



Determinación de calidad de silo de maíz, con base en degradabilidad *in situ* y fibra efectiva.

Ortega Vega, Jennyfer Alejandra y Tuarez Veloz Diana Maribel

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención de título de Ingeniería Agropecuaria

Ing., Lucero Borja, Jorge Omar Mgs

Fecha:

27-Febrero-2023

Reporte de verificación de contenido



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

TRABAJO DE TITULACION, Tuarez y Ortega (1)

5%
Similitudes



< 1% Texto entre comillas
0% similitudes entre comillas
0% Idioma no reconocido

Nombre del documento: TRABAJO DE TITULACION, Tuarez y Ortega (1).docx
ID del documento: 6081d53cf2f60da60edecb6fe4088a65daeeef485
Tamaño del documento original: 2,08 Mo

Depositante: FREDDY GERMÁN ENRÍQUEZ JARAMILLO
Fecha de depósito: 22/2/2023
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 22/2/2023

Número de palabras: 6249
Número de caracteres: 38.144

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uteq.edu.ec Composición química y degradabilidad ruminal in situ de ... http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1868/6/T-UTEQ-0034.pdf.txt 1 fuente similar	1%		Palabras idénticas : 1% (84 palabras)
2	www.produccion-animal.com.ar https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/05-silaje_maiz.pdf	1%		Palabras idénticas : 1% (63 palabras)
3	repositorio.espe.edu.ec Valor nutritivo del ensilaje de maíz (Zea mays) variedad INL... http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/14668/5/T-ESPE-057915.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (53 palabras)
4	www.produccion-animal.com.ar https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/145-factores_6...	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (46 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cybertesis.uach.cl http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fam534e/doc/fam534e.pdf	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (24 palabras)
2	www.produccion-animal.com.ar https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/01-el_silaje_y_lo...	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (14 palabras)
3	www.scielo.org.co http://www.scielo.org.co/pdf/cmzv/v8n2/v8n2a04.pdf	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (19 palabras)
4	1library.co Digestibilidad in vitro del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.) fertilizado c... https://1library.co/document/zlnv7ggq-digestibilidad-maralfalfa-pennisetum-fertilizado-ensilado-difere...	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (16 palabras)
5	repositorio.espe.edu.ec https://repositorio.espe.edu.ec/fspui/bitstream/21000/28864/1/T-ESPESD-003175.pdf	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (15 palabras)

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**JORGE OMAR
LUCERO BORJA**

.....
Ing. Jorge Lucero Borja

Director del Trabajo de Integración Curricular



Departamento de Ciencias de la Vida y Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Determinación de calidad de silo de maíz, con base en degradabilidad *in situ* y fibra efectiva”** fue realizado por las señoritas **Ortega Vega Jenyffer Alejandra y Tuarez Veloz Diana Maribel**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 27 de febrero de 2023

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**JORGE OMAR
LUCERO BORJA**

.....
Ing. Lucero Borja, Jorge Omar.

C. C.: 1711853190



Departamento de Ciencias de la Vida y Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria.

Responsabilidad de Autoría

Nosotras, **Ortega Vega Jenyffer Alejandra y Tuarez Veloz Diana Maribel**, con cédulas de ciudadanía n°1723310130 y 1721463287, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Determinación de calidad de silo de maíz, con base en degradabilidad *in situ* y fibra efectiva”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 27 de febrero de 2023

Firmas:

.....
Ortega Vega Jenyffer Alejandra

C.C.: 1723310130

.....
Tuarez Veloz Diana Maribel

C.C.: 1721463287



Departamento de Ciencias de la Vida y Agricultura

Carrera de ingeniería agropecuaria.

Autorización de Publicación

Nosotros **Ortega Vega Jenyffer Alejandra y Tuarez Veloz Diana Maribel**, con cédulas de ciudadanía n° 1723310130 y 1721463287, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: “**Determinación de calidad de silo de maíz, con base en degradabilidad *in situ* y fibra efectiva**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 27 de febrero de 2023

Firmas:

.....
Ortega Vega Jenyffer Alejandra

C.C.: 1723310130

.....
Tuarez Veloz Diana Maribel

C.C.: 1721463287

Dedicatoria

Principalmente, a mi madre Jannet Antonieta Vega Pozo y a mi padre Guillermo Rolando Ortega Falcón, los cuales me apoyaron durante toda mi etapa universitaria, su amor, paciencia y esfuerzo me permiten llegar hoy a cumplir un sueño más, gracias por estar a mi lado por enseñarme a afrontar las dificultades sin rendirme y que a pesar de mis problemas de salud puedo cumplir esta meta.

