales como ladrillo, bloques de cemento, cemento armado, piedra, láminas metálicas, entre otros. Tienen techo que proporciona una buena protección contra la lluvia. Con relación a otros silos, presenta una mejor compactación del forraje, menores pérdidas superficiales del ensilaje pero producen mayores pérdidas por jugos exprimidos. Estos silos además de costosos, requieren maquinaria complicada para llenarlos y vaciarlos (Caraballo 2012).

- Subterráneos o de trinchera. Su construcción resulta más barata que la de los silos de torre. Se cargan y descargan fácilmente usando otro tipo de maquinaria. Hay menor pérdida por jugos exprimidos, pero por la mayor superficie expuesta a condiciones ambientales, pueden aumentar las pérdidas. Se necesita de buena experiencia para llenarlo y lograr una buena expulsión del aire, la cual depende de la distribución del forraje, de la compactación y del tapado o sellado (Caraballo 2012).

- Horizontal (tipo Bunker). Son los más utilizados por la facilidad de construcción. Existen los silos bunker tradicionales con paredes y piso de concreto, que minimizan las pérdidas durante la fermentación, pero incrementan los costos. Aunque pueden presentar altas pérdidas, el control que se logra durante el llenado y tapado, las reducen al mínimo (Caraballo, 2012).

- Horizontal de montón. Son hechos directamente sobre la tierra, no poseen paredes, el forraje se acumula en forma circular o trapezoidal; el piso puede ser la misma tierra, estar cementado o cubierto por un plástico. En la medida que el forraje se va acumulando se compacta mediante pisoteo o se utiliza un pisón, un rodillo u otro equipo. Una vez finalizado el proceso se cubre con plástico y se colocan materiales pesados encima para ayudar a la compactación (Caraballo 2012).

- De vacío (de bolsa). Consiste en colocar el material que se va a ensilar dentro de bolsas de plástico calibre 4 - 6 y capacidad de 30 - 40 kilogramos después de extraer mediante una adecuada compactación la mayor cantidad posible de aire, se deben cerrar herméticamente.

2.4. Ensilaje del Cultivo de Maíz

2.4.1. Estado de la planta en el momento de cosecha

El objetivo a conseguir es que el conjunto de la masa a ensilar alcance un contenido en materia seca del 32 – 35 %. En esos momentos la mazorca y hojas presenta un contenido en materia seca en el entorno al 50 % y aportan un 55 % a la producción final de materia seca. El resto de planta tiene un contenido en materia seca en el entorno del 25 % aportando el 45 % de la producción final de materia seca (Mangado, 2011).

Lo ideal es que del total de materia seca a ensilar, entre el 40 y el 50% corresponda al grano, aportando un alto contenido energético de rápido aprovechamiento a nivel ruminal, potenciando además otros recursos forrajeros de la ración, como es el caso de las proteínas aportadas por las pasturas u otra fuente proteica (Forratec, 2013).

Caraballo (2012), indica que si se cosecha con un contenido total de materia seca inferior al 30 % las pérdidas de hidratos de carbono (energía) por la emisión de efluentes pueden llegar a ser importantes. Así mismo, la planta recolectada en esas condiciones todavía es capaz, en pie, de incrementar su producción y calidad por incremento del contenido de almidón en el grano.

2.4.2. Época de Corte

Para determinar la época de corte se puede considerar el tiempo de maduración de grano a través de la evolución de la línea de leche como se conoce a la línea que divide el endosperma sólido del endosperma líquido del grano, y debe ser el parámetro a tener en cuenta para elegir el momento de picado (Forratec, 2013).

Esta recomendación se basa en la mayor proximidad posible a la finalización del llenado de los granos, para contar con el máximo contenido de energía disponible

para ser ensilado, maximizando la producción y diluyendo los costos (Fornatec, 2013).

2.4.2.1. Tiempo de maduración del grano

El tiempo de maduración de los granos dependerá de la genética, que es propia de cada material. De todos modos, generalizando, se puede decir que para pasar de grano lechoso a $\frac{1}{2}$ línea de leche se demora 11 días, de $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{4}$ línea de leche, tarda 6 días y de $\frac{1}{4}$ línea a grano duro o sin leche unos 7 días (Fornatec, 2013).

2.4.3. Altura de Corte

Aquí las consideraciones que tenemos en cuenta son principalmente para maíces y sorgos, en donde el aumento en la altura de corte permitirá incrementar la relación de espiga o panoja en la masa ensilada, permitiendo aumentar la digestibilidad de la misma. Este hecho se basa en que la digestibilidad de la caña es aproximadamente del 50% y la de la espiga, de más del 80%. En cultivos demasiado secos, este hecho cobra vital importancia ya que estaremos dejando en el lote la parte más indigestible de la planta, además de microorganismos como bacterias y esporas de hongos, potencialmente dañinos para el ensilado (Piñeiro, 2012).

La altura de corte más conveniente para la confección de silajes de maíz se define entre los 40 y 60 cm. Esto tiene varias explicaciones y fundamentos como la cantidad

de forraje que se va a cosechar, no tiene sentido incorporar al silo la porción que contiene mayor contenido de agua y fibra, considerando que la parte basal de las plantas de maíz contienen hasta un 80% de FDN, lo que ayudaría a deprimir el consumo de ese forraje (Forratec, 2013).

2.4.4. Intensidad del picado

El objetivo a conseguir es que no haya partículas que superen el tamaño de 20 mm y que la mayor parte de ellas estén por debajo de 10 mm. El tamaño de partículas deseable para conseguir un buen apisonado del silo varía en función de la materia seca de la masa a ensilar, siendo deseable una mayor finura de picado cuanto mayor es la materia seca del producto. Por otra parte un picado excesivamente fino puede provocar trastornos digestivos (acidosis) en los animales alimentados con ese material debido a una falta del reflejo de rumia y una mala valoración de ese alimento en el tracto digestivo del rumiante (Mangado, 2011).

2.4.5. Transporte y llenado de silo

El objetivo debe ser minimizar el tiempo que transcurre entre que la planta esté “en pie” y esté ya ensilada. Para conseguir este objetivo debemos disponer de equipos de carga y transporte en número suficiente como para que la cosechadora esté permanentemente asistida, equipos a pie de silo bien dimensionados, colocando y pisando cada viaje que llega antes de la llegada del viaje siguiente. El llenado debe

hacerse por tongadas finas y en toda la longitud y anchura del silo para facilitar el pisado de la masa vegetal (Reyes, 2013).

2.4.6. Compactación de la masa a ensilar

Tiene por objeto reducir al mínimo la presencia de aire dentro de la masa de silo. Una masa forrajera con un 30 % de materia seca encierra 1 litro de aire por kilogramo de materia seca. Si la masa forrajera tiene un 35 % de materia seca el contenido en aire pasa a ser de 3 a 5 litros.

Por ello, debemos prestar mayor atención al apisonado de la masa a ensilar cuanto mayor sea su contenido en materia seca. Si se ensila en silos “montón” la colocación y apisonado de la masa de silo la pueden hacer tractores agrícolas o industriales, con peso suficiente, y dotados de pala cargadora frontal que no sea de cazo para áridos, sino dotada de púas largas y separadas entre sí para facilitar el extendido del forraje evitando la formación de “bolos” densos de material que dificultarían su apisonado (Ortega, 2013).

2.4.7. Sellado del silo

Tiene por objeto evitar nuevas entradas de aire y agua a la masa ya ensilada. Si esto ocurre se reinician los procesos oxidativos indeseables ya descritos y con ellos las pérdidas de cantidad y calidad de la masa ensilada.

En los silos montón hay que prestar especial atención al sellado del frontal y de los laterales, en los contactos entre el silo y las paredes. Se consigue un buen sellado utilizando saquitos estrechos y alargados llenos de arena. Esto aporta peso, flexibilidad para adaptarse a las irregularidades y, si se es cuidadoso, persistencia durante varios años (Reyes, 2013).

2.4.8. Periodos de conservación del ensilaje

El periodo de conservación de ensilaje se debe establecer de acuerdo a la disponibilidad de materia a ensilar, todos los ensilajes alcanzan una maduración a los 21 días después de prepararlos y si han cumplido con un proceso adecuado de fermentación anaeróbica que garantice la calidad hasta esa fecha pueden durar varios meses sin deteriorarse. Se tienen reportes de ensilajes que han permanecido en óptimas condiciones durante ocho años.