A mi hermana mayor Lesly Ortega, la cual estuvo presente en todo este proceso, apoyándome, aconsejándome y dándome el ejemplo de que siempre debo hacer lo que me gusta, no rendirme. De la misma manera a mi hermano Nicolas Ortega, que a pesar de todos los problemas de algún modo estuvo allí formando parte de mi formación personal.

A toda mi familia, tíos, primos y abuelos que con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona, de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar mi trabajo a mi amigas y amigos más cercanos, por darme sus palabras de aliento, por apoyarme, por extenderme su mano cuando más lo necesitaba y por el cariño que me brindan día a día, les agradezco mucho, recuerden que siempre estaré cuando me necesiten, las llevo en mi corazón.

Ortega Vega Jenyffer Alejandra.

A DIOS, por bendecirme con el regalo de la vida y continuar en este proceso de hacer realidad uno de mis sueños y anhelos más deseados.

De manera especial a mis padres **Sr. Walther Tuarez & Sra. Estela Veloz** porque han sido mi fuente de inspiración, motor y guía para recorrer este camino de grandes subidas y bajadas a pesar de casi rendirme desde un inicio ellos estuvieron ahí motivándome a seguir, pese a las batallas difíciles que debía enfrentar.

Infinitamente GRACIAS por enseñarme hacer una gran persona y sobre todo que, a poder comprender que si te esfuerzas un poquito más de lo que esperas (pese a derramar muchas lágrimas y sientas cansancio) lo puedes LOGRAR. Con su ejemplo puedo decir SI SE PUEDE.

A mi hermana de **Ana Paredes** por sus consejos de seguir adelante con este sueño y ayudarme cuando no podía más. Pese a que no tenía idea de esta carrea ahí estaba buscándome alguna solución para alcanzar el equilibrio y dar todo mi potencial, no dejare de estar agradecida por aquello.

Y por lo consiguiente a mis hermanos **José y Rubén**, por su compañía por su constante motivación y cariño durante todas las etapas de mi vida.

Y finalmente a toda mi familia y amigos verdaderos por haberme brindado su apoyo y su cariño a lo largo de este camino, por sus consejos y motivación constante por cumplir este sueño.

Tuarez Veloz Diana Maribel

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por permitir y guiarme por el camino correcto en mis momentos de debilidad, por mantenerme con salud, por darme fe e iluminarme para tomar decisiones correctas durante esta etapa universitaria.

A mis padres Jannet Vega y Rolando Ortega, quienes fueron mi apoyo incondicional, me acompañaron desde el principio de esta etapa, por ser mi motivación y modelo a seguir. Por levantarse todos los días con la meta de ofrecerme una calidad de vida, por enseñarme el sacrificio y esfuerzo que existe detrás de cada logro obtenido.

A mis hermanos, en especial a mis hermanas Lesly Ortega y Vanessa Pico, las cuales me supieron apoyar de varias maneras para alcanzar este logro y a si mismo a todos mis familiares quienes de una u otra manera fueron parte de este proceso.

A la UFA-ESPE sede Santo Domingo, por darme la oportunidad de desarrollarme como profesional y de permitirme tener muchas experiencias positivas para lograr cumplir con mi objetivo de ser Ingeniera Agropecuaria.

A mi tutor de tesis Ing. Jorge Lucero, al cual le estoy muy agradecida por brindarme su apoyo incondicional desde principio a fin en el desarrollo de esta investigación, por todo el tiempo que invirtió en nosotras compartiendo sus conocimientos y dándonos consejos para lograr cumplir nuestro objetivo.

Gracias a mi compañera de tesis y mi gran amiga Diana Tuarez, quien desde el inicio nuestra amistad demostró que es sincera, que puedo encontrar un apoyo en ella, por escuchar mis problemas y darme consejos para ser mejor cada día, es una persona que soporta mi actitud y me entiende, gracias por todos esos momentos de alegría los cuales nos ayudaron a superar dificultades.

Finalmente, agradezco a todos mis compañeros y amigos quienes fueron fundamentales para lograr este objetivo.

Ortega Vega Jenyffer Alejandra.

En primer lugar, a DIOS, por darme la oportunidad de tener salud, fortaleza y motivación para seguir adelante sobre todo en momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres, quienes con su cariño y apoyo condicional estoy logrando este sueño más anhelado.

A la UFA-ESPE Sede Sto. Dgo.: por darme la oportunidad de ser parte de esta formación profesional: Ingeniería Agropecuaria.

A mi tutor de tesis, el estimado Ing. Jorge Lucero, quien ha guiado con su paciencia y rectitud como docente, sin dejar a un lado el tiempo invertido y aporte de conocimientos desde los inicios hasta la culminación del trabajo investigativo.

A mi compañera de tesis Alejandra Ortega por ser una gran amiga y compartir desde un inicio su amistad sincera, su tiempo, risas, los cansancios, pero sobre todo alegrías para evitar los momentos de desesperación.

A mis demás amigos y compañeros de la universidad, muchas gracias, por todo su apoyo y compañía en este importante recorrido.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en mí.

MUCHAS GRACIAS DIOS.
Tuarez Veloz Diana Maribel.

Índice de contenido

Caratula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	8
Resumen	13
Abstract.....	14
Capítulo I	15
Introducción	15
Capítulo II	17
Revisión de Literatura	17
Degradabilidad <i>In Situ</i> (DISMS).....	17
Métodos de Digestibilidad.....	17
Método de digestibilidad in vivo	17
Método de digestibilidad <i>in vitro</i>	18
Método de digestibilidad <i>in situ</i>	18
Técnica de uso de las bolsas de nylon	18
Silo de maíz.....	19
Calidad de Silo de maíz.....	19
Fibra efectiva (eFDN).	21
Separador de partículas de Penn State (PSPS).	22
pH Ruminial	23
Capítulo III	24
Metodología	24
Evaluación en laboratorio:	24
Materiales:.....	24
Equipos:	24
Muestras:	24
Etapa de campo Penn State:.....	25
Evaluación en laboratorio:	25

Metodología:	25
Ubicación del área experimental.	25
Ubicación Política	25
Ubicación geográfica.	26
Técnica <i>in situ</i> (DISMS):	27
Metodología de Penn State:.....	28
pH Ruminal:	28
Capitulo IV	29
Resultados y discusión	29
Medición del pH ruminal	29
Evaluación de la fibra efectiva mediante la prueba Penn State	31
Degradabilidad <i>in situ</i> (DISMS) de la materia seca.....	32
Fracciones de la materia seca.....	34
Variable de la calidad nutricional.	35
Implicaciones.....	36
Capitulo V	38
Conclusiones	38
Recomendaciones	38
Bibliografía.....	39

Índice de figuras.

Figura 1 Ubicación del lugar de investigación.	26
Figura 2 Relación del pH ruminal con la hora de medición.....	29
Figura 3 Porcentaje de fibra efectiva del silo de las dos variedades de maíz de acuerdo a la metodología de Penn State.....	31
Figura 4 Relación de la degradabilidad ruminal con el tiempo de degradación en silo de maíz.	32
Figura 5 Fracción en porcentaje de la materia seca del silo de maíz	34

Índice de tablas.

Tabla 1 Producción de forraje, de maíz cortado a distintas alturas destinado para ensilaje.	20
Tabla 2 Análisis de la calidad nutricional del silo de maíz Pioneer y ADV9559.	35

Resumen

La determinación de la degradabilidad de los silos es fundamental para establecer el valor nutritivo y para la formulación de raciones suplementarias para rumiantes, donde se hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone mediante procesos biológicos o químicos dentro del rumen. En este trabajo se planteó determinar la calidad de silo de maíz, con base en la degradabilidad *in situ* (DISMS) y fibra efectiva. Se utilizó una vaca a través de la técnica *in situ*. El trabajo está orientado en un DCA con 2 variedades en 7 tiempos de fermentación ruminal con medida repetida en el tiempo. Con ayuda de bolsas, se pesó 10g de ensilaje de las dos variedades de maíz, puestas a incubación ruminal en la vaca en 0, 2, 4, 8, 16, 32, 48, 72 y 96 horas, se empleó la metodología Penn State para la medición de fibra efectiva. Como se observa que entre los dos silos existe un promedio de 9,5 de fibra efectiva con respecto a la materia seca del silo de maíz, siendo óptima para la digestibilidad. El pH ruminal llegó a 5,8, durante las 3h después de la incubación, luego se regula en 6 a 6,2 a las 12h. El híbrido Pioneer presentó un alto porcentaje de fibra efectiva, siendo el híbrido más adecuado para elaborar silo de alta calidad. En la degradabilidad se manifestó un lag-time de los silos, entre las 0 y 4h, siendo este el tiempo que se tarda en iniciar la degradación de la fibra. El total de la degradabilidad de los silos es del 40% a las 72h. A las 24h se alcanza un 50% de degradabilidad total mientras que a las 48h se logró hasta un 90% de la degradabilidad total.