La calidad se garantiza con una fermentación controlada de los carbohidratos (en ausencia de oxígeno) generando una disminución drástica del pH, inhibiendo el crecimiento de bacterias que generen descomposición del alimento, y en su lugar se multipliquen bacterias benéficas que harán que el producto almacenado conserve todo su valor nutritivo indefinidamente, en tanto se mantenga la condición anaeróbica (Trujillo, 2009).

Espinoza (2012), señala que para evaluar el valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados se debería proceder a la apertura de los silos a los 7, 14 y 21 días, además concluye que la adición de inóculo microbiano mejoro la composición química en cuanto a contenido de proteína.

Al momento de extraer el silaje, se deben tener en cuenta los siguientes parámetros. El oxígeno del aire penetra en la masa ensilada unos 10 cm por día (dependiendo de factores como Materia Seca, compactación, temperatura ambiente y método de extracción) si se extraen 30 cm, se estará asegurando que más del 60% del forraje suministrado contiene las características originales del silaje que se confeccionó. Todo el material que se extrae del silo debe ser consumido en 24 horas para evitar una sobre exposición al oxígeno del aire que genere una oxidación del mismo, con calentamiento y deterioro de las características originales. La calidad de apertura se podría garantizar a partir de las tres semanas de elaborado aunque también señala que se podrían evaluar hasta los 35 días. A partir de estos días si el lugar de conservación no está expuesto a radiación solar directa el ensilaje puede durar varios meses (Piñeiro, 2012).

2.5. Ensilajes Tropicales

El ensilado de cultivos forrajeros o de subproductos industriales podría aportar una importante contribución para optimizar el funcionamiento de los sistemas de producción animal en zonas tropicales y subtropicales, pero su empleo es todavía

muy escaso. Si bien esto se debe en parte a los bajos precios de los productos ganaderos, al poco uso de la mecanización y al alto costo de los materiales para el sellado del silo, también se debe a la falta de experiencia práctica en la técnica del ensilaje (Paladines, 1992).

Bernal (2003), indica que las gramíneas y las leguminosas tropicales tienen una alta concentración relativa de componentes de la pared celular y un menor contenido de carbohidratos disponibles para la fermentación, comparados con cultivos forrajeros de zonas templadas. Además, la temperatura del ambiente durante el período de almacenaje en la zona tropical es mayor que aquella de climas templados, lo cual proporciona una gran ventaja a los bacilos sobre el grupo BAC.

Por otro lado debe considerarse que algunos materiales empleados para sellar los silos se rompen al no soportar la fuerte radiación solar del trópico, lo que puede contribuir a dañar la estabilidad aeróbica del ensilaje. A pesar de todas las dificultades, es altamente probable que las técnicas de ensilaje empleadas en zonas templadas puedan servir para adaptar y desarrollar variantes apropiadas para las condiciones tropicales (Yeres, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

País	:	Ecuador
Provincia	:	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón	:	Santo Domingo
Parroquias	:	Luz de América
Sector	:	Hda. San Antonio

3.1.2. Ubicación Geográfica.

El área de la Investigación está ubicada geográficamente en las siguientes coordenadas UTM 0624568 - 9955489

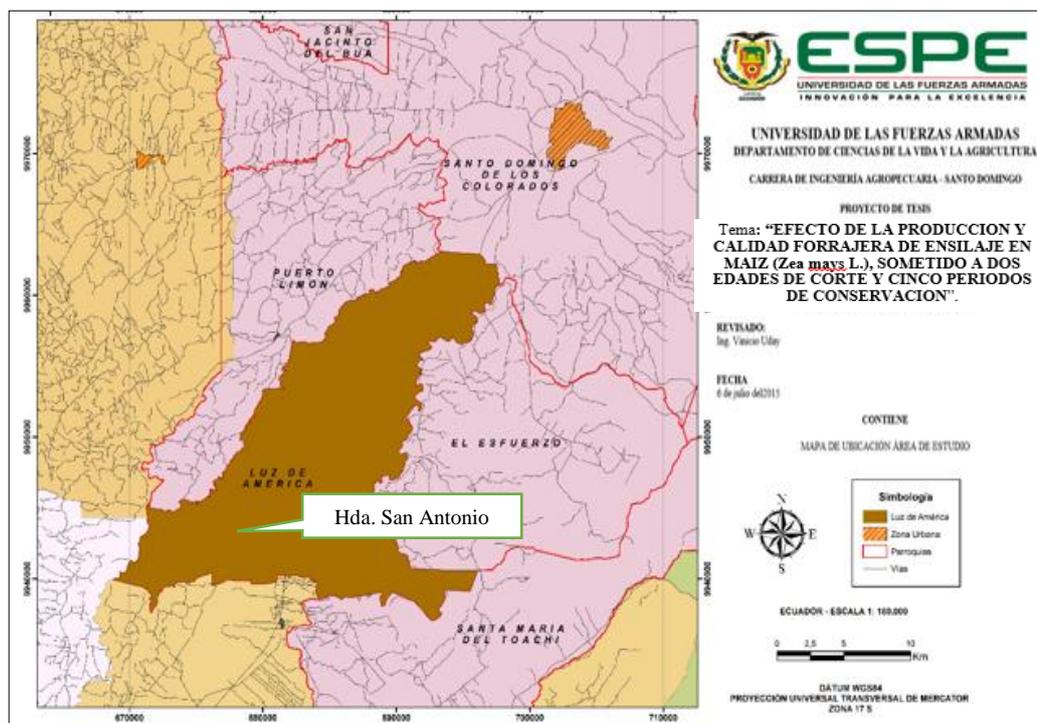


Figura 1. Coordenadas UTM de la Hacienda San Antonio.

3.1.3. Ubicación Ecológica.

Cuadro 2. Ecología de la Hacienda San Antonio

Ecología	Hda. San Antonio
Zona de Vida	Bosque muy Húmedo subtropical
Altitud	270 msnm.
Temperatura	24.4 °C
Precipitación	2 900 mm/año
Humedad Relativa	89 %
Insolación Fuerte	1,79 hora*día-1
Textura de suelo	Franco arenoso

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales de Campo

Balanza electrónica de 100 kilogramos, herramientas menores, sacos, estacas, piola, letreros, bolsas de polietileno.

3.2.2. Equipos

Motoguadaña, Picadora de Pasto mecánica con capacidad para 3 000 kg hora⁻¹ marca Siete JF40, ensiladora Brasileña mecánica capacidad de 4 000 kg hora⁻¹ o 100 bolsas de 40 kg hora⁻¹ marca Agrodulce.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Características del campo experimental

Para la investigación en la fase de campo se utilizó un área de terreno de 2 600 m², se sembró semillas de maíz INIAP 551, ya que está adaptado a la zona de Santo Domingo y recomendado para ensilaje, se utilizó una densidad de siembra de 0,7 m entre hileras y 0,2 m entre planta, utilizando dos semilla por sitio lo que genera un total de 142 000 plantas/hectárea.

3.3.2. Período de estudio y características

La fase de campo se realizó desde diciembre del 2014 a junio del 2015.

3.3.3. Factores a Probar

Cuadro 3. Descripción de la época de corte y el periodo de conservación del ensilaje.

Factor	Símbolo	Niveles
Época de corte del maíz	D	d ₁ : ½ línea de leche d ₂ : ¼ línea de leche
Periodo de conservación del ensilaje	E	e ₁ : 20 días e ₂ : 40 días e ₃ : 60 días e ₄ : 80 días e ₅ : 100 días

3.3.4. Tratamientos a Comparar

Producto de los factores en estudio se determinaron diez tratamientos.

Cuadro 4. Identificación de los Tratamientos.

Tratamientos	Días de corte	Periodo de conservación del ensilaje
T1	½ línea de leche (95 días)	20 días
T2	½ línea de leche (95 días)	40 días
T3	½ línea de leche (95 días)	60 días
T4	½ línea de leche (95 días)	80 días
T5	½ línea de leche (95 días)	100 días
T6	¼ línea de leche (115 días)	20 días
T7	¼ línea de leche (115 días)	40 días
T8	¼ línea de leche (115 días)	60 días
T9	¼ línea de leche (115 días)	80 días
T 10	¼ línea de leche (115 días)	100 días

3.3.5. Repeticiones o Bloques

Los tratamientos en estudio fueron implantados en cuatro repeticiones

3.3.6. Procedimiento

3.3.6.1. Análisis estadístico.

Para los factores de estudio se analizó diez tratamientos con cuatro repeticiones en los cuales se evaluó Producción forrajera por parcela neta (Forraje verde), materia seca, bromatología.

3.3.6.2. Características de las unidades experimentales

Número de unidades experimentales	: 2
Área de las unidades experimentales	: 1 250 m ²
Largo	: 50 m.
Ancho	: 20 m.
Forma de las unidades experimentales	: rectangular
Área total del ensayo	: 2 600 m ²
Forma del ensayo	: Rectangular.
Separación entre bloques	: 5,00 m
Plantas por sitio	: 2
Plantas por parcela	: 14 200

3.3.6.3. Croquis del diseño

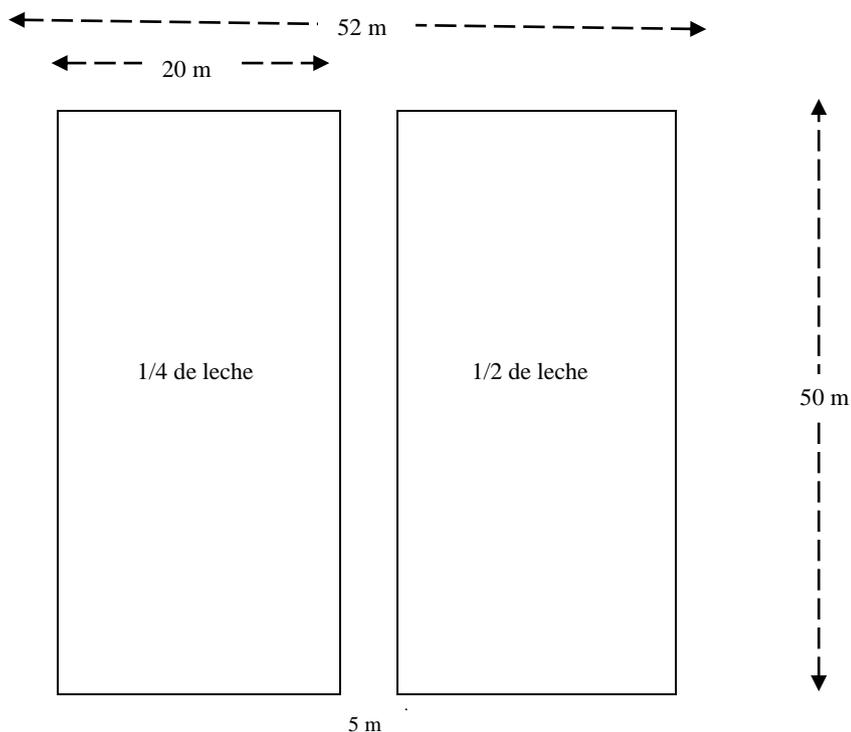


Figura 2. Distribución, identificación y manejo de las parcelas para el ensayo.

3.3.7. Diseño experimental.

3.3.7.1. Esquema del Análisis de Varianza

Las variables de estudio fueron sometidas a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de la varianza,
- Prueba de separación de medias (Tukey, α 0.05)

Cuadro 5. Esquema factorial (AxB) conducidos en un diseño completamente al azar de (DCA).

Fuentes de variación	Grados de libertad	GL
Épocas de corte del maíz	$E - 1$	$2 - 1 = 1$
Periodo de aprovechamiento	$D - 1$	$5 - 1 = 4$
$E \times D$	$(E-1) \times (D-1)$	$1 \times 4 = 4$
Error experimental	$ED(r-1)$	$1 \times 5 (4-1) = 30$
Total	$(n - 1)$	39

3.3.7.2. Análisis Económico.

Con la finalidad de realizar el análisis económico se analizó los costos fijos y costos variables para obtener los costos totales de la siguiente manera:

Para conocer los costos fijos se consideró el valor proporcional en dólares de la depreciación de las herramientas menores durante el periodo de desarrollo de la investigación, el costo de la balanza, y equipos como motoguadaña, ensiladora y picadora, además se incluyó costo de los materiales de campo como bolsas de polietileno, el valor de los análisis bromatológicos, costos en papelería, impresiones y los valores de movilización.

Para los costos variables se consideró el valor del establecimiento de parcelas de maíz, costo de las semillas e insumos, la mano de obra utilizada para realizar la limpieza, siembra en el terreno, cosecha y ensilaje, así como para la toma de datos.

El análisis costo beneficio, se obtuvo restando los costos totales del beneficio bruto por cada tratamiento.

3.4. MÉTODOS ESPECÍFICOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.4.1. Lugar y diseño del lote experimental.

El campo experimental está ubicado en la Hacienda San Antonio en la Parroquia Luz de América, Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

3.4.2. Labores culturales

Se realizó la limpieza del terreno utilizando motoguadaña y se balizó para formar los bloques según se indica en el croquis del terreno.

3.4.3. Siembra

Se utilizó una distancia de siembra de 0,7 metros por 0,20 metros, se realizó con espeque utilizando dos semillas por sitio, con la finalidad de alcanzar una densidad de 14 200 plantas por parcela neta con una proyección de 142 000 plantas por hectárea, considerando que es para producción de forraje.

3.4.4. Control de malezas.

Se realizó un control de malezas preemergentes antes de la siembra utilizando penimentalina en dosis de 2,5 cc/l de agua, ya que es selectivo para hoja ancha y posteriormente se aplicó otra dosis a los 25 días.

3.4.5. Manejo Fitosanitario

Para el control de insectos se utilizó cipermetrina en dosis de 2 cc/l de agua a los 25 días de la emergencia de las plántulas y 30 días después. Además se aplicó carbendazin como fungicida en dosis de 2 cc/l de agua, y un bioestimulante para el cultivo en dosis de 2 cc/l. También se aplicó un fertilizante sintético para maíz, de 50 kg para los 2000 m² del área total del ensayo.

3.4.6. Determinación de la época de corte

Se consideró el tiempo de maduración de grano a través de la evolución de la línea de leche, como se conoce a la línea que divide el endosperma sólido del endosperma líquido del grano basándose en la mayor proximidad posible a la finalización del llenado de los granos de la siguiente manera:

Se identificó el momento que es el grano lechoso a través de un muestreo de 10 plantas al azar en los dos bloques del ensayo cada cinco días entre el día 95 y 115 desde la siembra de acuerdo a la fenología del cultivo.

Se identificó el grano lechoso en el momento de $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$ de línea de leche partiendo por el centro las mazorcas de 10 plantas al azar, generalmente grano lechoso a $\frac{1}{2}$ línea de leche se demora 11 días desde que es grano lechosos, de $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{4}$ línea de leche tarda 6 días.

Se cortó el maíz por cada bloque y se lo dejó deshidratar en el mismo sitio durante 24 horas antes de iniciar el picado.

3.4.7. Producción forrajera por parcela neta.

Se evaluó la producción de forraje verde total de cada bloque al momento del corte, se realizó a una altura de 30 centímetros del suelo utilizando un machete, se pesó con la balanza en el área de ensayo según los días planteados por cada bloque es decir con línea de leche $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$.

3.4.8. Picado

Luego de 24 horas de la cosecha se procedió a picar el maíz utilizando la picadora de la Unidad de conservación de Pastos y forrajes prestada por el MAGAP Santo Domingo, esta tiene una capacidad de Picado de 3000 kg de forraje por hora y permite desarrollar cortes corte entre 0.5 a 2 cm.

3.4.9. Proceso de ensilaje

Al maíz picado se procedió a ensilar con la máquina ensiladora de la Unidad de conservación de Pastos y forrajes prestada por el MAGAP Santo Domingo, se lo hizo utilizando bolsas de polietileno para ensilaje de 10 micras con capacidad de 40 kilogramos que luego fueron pesadas para determinar la cantidad ensilada.

3.4.10. Distribución de los tratamientos.

Del total de bolsas de silopak de ensilaje de maíz por cada bloque se procedió a dividir para cinco, con la finalidad de distribuirlos para los periodos de conservación de 20, 40, 60, 80 y 100 días de manera equitativa.

3.4.11. Análisis bromatológico

Se tomó una muestra de 500 g de maíz por cada repetición, dicha muestra fue puesta en una funda zipper, transportada en un cooler inmediatamente después de ser abierto los silo en el día 20, 40, 60, 80 y 100, en un lapso no mayor a una hora se la llevó al laboratorio de Agrocalidad en Santo Domingo para realizar el Análisis Bromatológico y el de materia seca.