Palabras clave: Penn State, degradabilidad, digestibilidad, fibra efectiva, *in situ*, maíz, silo.

Abstract

The determination of the degradability of the silages is essential to establish the nutritive value and for the formulation of supplementary rations for ruminants, where reference is made to the amount of feed that is decomposed by biological or chemical processes within the rumen. In this work, it was proposed to determine the quality of corn silage, based on in situ degradability and effective fiber. A cow with permanent rumen fistula was used to determine the effective fiber digestibility through the in situ technique (DISMS). The work is oriented in a DCA with 2 varieties in 7 times of rumen fermentation with repeated measurement in time. With the help of bags, 10g of silage of the two corn varieties was weighed, placed in the cow's rumen incubation at 0, 2, 4, 8, 16, 32, 48, 72 and 96 hours, the Penn State methodology was used. for effective fiber measurement. As results, it is observed that between the two silos there is an average of 9,5 effective fiber respect to the dry matter of the corn silo, being optimal for digestibility. The ruminal pH reached 5.8 during the 3h after incubation, then it regulates to 6 to 6.2 at 12h. The Pioneer hybrid presented a high percentage of effective fiber, being the most suitable hybrid for producing high-quality silage. In the degradability, a lag-time of the silos was manifested, between 0 and 4h, this being the time it takes to start the degradation of the fiber. The total degradability of the silos is 40% at 72h. At 24h, 50% total degradability is reached while at 48h, up to 90% of total degradability is achieved.

Keywords: *Penn State, degradability, digestibility, effective fiber, in situ, corn, silage.*

Capítulo I

Introducción

En el Ecuador, según Roa & Galeano, (2015), la producción ganadera en general se basa principalmente en el pastoreo la producción de pastizales está a expensas de las condiciones climáticas. Durante la época seca, el rendimiento de la biomasa forrajera y su valor nutricional es bajo, lo cual reduce considerablemente el desempeño productivo de los animales de pastoreo. Para suplementar las deficiencias nutricionales durante esta época, se tiene la alternativa de la utilización de fuentes alimenticias a base de ensilaje, henolaje y subproductos agroindustriales, que permiten subsanar estas deficiencias a un bajo costo de producción (Solís, 2017).

Tingo (2020) afirma que, en la actualidad, la información que existe en el Ecuador sobre la producción y parámetros de valor nutricional en base a la digestibilidad de ensilajes de maíz es escasa, ya que la mayoría de información se encuentra registrada en base a la autocapacitación por parte de los productores y a diferentes ensayos de investigación de otros países, donde se trata de adaptar esa información a las necesidades locales.

La determinación y conocimiento de la degradabilidad de los silos son fundamentales para establecer el valor nutritivo y para la formulación de raciones suplementarias para los rumiantes. Según Villalba, et al, (2011), la degradabilidad hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos o químicos dentro del rumen, donde participa principalmente bacterias celulolíticas, amilolíticas y la acides ruminal. La degradabilidad se la estima en base a la cantidad de fibra que se obtiene de la materia seca del silo, lo que permite estimar la proporción efectiva para una correcta conversión alimenticia, además de estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento. Gracias a las técnicas *in situ*, se permite obtener un grado preciso de durabilidad, no solo del

silos, sino de cualquier alimento destinado a rumiantes, esta técnica consiste en colocar la muestra en bolsas sintéticas e incubarlas en el rumen de animales fistulados, (Araiza, y otros, 2013).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, este trabajo está orientado en determinar la calidad de silos de maíz, con base en la degradabilidad *in situ* (DISMS) y la fibra efectiva, en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Las hipótesis planteadas a) No hay diferencia en la degradabilidad entre el silo 1 y silo 2; b) Si hay diferencia en la degradabilidad entre el silo 1 y silo 2.

Capítulo II

Revisión de Literatura

Degradabilidad *In Situ* (DISMS).

Dentro de la alimentación para los rumiantes es fundamental para constituir el valor nutritivo y por lo consiguiente para la formulación de las raciones. Es por ello que según Rosales et al., (2013) la digestibilidad es aquella proporción de alimento que opta por desaparecer dentro del tracto digestivo. En el caso de laboratorio ya sea por una solubilización o ataque de microorganismos anaerobios ruminales. Permite evaluar la proporción de nutrientes presentes en el alimento.

Métodos de Digestibilidad

En el transcurso de los años, se han venido manifestando un sinnúmero de metodologías por parte de diferentes autores para determinar la digestibilidad por ello se mencionan las siguientes técnicas:

- Método de digestibilidad *in vivo*
- Método de digestibilidad *in vitro*
- Método de digestibilidad *in situ* (DISMS).