3.4.12. Márgenes de producción por hectárea de pasto ensilado.

Este análisis permitió proyectar la producción de la parcela neta hacia la producción por hectárea de cada uno de los tratamientos, según la edad de corte y cantidad de pasto ensilado. Se determinó en base al peso de pasto ensilado por cada uno de los diez tratamientos, este dato permitió determinar cuál de los bloques tiene mayor rendimiento de pasto.

3.4.13. Objetivo institucional

Se realizó la difusión de los resultados, conclusiones y recomendaciones de la presente investigación a un grupo de ganaderos de la Provincia de Santo Domingo el día 18 de agosto del 2015 para su conocimiento mediante la descripción a través de un tríptico, en un día de campo con la participación de dos técnicos del MAGAP.

IV. RESULTADOS

Los resultados se analizaron bajo un Diseño Completamente al Azar DCA, en arreglo factorial D x E + 2N, donde N son los testigos T095 (Toma de muestra para los análisis bromatológicos a los 95 días) y T0115 (Toma de muestra para los análisis bromatológicos a los 115 días). Se contrastó los Testigos vs el factorial y entre testigos bajo los siguientes coeficientes ortogonales

Cuadro 6. Coeficientes Ortogonales aplicados al ensayo

TRATAMIENTO	Ct.1	Ct.2
T0115	-10	-1
T095	-10	1
T1	2	0
T2	2	0
T3	2	0
T4	2	0
T5	2	0
T6	2	0
T7	2	0
T8	2	0
T9	2	0
T10	2	0

4.1. Porcentaje de Materia Seca (MS)

Cuadro 7. Análisis de Varianza para el contenido porcentual de materia seca

Fuentes de Variación	de Contraste	Suma de Cuadrados	de Grados de Libertad	de Cuadrados Medios	F _{cal}	
Tratamientos		465,76	11	42,34	376,48	**
D		6,12	1	6,12	55,64	**
E		78,57	4	19,64	178,55	**
D*E		114,14	4	28,53	259,36	**
Testigos vs resto	117,24	229,09	1	229,09	2036,93	**
T0115 VS T095	4,35	37,85	1	37,85	336,5	**
Error		4,05	36	0,11		
Total		469,8	47			
CV %	1,51					

Del análisis de varianza como se observa en el cuadro 7 se desprende que existen diferencias altamente significativas para todas las fuentes de variación. Los testigos que tienen el tiempo de conservación del ensilaje de cero días, tienen un contenido altamente significativo menor de materia seca que el resto de tratamientos estos son los del factorial Época de corte de maíz (D) y Época de conservación del ensilaje (E). Entre testigos al cortar a 115 días (T0115) vs el corte a los 95 días (T095), este último tiene mayor contenido de MS, presentan un Coeficiente de Variación CV de 1,51%.

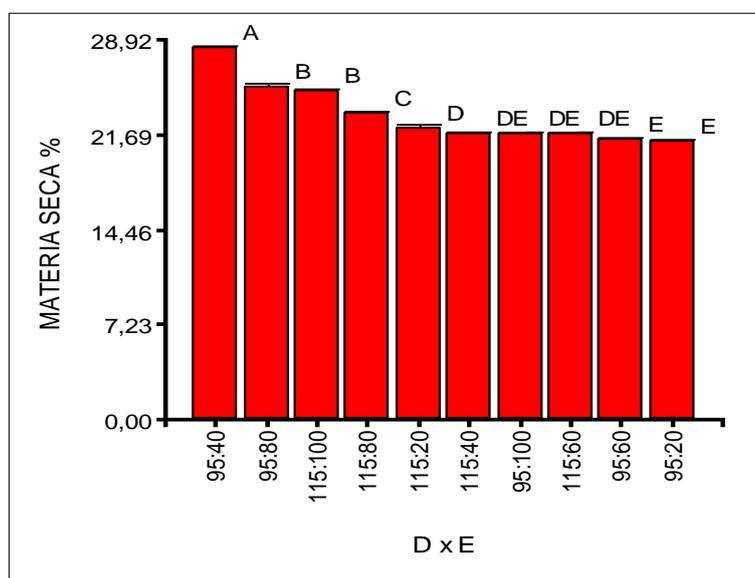


Figura 3. Prueba de Tukey para la interacción D x E en la variable contenido porcentual de material seca.

Como se observa en la Figura 3, en la prueba de Tukey al 5% para la interacción D x E, se observan seis rangos de significación donde en el A se ubica D95 x E40. El rango B es compartido por la interacciones D95 x E80 y D115 x E100. El rango E que es el de menor contenido de MS lo integran las interacciones D95 x E60 y D95 x E20.

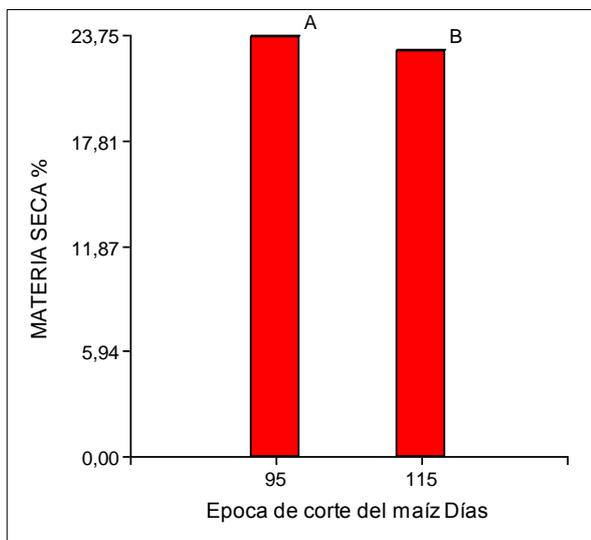


Figura 4. Prueba de Tukey al 5% para Época de corte de maíz en la variable contenido porcentual de materia seca.

En la Figura 4 se observan dos rangos de significación de Tukey al 5%, donde el A es la Época de corte a los 95 días (D95) y en el B está en corte a los 115 días (D115).

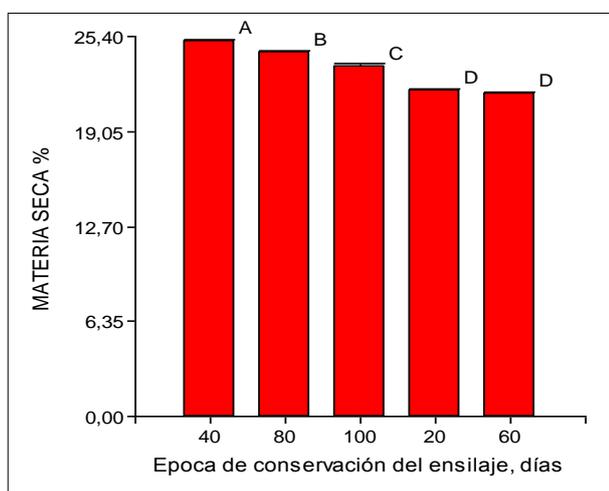


Figura 5. Prueba de Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje en días dentro de la variable contenido porcentual de materia seca.

En la figura 5, se observa que en cuanto a Tukey al 5% para la Época de conservación del ensilaje, tiene cuatro rangos de significación donde en el A está a

40 días de conservación (E40), en el rango B los 80 días de conservación (E80), en el C 100 días de conservación (E100); y, el rango D es compartido por E20 y E60.

4.3. Contenido porcentual de Proteína

Cuadro 8. Análisis de Varianza para el contenido porcentual de proteína

Fuentes de Variación	de Contraste	Suma de Cuadrados	de Grados de Libertad	de Cuadrados Medios	F _{cal}	
Tratamiento		70,13	11	6,38	56,69	**
D		1,41	1	1,41	12,57	**
E		2,68	4	0,67	5,95	**
D*E		5,61	4	1,4	12,48	**
Testigos vs resto	-2,98	0,15	1	0,15	1,32	ns
T0115 VS T095	5,49	60,28	1	60,28	535,98	**
Error		4,05	36	0,11		
Total		74,18	47			
CV %	3,68					

Del cuadro 8 sobre el contenido porcentual de proteína, indica que la Época de corte de maíz, la Época de conservación del ensilaje y su interacción provoca diferencias altamente significativas sobre el contenido de proteína. Los tratamientos testigos tienen mayor contenido de proteína sobre los del ensilaje, aunque esta no es significativa. El contenido de proteína del maíz a los 95 días de corte es altamente significativa sobre los valores del corte a los 115 días. El CV de 3,68%.