Es por ello que el valor energético de los forrajes se puede evaluar indirectamente con técnicas *in situ* e *in vitro* y últimamente en métodos que usan enzimas celulolíticas (Torres et al., 2009, 5-9).

Método de digestibilidad *in vivo*

Es aquella técnica que consiste en el suministro de enormes cantidades de alimento al animal, siendo uno de los métodos dificultosos y de gran costo para la determinación *in vivo* de la digestibilidad (Brum et al., 1999).

Método de digestibilidad *in vitro*

La digestibilidad *in vitro* (DIVMS) aparenta a la digestibilidad del tracto digestivo del rumiante y necesita de la preparación de un inóculo que tenga microorganismos ruminales viables. Sin embargo, la desventaja radica en la variabilidad de los resultados, por parte de la microflora ruminal que se encuentra estrechamente intervenida por el tipo y cantidad de dieta incorporada al animal (Torres et al., 2009, 5-9).

Método de digestibilidad *in situ*

Este tipo de técnica *in situ* (DISMS), se focaliza en el uso de bolsas sintéticas o nylon para la evaluación de los forrajes a nivel ruminal. Es de suma importancia ya que se encarga de medir la digestibilidad aparente de la materia seca, fibra y nitrógeno; con la ventaja rápida de conseguir resultados idóneos, sin el requerimiento de otras técnicas o la exigencia de equipos y materiales. Entre los factores que se involucran están la cantidad de la muestra, tamaño de la bolsa y la partícula de la muestra, para estimar su utilidad y confiabilidad del uso de esta técnica (Torres et al., 2009, 5-9).

Técnica de uso de las bolsas de nylon

Esta práctica consiste en emplear el alimento en una bolsa de nylon u otro material indigerible. Se inicia colocando en el rumen de un animal fistulado. Luego se separan las bolsas en ciertos tiempos de incubación, diagnosticando la cantidad de muestras digeridas en las bolsas por efecto de la fermentación. Esta técnica es manejada cuando se desea comprender el impacto de las condiciones ruminales ante la digestión del material de las muestras.

Según varios estudios la utilización de varias bolsas las bolsas de nylon diagnóstica que cierta muestra con poros diminutos opta por reducir el flujo de agentes digestivos dentro de la bolsa y limita el flujo de residuos ingeridos. Lo fundamental de aquella metodología es que se lo realiza en el ecosistema natural (Escobedo, 2004).

Silo de maíz.

Para ensilar se usa una técnica, la cual consiste en almacenar el maíz en un silo, esto con el fin de generar fermentación anaerobia. Arcila, (2012) menciona que, el propósito de hacer un silo con material vegetal es mantener la calidad de este, conservarlo para épocas de sequías prolongadas o inviernos severos, o simplemente cuando no se dispone de pasto o forraje. El maíz es una de las fuentes principales de energía para ganado, se lo produce a bajo costo y el ser un cultivo de ciclo corto permite mayor eficiencia, el maíz híbrido es la mejor opción, ya que, cuenta con alto rendimiento, gran cantidad de grano, tallo fino, buenas hojas, entre otras características que lo hace uno de los preferidos para ensilar.

Calidad de Silo de maíz.

El maíz a lo largo de su ciclo va aumentando la concentración de hidratos de carbono. "En un estado inicial, vegetativo, podemos tener plantas muy digestibles, producto de una fibra de excelente calidad, pero con exceso de agua y bajo contenido de almidón. Como la espiga es la responsable de gran parte del rendimiento, el cultivo es poco productivo", señala (Arcila, 2012).

El ensilaje de maíz es un recurso alimenticio rico en energía, pero pobre en proteínas y minerales, por lo que no se recomienda como alimento único para el ganado, sin embargo, se ha observado que aumenta el consumo de materia seca y la producción de leche en los animales (Izquierdo, 2012).

El momento adecuado para el ensilaje es en la etapa de grano, cuando este se encuentre a $\frac{2}{3}$ de masa y $\frac{1}{3}$ de leche o si el contenido total de humedad de la planta es del 70%, estas características se las obtiene a los 110 o 130 días después de la siembra, en función al ciclo vegetativo de la variedad utilizada (precoz, intermedia o tardía), cortar para ensilar antes o después de esta etapa puede causar problemas durante la preparación del ensilaje, reduciendo la calidad del mismo (Izquierdo, 2012).

Para aumentar la calidad de los ensilajes de maíz, es importante tener en cuenta la altura de corte de la planta, ya que de esto depende la cantidad total de forraje cosechado y la modificación en la proporción de los componentes de rendimiento (tallos, hojas y espiga) (Romero, 2004).