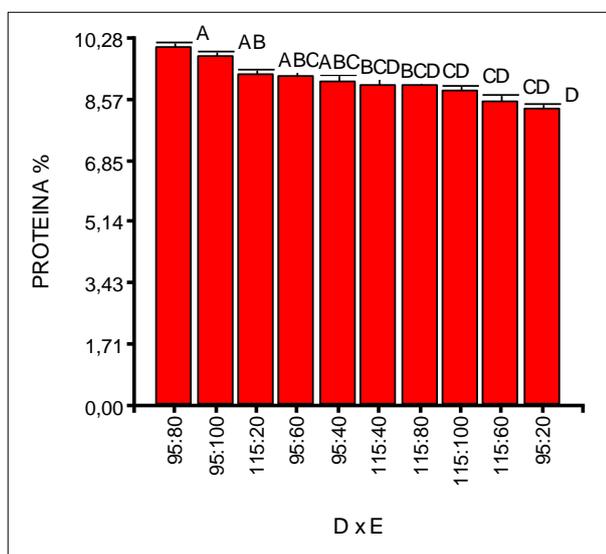


Figura 6. Prueba de Tukey al 5% para interacción D x E dentro de la variable contenido porcentual de proteína.

En la Figura 6 se observan siete rangos de significación de Tukey al 5% donde el rango A es compartido por las interacciones D95 x E80, D95 x E100, D115 x E20, D95 x E60 y D95 x E40. En el último rango D se ubica la interacción D95 x E20.

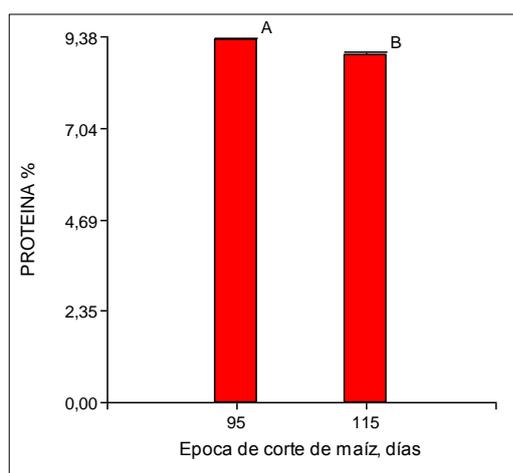


Figura 7. Prueba de Tukey al 5% para Época de corte del maíz en días dentro de la variable contenido porcentual de proteína.

El corte a los 95 días tiene mayor contenido porcentual de proteína que al cortarle a los 115 días, según Tukey al 5%, Figura 7.

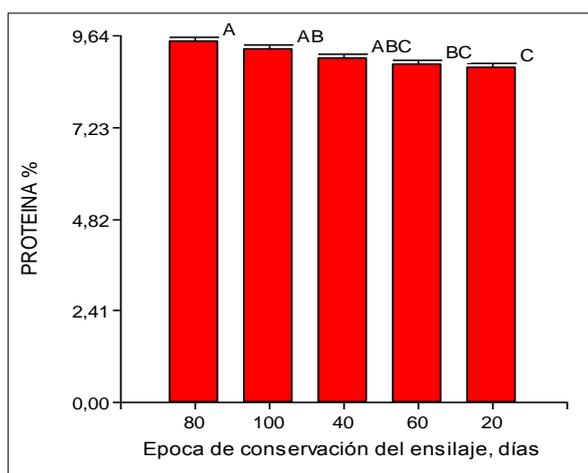


Figura 8. Prueba de Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje en días dentro de la variable contenido porcentual de proteína.

En la prueba de Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje, arroja cinco rangos de significación, donde el A esta compartido por E80, E100, E40 y E60; el rango B es compartido por E100, E40 y E60; el rango C es compartido por E40, E60 y E20. Figura 8.

4.4. Contenido porcentual de Grasa

Cuadro 9. Análisis de Varianza para el contenido porcentual de grasa

Fuentes de Variación	de Contraste	Suma de Cuadrados	de Grados de Libertad	de Cuadrados Medios	F _{cal}	
TRATAMIENTO		7,08	11	0,64	5,73	**
D		0,00064	1	0,00064	0,01	ns
E		4,15	4	1,04	9,22	**
D*E		1,72	4	0,43	3,83	*
Testigos vs resto	-1,92	0,06	1	0,06	0,55	ns
T0115 VS T095	-0,76	1,16	1	1,16	10,27	**
Error		4,05	36	0,11		
Total		11,13	47			
CV %	16,36					

En el Cuadro 9, se observa que no hay diferencias significativas para Épocas de corte del maíz, diferencias altamente significativas para Épocas de conservación del ensilaje; la interacción D x E es significativa. No hay significación para el contraste ortogonal Testigos vs Resto de tratamientos; hay una diferencia altamente significativa para el contraste ortogonal a favor del corte a los 115 días.

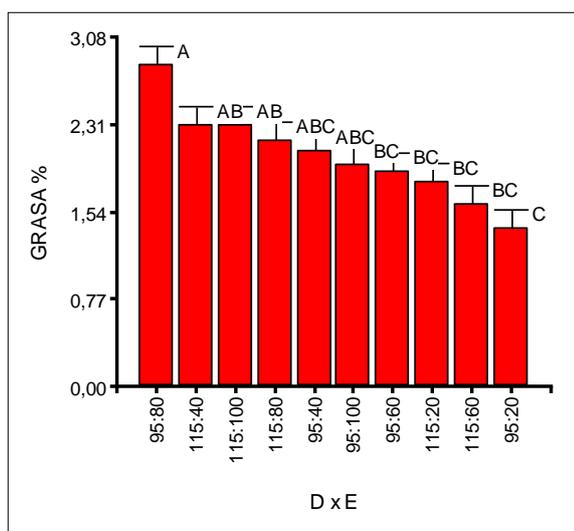


Figura 9. Tukey al 5% para interacción D x E dentro de la variable contenido porcentual de grasa.

La interacción D x E presenta en la figura 9, cinco rangos de significación de Tukey al 5% donde el A lo conforma la interacción D95 x E80, que es compartido en el rango AB con las interacciones D115 x E40 y D115 x E100 que a su vez lo comparten con el rango ABC que lo conforman las interacciones D115 x E80 y D95 x E40; estos comparten el rango BC con las interacciones D95 x E100, D95 x E60, D115 x E20 y D115 x E60 que comparten con el rango C D95 x E20.

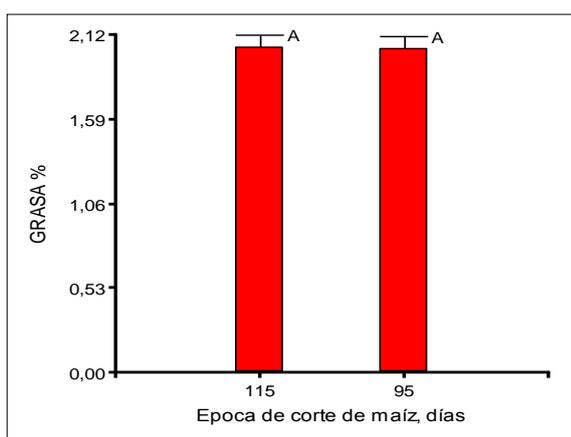


Figura 10. Prueba de Tukey al 5% para Época de corte del maíz en días dentro de la variable contenido porcentual de grasa.

En la Figura 10 se ratifica, según Tukey al 5%, la no significancia entre Épocas de corte de todas maneras al cortar a los 115 días tiene más contenido de grasa que a los 95 días.

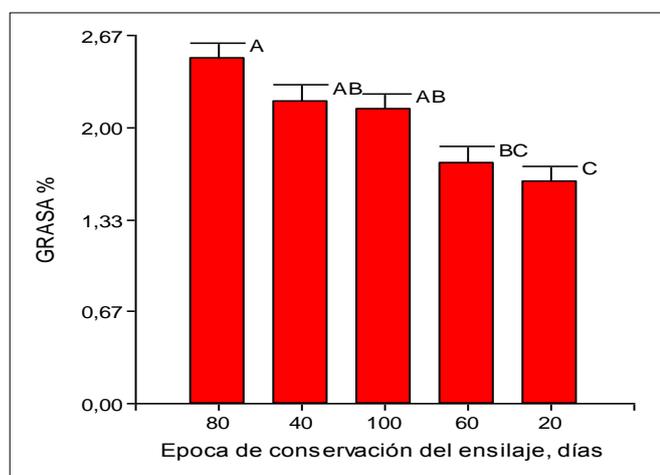


Figura 11. Prueba de Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje en días dentro de la variable contenido porcentual de proteína.

En Épocas de conservación del ensilaje E, Tukey al 5% presenta cuatro rangos de significación donde el A lo conforma E80 que es compartido por E40 y E100 que a su vez estas dos últimas conforman el rango AB que lo comparten con el BC que es E60. El rango C es E20 que es la de menor contenido de grasa. Figura 11.

4.5. Contenido porcentual de Ceniza

Cuadro 10. Análisis de Varianza para el contenido porcentual de ceniza

Fuentes de Variación	de Contraste	Suma de Cuadrados	de Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F _{cal}	
Tratamiento		221,43	11	20,13	171,88	**
D		1,71	1	1,71	14,25	**
E		3,85	4	0,96	8,00	**
D*E		6,31	4	1,58	13,17	**
Testigos vs resto	111,91	208,71	1	208,71	1782,06	**
T0115 VS T095	0,65	0,85	1	0,85	7,27	*
Error		4,22	36	0,12		
Total		225,65	47			
CV %	5,67					

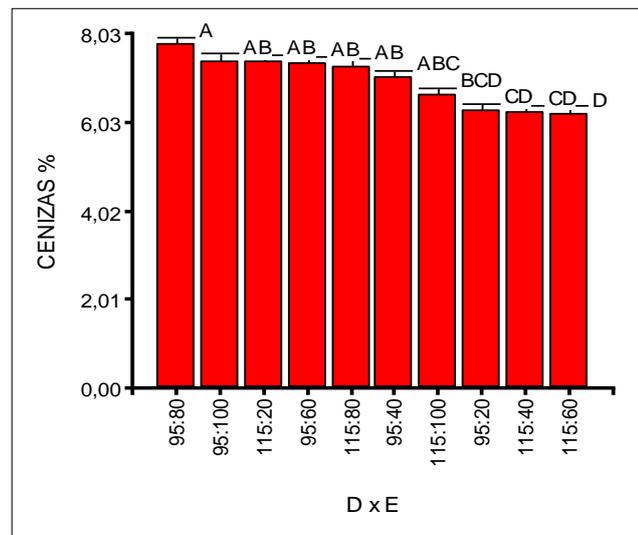


Figura 12. Prueba de Tukey al 5% para interacción D x E dentro de la variable contenido porcentual de ceniza.

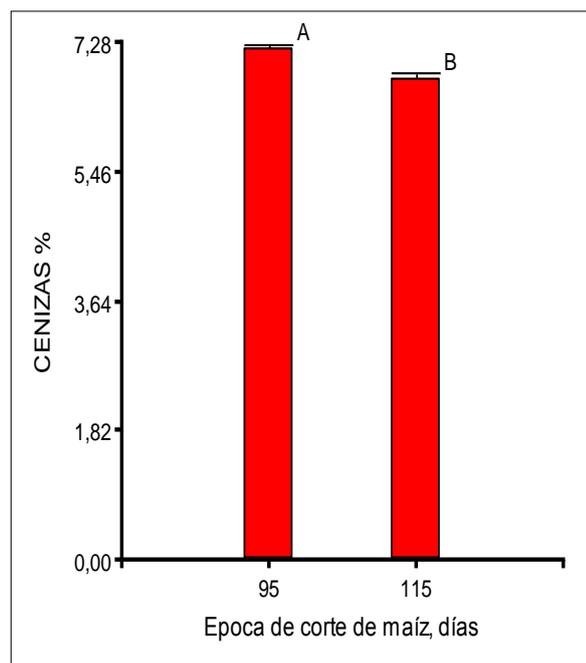


Figura 13. Prueba de Tukey al 5% para Época de corte del maíz en días dentro de la variable contenido porcentual de ceniza.

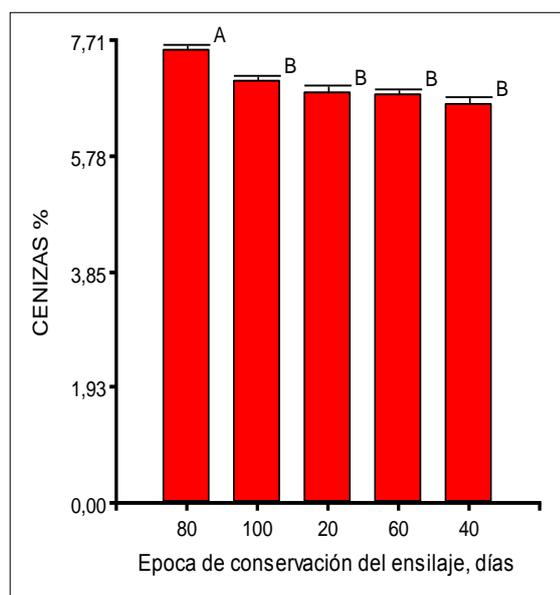


Figura 14. Prueba de Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje en días dentro de la variable contenido porcentual de ceniza.

4.6. Contenido porcentual de Fibra

Cuadro 11. Análisis de Varianza para el contenido porcentual de fibra

Fuentes de Variación	de Contraste	Suma de Cuadrados	de Grados de Libertad	de Cuadrados Medios	F_{cal}	
Tratamiento		1184,89	11	107,72	957,77	**
D		221,28	1	221,28	1967,48	**
E		856,83	4	214,21	1904,63	**
D*E		64,34	4	16,09	143,02	**
Testigos vs resto	-47,32	37,32	1	37,32	331,83	**
T0115 VS T095	-1,6	5,12	1	5,12	45,52	**
Error		4,05	36	0,11		
Total		1188,93	47			
CV %	1,49					

Del análisis de varianza para el Contenido porcentual de fibra, se desprende que existen diferencias altamente significativas para todas las fuentes de variación. Cuadro 11.

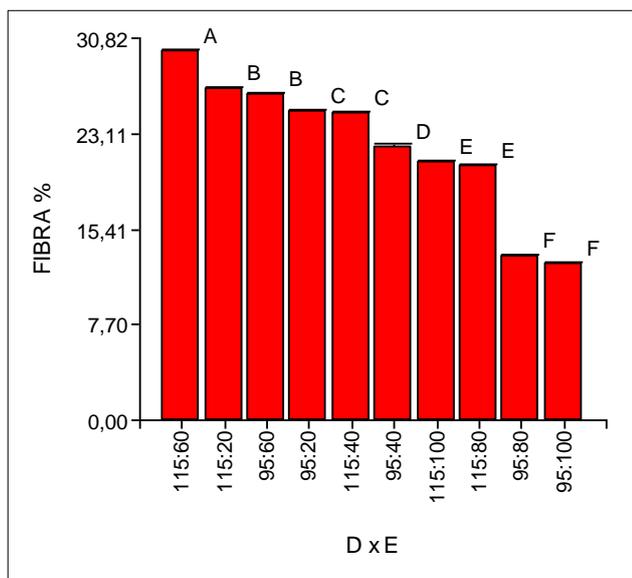


Figura 15. Tukey al 5% para interacción D x E dentro de la variable contenido porcentual de fibra.

La interacción Épocas de corte x Época de conservación del ensilaje D x E, según Tukey al 5% como se observa en la Figura 15, presenta seis rangos de significación donde el A lo conforma sin compartir la interacción D115 x E60. El rango B lo componen las interacciones D115 x E20 y D95 x E60. El rango C las interacciones D95 x E20 y D115 x E40. El rango D es la interacción D95 x E40. El rango E está compuesto por las interacciones D115 x E100 y D115 x E80; y, el rango F las interacciones D95 x E80 y D95 x E100.



Figura 16. Prueba de Tukey al 5% para Época de corte del maíz en días dentro de la variable contenido porcentual de fibra. P

La prueba de Tukey al 5% para Épocas de corte del maíz presenta dos rangos de significación el A con 115 días al corte y el B a los 95 el corte. Figura 16.