En el siguiente cuadro se observa los resultados de producción de materia seca por hectárea, composición de la planta y calidad de los ensilajes, según distintas alturas de corte.

Tabla 1

Producción de forraje, de maíz cortado a distintas alturas destinado para ensilaje.

Altura de corte (cm)	Biomasa (kg MS/ha)	Composición			Calidad			
		Tallos%	Hojas%	Espiga%	PB%	FDN%	FDA%	DIVMS%
15	15,578	24	14	62	9,2	44,2	24,9	66,9
30	13,251	17	10	73	9,3	41,7	23,2	68,7
50	11,555	12	8	80	9,7	39,1	21,0	70,7

Nota: Esta tabla muestra composición morfológica y calidad nutritiva de maíz cortado a distintas alturas destinado para ensilaje. Tomado de (Romero, 2004).

Digestibilidad del silo de maíz

La digestibilidad de los forrajes ensilados depende fundamentalmente de la digestibilidad del cultivo original. Usualmente, la digestibilidad de la pared celular (FDN) que presenta el ensilaje de maíz es baja (49%), en relación con la MS total (65%), esto se da debido a la baja tasa de digestión. También, entre los componentes de la fibra, se encuentra que la lignina (%MS) o la concentración de fibra detergente ácida son los mejores indicadores de la calidad del ensilaje de maíz (Fernández, 1999).

Además, si tenemos en cuenta que la proporción de materia seca vegetal (tallos y hojas) y materia seca de la espiga (mazorca y grano) suele ser de 60: 40, respectivamente, la mayor digestibilidad de la fibra y el bajo contenido de lignina (componente no digerible), aumenta la calidad del ensilaje comparado con el aumento en el contenido del grano (Fernández, 1999).

Actualmente es esencial maximizar la concentración de nutrientes, de digestibilidad, de ingesta y de la eficiencia de conversión, en los sistemas de alimentación. La proporción de la espiga y la calidad del tallo + hojas que presenta la planta de maíz, influyen en el contenido de energía y la digestibilidad. La digestibilidad de la espiga es constante a través del tiempo, la proporción de la espiga y la digestibilidad del tallo + hojas no son dependientes. Mediante la translocación de sustancias altamente digeribles que van desde las células del tallo hasta la espiga, se acumula parte de la materia seca en el grano, la digestibilidad del tallo es baja cuando se da un elevado rendimiento por medio de translocación (Bertoia, 2010).

De la digestibilidad del fraccionamiento, de la mazorca y el tallo del maíz, depende el valor nutritivo del ensilaje, sin embargo, también se ven influenciados por factores genéticos, ambientales y por la etapa fenológica al momento del corte. El factor más influyente que condiciona el valor nutritivo del ensilaje es la madurez de la planta al momento del corte (Flores, 2013).

Fibra efectiva (eFDN).

La fibra efectiva en los alimentos puede sustituir la fibra de forrajes y así lograr mantener la producción de grasa en vacas lecheras, esta fibra promueve la rumia (La Manna & Acosta, 2015).

El concepto de fibra efectiva surgió debido a las limitaciones de la formulación solo con FDN, ya que se debe considerar la capacidad de la ración para estimular la rumia cuando se

formulan las dietas; pueden afectar la eficiencia de la actividad, así mismo en el metabolismo de las vacas, las características físicas de la fibra están asociado con la capacidad de las partículas de fibra, para estimular la masticación y la rumia. Se considera que el tamaño de las partículas ingeridas es el principal factor que influye en la penetración de las partículas en el rumen (Martínez, 2019).

Para no reducir la concentración de fibra efectiva en el ensilaje de maíz se debe controlar la longitud de corte, ya que, a menor longitud de corte, menor concentración de eFDN. Cuando las mazorcas de maíz se encuentran poco desarrolladas, se hace innecesario un picado fino para que exista buena digestibilidad del almidón. Según la teoría indica que el tamaño de longitud de partícula de 1,5 cm es aceptable, sin embargo, esto es variable dependiendo de la concentración de humedad del cultivo y así mismo de las picadoras. Al usar una bandeja de Penn State para medir el tamaño de las partículas, se debe considerar tener un 5 a 10% en la bandeja superior (Romero, 2021).

Separador de partículas de Penn State (PSPS).

Debido a la importancia de la longitud de las partículas, en las raciones totalmente mezcladas (RTM), surge el medidor de PSPS, ya que esta es una herramienta cuantitativa que sirve para determinar el tamaño de la partícula, ya sea en forrajes como en raciones. La versión reciente de este separador permite determinar el porcentaje de la mezcla que proporciona eFND. Este inicialmente se diseñó con dos cribas más una bandeja de fondo, donde consta de una criba de 19 mm (0.75 pulgadas) y otra criba de 8mm (0.31 pulgadas) (Martínez, 2019).

El rumen estaba cerca a los 4 mm y no a los 1.18mm. Por lo cual, en el 2013, la PSU aumenta una bandeja con el tamaño de poro de 4 mm (0.16 pulgadas), esta nueva criba permite una determinación más exacta de la fibra efectiva (Landa, 2015, citado por Martínez, 2019).

pH Ruminal

La máxima fermentación del constituyente fibroso del forraje idóneo varía desde 6,2 a 7,0 como actividad de microorganismos para beneficiar el desarrollo de la fermentación de los alimentos (Guevara Garay et al., 2012).

Por lo tanto, el pH ruminal varía conforme al tipo de alimentación, forma y frecuencia de ingerirlo, es decir que el pH disminuye al proporcionar dietas ricas en raciones altas de carbohidratos no estructurales. Sin embargo, tienden a regularse en un límite superior con dietas en carbohidratos estructurales (Guevara Garay et al., 2012).

En el caso de que exista un pH ruminal menor a 6,0 esto significa la muerte de microorganismos ya sea por bacterias involucradas en la degradación por parte de la materia fibrosa de la dieta (Guevara Garay et al., 2012).

- Al existir un descenso en la fermentación de la fibra por parte de una minoración en el pH, puede producirse un incremento en el tiempo de permanencia por parte del alimento en el rumen, provocando al animal saciedad y paralización eventual de un consumo espontáneo (Guevara Garay et al., 2012).

Capítulo III

Metodología

Materiales y métodos:

Etapa de campo:

- Vaca fistulada
- Ensilaje de maíz
- Bolsas de nylon
- Libreta de campo
- Esferográfico
- pH-metro digital
- Marcadores permanentes
- Malla de poliéster

Evaluación en laboratorio:

Pesado y secado de muestras de ensilaje de maíz:

Materiales:

- Esferográfico
- Libreta de notas

Equipos:

- Estufa
- Balanza analítica

Muestras:

- Muestras de ensilaje de dos variedades de maíz
- ADV 9559
- Pioneer

Etapa de campo Penn State:

- Cajones de madera
- Brocas de 19 mm, 7 mm y 4mm
- Lija

Set de 4 cajones:

- Superior: Orificios de 19 mm
- Medio: Orificios de 7 mm
- Intermedio: Orificio de 4 mm
- Inferior: Ciego

Evaluación en laboratorio:**Materiales:**

- Esferográfico
- Libreta de notas

Equipos:

- Estufa
- Balanza analítica
- Baño María

Metodología:

Los ensayos se realizaron en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, parroquia “Luz de América”, dentro de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, ubicada en la Hacienda Zoila Luz, en el Área de Ganadería.

Ubicación del área experimental.**Ubicación Política**

- País: Ecuador
- Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas

- **Cantón:** Santo Domingo de los Colorados
- **Ubicación:** Parroquia Luz de América

Ubicación geográfica.

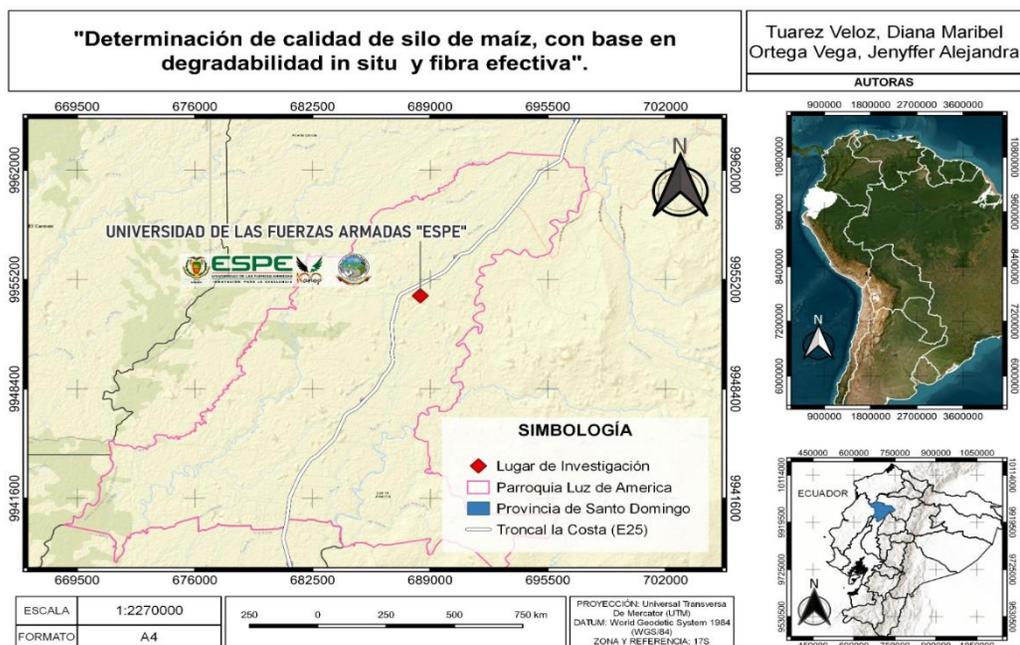
Parroquia Luz de América "Universidad de las Fuerzas Armadas Espe".