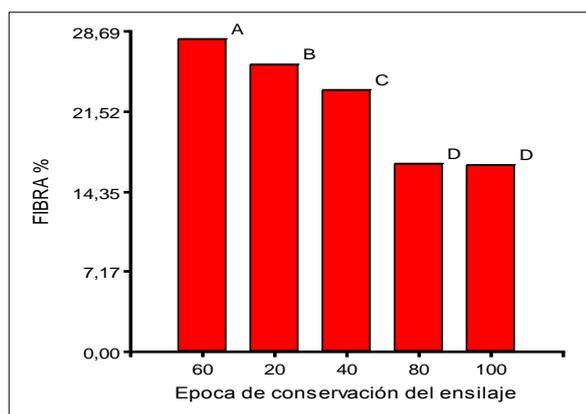


Figura 17. Prueba de Tukey al 5% para Época de conservación del ensilaje en días dentro de la variable contenido porcentual de fibra.

En la prueba de Tukey al 5% para Épocas de conservación del ensilaje, se observan cuatro rangos de significación donde el A con mayor contenido de fibra es E60, el rango B E20, el C E40 y el rango D lo componen las Épocas D80 y E100. Figura 17.

4.7. pH

Cuadro 12. Análisis de Varianza para el pH

Fuentes de Variación	de Contraste	Suma de Cuadrados	de Grados Libertad	de Cuadrados Medios	F _{cal}	
TRATAMIENTO		0,52	11	0,05	0,42	ns
D		0,01	1	0,01	0,09	ns
E		0,09	4	0,02	0,21	ns
D*E		0,16	4	0,04	0,35	ns
Testigos vs resto	-3,80	0,24	1	0,24	2,14	ns
T0115 VS T095	0,08	0,01	1	0,01	0,11	ns
Error		4,05	36	0,11		
Total		4,57	47			
CV %	8,84					
Media	3,79					

En el Cuadro 12 se observa que no existen diferencias para todas las fuentes de significación, el CV de 8,84% es bueno. La acides promedio del ensayo es de un pH de 3,79

4.8. Márgenes de producción por hectárea.

El corte del maíz a ½ de choclo (95 días) registra una mayor producción de forraje verde con 31,09 ton/hectáreas y el ¼ de choclo (115 días) es menor con 29,1 ton/hectáreas de forraje verde.

4.9. Análisis Económico

Cosechando a los 95 días se puede producir 17% más de producto en un año por hectárea, y el rendimiento ajustado sería un 3 % menos de lo producido por las pérdidas que se dan al hacer el silo. Para conocer el beneficio bruto se determinó la cantidad de silos de 40 kg/ hectárea por cada tratamiento; el beneficio bruto se obtuvo considerando un valor de 6 USD/silo a los 95 días y 5 USD/silo a los 115 días este valor es considerando la calidad del producto en cuanto a contenido nutricional. Se incluye el costo de almacenamiento diario por silo de 40 kg es de 0,05 USD (Ver anexo 6)

El análisis de costo beneficio indica que el tratamiento T1 del de corte a 95 días al año y 20 días de almacenamientos da un beneficio neto de USD 1772,7/ha siendo el tratamiento más favorable para fines de autoabastecimiento, pero si se realiza ensilaje para comercializarlo lo ideal es venderlo en el menor tiempo posible para evitar costos de almacenamiento

V. DISCUSIÓN

5.1. Porcentaje de Materia Seca (MS)

El corte del maíz a $\frac{1}{2}$ de choclo (95 días) tiene un contenido mayor de materia seca con 19,5 % y el de $\frac{1}{4}$ de choclo (115 días) con 15,2%; considerando la interacción entre los días de corte y el periodo de conservación se obtuvo que el mayor contenido de MS con el tratamiento de 95 días de corte a los 40 días de conservación como con 28,3 % seguido por el de 95 días a los 80 días de conservación con 25,4% y el de 115 días de corte por 100 días de conservación con 25,1 %, las demás están en un rango mucho menor. Considerando el porcentaje de MS solo en los días de conservación se observa que a los 40 días es el valor más alto con 25,1%. Según FEDNA (2013), la MS es importante en la nutrición del animal y un contenido más elevado en materia seca conlleva una planta cada vez más seca, donde el incremento en el peso de la espiga y grano se contrarresta con la senescencia de las partes vegetativas de la planta, por lo que la producción se estabiliza para luego empezar a disminuir. En cuanto a la calidad, es indudable que con la madurez disminuye la digestibilidad de la MS de la fracción vegetativa y de la propia pared celular, pero esta disminución se ve compensada por el incremento en almidón de la fracción de la espiga dando una buena aptitud al ensilaje del maíz.

5.2. Contenido porcentual de Proteína

El corte del maíz a $\frac{1}{2}$ de choclo (95 días) tiene un contenido mayor de proteína con 11.9% y el de $\frac{1}{4}$ de choclo (115 días) con 6.2 %. La interacción entre los días de corte y el contenido de proteína no existe diferencias significativas entre las interacciones D95 x E80, D95 x E100, D115 x E20, D95 x E60y D95 x E40. Con un rango entre 10,0 % y 9,0%. El porcentaje de proteína considerando la época de conservación del ensilaje no tiene diferencias entre las periodos comprendidos de 80, 100, 40 con un porcentaje entre 9,4% y 9,0 %. Según Ruiz (2010), menos del 30% del total de la proteína en silaje de maíz está disponible para ser absorbida como proteína verdadera y una gran cantidad es degradada durante la fermentación en el

silos y en el rumen en nitrógeno no proteico. Los niveles de proteína cruda varían desde el 6 al 10%, dependiendo de las condiciones ambientales, fertilización, híbrido y grado de madurez; comparando con nuestro ensayo en el cual se obtuvieron niveles mayores de proteína permitirá una mejor asimilación por parte del animal.

5.3. Contenido porcentual de Grasa

El corte del maíz a $\frac{1}{2}$ de choclo (95 días) tiene un contenido menor de grasa con 1,7% y el de $\frac{1}{4}$ de choclo (115 días) es mayor con 2,5%; sin embargo esta diferencia no es significativa. Las interacciones entre época de corte y periodo de conservación se destaca D95 x E80 con 2,83%. Luego tenemos D115 x E40 y D115 x E100 con 2,3% y 2,3% respectivamente y los demás tienen valores inferiores. Considerando solamente la época de conservación del ensilaje el mayor contenido de grasa se registre a los 80 días con 2,5%, a los 40 días con 2,1% y a los 100 días con 2,1%. Como indica Trujillo (2009) las grasas o lípidos, junto con las proteínas constituyen los nutrientes más importantes para la formación de tejidos animales (sistema nervioso, células etc.). Las grasas son los nutrientes que más aportan energía, sin grasas en la dieta, sería imposible que un bovino sobreviviera. Aunque en el ensilaje los lípidos están contenidos en los forrajes y semillas pueden además suplementarse con alimentos de origen animal para mejorar este indicador.

5.4. Contenido porcentual de Ceniza

El corte del maíz a $\frac{1}{2}$ de choclo (95 días) tiene un contenido porcentual de cenizas con 1,9% y el de $\frac{1}{4}$ de choclo (115 días) con 1,0%. Considerando la interacción entre los días de corte y el periodo de conservación se obtuvo que el mayor contenido de cenizas en el tratamiento de 95 días de corte a los 80 días de conservación como el valor más alto 7,7% seguido por el de 95 días a los 100 días de conservación con 7,4% y el de 115 días de corte por 20 días de conservación, 95x60; 115x80 en un solo grupo entre 7,4% y 7,3%. Considerando el porcentaje de ceniza solo en los días de conservación se observa que a los 80 días es el valor más alto con 7,5%. Trujillo (2009) menciona que las cenizas que concentran a todos los minerales que se tiene en

el ensilaje, tanto a macrominerales (cloro, sodio, calcio, fósforo y azufre) y microminerales (yodo, hierro, selenio, cobre y cobalto). Algunos ensilajes son deficientes en macro y microminerales, de ahí la importancia de realizar la suplementación mineral acorde con los requerimientos de los animales.

5.5. Contenido porcentual de Fibra

El corte del maíz a $\frac{1}{4}$ de choclo (115 días) tiene un contenido mayor de fibra con 25,3% y el $\frac{1}{2}$ de choclo (95 días) es menor con 23,7 %. En cuanto a la interacción de días de corte y épocas de corte D115 x E60 tiene el mayor contenido de fibra con 29,7 %, seguido por D115 x E20 con 26,6 %. Calsamiglia (2011) indica que la fibra constituye el componente fundamental de las raciones en la mayor parte de los sistemas productivos de rumiantes. Sin embargo, los niveles de incorporación en las raciones varían entre márgenes muy superiores (25-45% FND) a los niveles recomendados de proteína (15-18%), grasa (4-7%) y cenizas (8-10%). La flexibilidad que generalmente se concede a los niveles de fibra puede justificarse en parte por la variabilidad en las necesidades energéticas del animal.

5.6. pH.

No se registran diferencias significativas en el valor de pH para ninguno de los tratamientos, la acidez promedio del ensayo es de un pH de 3,7%. Altvio (2012), menciona que el valor de pH está en función de la materia seca del ensilaje y de la proporción que exista entre las proteínas y los carbohidratos solubles, se considera que cuando un ensilaje alcanza valores inferiores a 4.2% se ha logrado su estabilidad fermentativa, comparado con nuestro ensayo este valor está bajo dicho parámetro.

5.7. Márgenes de producción por hectárea.

El corte del maíz a $\frac{1}{2}$ de choclo (95 días) registra una producción de forraje verde de 31,096 ton/hectárea y el $\frac{1}{4}$ de choclo (115 días) 29,11 ton/hectárea. Al

realizar el corte a los 95 días se obtiene un mayor número de cosechas al año (3,8) un 17 % más, comparado con las 3,17 cosechas a los 115 días.

Por tanto realizando la proyección anual obtendríamos 118,16 toneladas de forraje verde cosechando a los 95 días y 92,28 toneladas cosechando a los 115 días.

VI. CONCLUSIONES

La mayor producción de forraje (FV) se da en el tratamiento 1 que a los 95 días y con 20 días de conservación , genera producción de FV de 6219 kg/hectárea por ciclo, se tienen 1555 silos/ha con un peso de 40kg, con un precio de venta es de 6 USD/silo, por la calidad nutricional del mismo.

El corte del maíz a ½ de choclo (95 días) tiene un contenido mayor de proteína con 11.9 %; entre los días de corte y al aumentar el periodo de conservación hasta 100 días el contenido de proteína se reduce hasta el 9, 2 %.

El contenido de materia seca es mayor a los 95 días de corte cuando el grano tiene ½ de choclo con un promedio de 19,5 %, además con 40 días de conservación tiene el mayor porcentaje de MS con 28,3 %.

Cuando la mazorca de maíz está a ½ de choclo (95 días) tiene un contenido de cenizas mayor con 1,95 %; pero este indicador aumenta conforme se aumenta el periodo de conservación por lo que a los 95 días de corte con 80 días de conservación se registra el mayor contenido de cenizas con 7,7%.

Ninguna de las variables afecta al contenido de pH de los tratamientos y el promedio general es de 3,7% de pH.

El tratamiento T1 de corte a 95 días y 20 días de almacenamientos genera un beneficio neto/hectárea de USD 1772,7 siendo el tratamiento más favorable para fines de autoabastecimiento.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el corte de maíz para la Provincia de Santo Domingo a los 95 días con $\frac{1}{2}$ de leche en choclo; ya que se obtiene una mayor cantidad de FV con 6219 kg/hectarea por ciclo, de proteína con 11,9 %, de material seca con 19,5 %, del contenido de cenizas y una cantidad de fibra del 23,7%. Lo que se traduce en un ensilaje de mejor calidad; además al realizar la proyección de producción durante un año se obtiene la mayor cantidad de forraje verde con 118,1 toneladas/hectárea.

En cuanto a la conservación del silo se recomienda no almacenar más de los 80 días considerando que la proteína registra un 10,02 % y a partir de aquello disminuye, la materia seca no se reduce considerablemente, tiene un mayor contenido de grasa con 2,8%, además las cenizas existentes son de 7,7 %, y el valor de fibra es del 16,8 %.

Se recomienda usar el Forraje verde el momento de la cosecha ya que tiene mayor contenido de proteína y en el silo este valor desciende, si se realiza ensilaje con fines comerciales se debe vender el producto lo antes posible para reducir costos de almacenamiento.

Desde el punto de vista nutritivo el ensilado de maíz es un alimento de un elevado valor energético, de fibra; bajo valor proteico y bajo contenido en minerales. Por lo que se recomienda realizar una investigación considerando utilizar un aditivo en el ensilaje para aumentar el contenido de proteína y minerales.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Altervio, T. 2012. Consejos para un buen ensilaje. Producción animal. Córdoba, Argentina. 12, 13 pp.
- Bernal, J. 2003. Pastos y Forrajes Tropicales Producción y Manejo. Tercera Edición. Ideagro. Colombia. pp 511.
- Calsamiglia, S. 2011. Nuevas bases para la utilización de la fibra En dietas de rumiantes. Barcelona, España. 23, 25 pp.
- Caraballo, A. 2012. Efecto de la melaza, estado fisiológico del pasto y tamaño del material cosechado sobre el ensilado de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) y Maíz (*Zea mays*). Consultado en línea el 22 de junio del 2014. Disponible en: www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid.es.
- Cuadrado, H. 2003. Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas de conservación en la región Caribe Colombiana. Consultado en línea el 27 de junio del 2014. Disponible en: [ww.agronet.gov.co/.../20061024161842_Manejo%20agronomico%20f.pdf](http://www.agronet.gov.co/.../20061024161842_Manejo%20agronomico%20f.pdf).
- Espinoza, F. 2012. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados de cáscara de maracuyá. Córdoba, Argentina. Pp. 3-7.
- FEDNA, 2013. Interpretación de análisis bromatológicos en pastos. Consultado en línea el 12 de julio del 2015. Disponible en: <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/ensilado-de-ma%C3%ADz>
- FORRATEC, 2013. Sembramos conocimientos para un mejor ensilaje. Vol. 1, pp. 6

- Gonzales, L. 2013. Evaluación de la composición nutricional de microsilos de King grass “*Pennisetum purpureum*” y pasto saboya “*Panicum maximum* Jacq” en dos estados de madurez. Consultado en línea el 4 de agosto del 2014. Disponible en línea en: repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1633/1/T-UTC-1507.pdf.
- Gómez, A. 2012. Tipos de ensilaje. Consultado en línea el 2 de agosto del 2014. Disponible en línea en: buenalimentacionani.galeon.com/aficiones1912226.html tipos de silos.
- Ortega, M. 2013. Ensilaje con diferentes concentraciones de urea para la alimentación de toretes y vaconas. Vol. II No. 3. Pp 32.
- MAGAP 2013. Boletín Agropecuario 32. Consultado en línea el 24 de junio del 2014. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php.com>.
- Mangado J.2011. Como Realizar Correctamente El Ensilaje De Maíz. Consultado en línea el 25 de agosto del2014. Disponible en: www.itgganadero.com/itg/portal/documentos2.asp?id=72&d=1
- Paladines, O. 1992. Metodología de pastizales, para trabajar en fincas y proyectos de desarrollo agropecuario. Quito, Pastos y forrajes tropicales. 235p.
- Piñeiro, G. 2012. Manual Práctico Lactosilo para lograr ensilajes de calidad. Volumen 3. Buenos Aires – Argentina. Pp. 23 -49.
- Reyes, N. 2013. Elaboración y utilización de ensilaje en la alimentación de ganado bovino CATIE. Consultado en línea el 25 de junio del 2014. Disponible en línea en: web.catie.ac.cr/gamma/mesoterra/manuales/Ensilaje.pdf

- Ruiz, G. 2010. Producción animal de calidad. Consultado en línea el 12 de julio del 2015. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar/.../20-la_%20importancia_de_la_calida.com
- SIDAL, 2013. Maíz INIAP H-551 híbrido de maíz para la zona central del Litoral. Consultado en línea el 1 de noviembre del 2014. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgiin/wxis.exe/?IsisScript=INIAP.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000454>
- SINAGAP, 2011. Diagnóstico Provincial Agropecuario de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas MAGAP 2011. Pp. 45, 112.
- Trujillo, G. 2009. Guía para la utilización de recursos forrajeros tropicales para la alimentación de bovinos. Primera edición. Pp. 15 -25.
- Yeres, N. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación de ganado bovina. Consultado en línea el 30 de junio del 2014. Disponible en: www.fao.org/fileadmin/te.pdf.