- **Zona de vida:** Bosque húmedo tropical (BhT)
- **Altitud:** 270 msnm
- **Temperatura:** 24 a 26°C
- **Precipitación:** 2860 mm año/año
- **Heliofanía:** 680 horas luz/año
- **Humedad relativa:** 85% a 95%

Figura

1

Ubicación del lugar de investigación.



Nota: Descripción gráfico de la ubicación donde se desarrolló la presente investigación.

Técnica *in situ* (DISMS):

Se utilizó una vaca, perteneciente a la Unidad de las Fuerzas Armadas “Espe” con una fístula ruminal permanente, para determinar la degradabilidad de la materia seca a través de la técnica *in situ* (DISMS). El animal fue mantenido en pastoreo libre y bajo cuidados post operatorios.

Se utilizaron bolsas de nylon de 10 cm. de ancho x 15 cm de largo y con tamaño de poro de 50 μ m de diámetro. Para iniciar, se pesó en el laboratorio cada una de las bolsas de nylon vacías (peso inicial) y se procedió a enumerarlas, para su respectiva identificación. Se procedió a secar las muestras de ensilaje en la estufa, a 60°C por 48h, luego se molio los ensilajes con ayuda de un molino dejando en estado de polvo, después se pesó 10 gramos de ensilaje de las variedades de maíz previamente secado en la estufa, los cuales fueron adicionados dentro de cada bolsa, posteriormente las bolsas fueron puestas a incubación ruminal en la vaca en los horarios 2, 4, 8, 12, 24, 48, 72 y 96 horas. Las incubaciones se realizaron a primeras horas de la mañana sucesivamente en los tiempos programados de permanencia en el rumen, para poder retirar las bolsas al final del tiempo de incubación el cual fue de 96 horas.

Para el tiempo 0 se colocó las muestras a baño maría a 39° C por 3seg, con el fin de simular la temperatura del rumen, se realizó tres repeticiones de cada tratamiento.

Las bolsas nylon luego de la incubación ruminal, se pesaron y posteriormente fueron colocadas en bolsas de papel para secarlas en la estufa a 60° C por 72 horas. Luego de salir de la estufa se verificó la diferencia entre el peso inicial y el peso del residuo lo que permitió determinar la degradabilidad de la efectiva (eFDN) en el rumen; de los dos tratamientos se realizaron 3 repeticiones, el mismo proceso se realizó con las bolsas de tiempo 0.

Metodología de Penn State:

Para realizar este método, primero se elaboró un prototipo que cumple las mismas funciones del Separador de Partículas de Forraje de Penn State.

Se pesó 500 g de las variedades de ensilaje de maíz, que fue la muestra representativa para realizar el secado en la estufa, luego se distribuyó las muestras en el cajón superior, para proceder al tamizado, estas bandejas tiene un set de cuatro en secuencia de mayor dimensión de orificios hacia menor y ciego se ejecutó movimientos energéticos constantes de cinco veces en desplazamiento de 20 a 30 cm con una inclinación de 90 grados completando 8 ciclos, con esto se realizara 40 agitaciones, quedando la estratificación con las partículas en relación de la dimensión contenido de cada set, finalizando el pesaje y clasificación de eFDN.

El diseño a utilizar para evaluar degradabilidad fue DCA con 2 tratamientos (variedades de silo) en 9 tiempos de fermentación ruminal como medida repetida en el tiempo, el silo con efecto fijo y la bolsa de nylon con efecto aleatorio.

pH Ruminal:

Para este método, se recolectó diversas muestras de contenido ruminal, en las tres diferentes repeticiones, con tiempos de incubación de 2,4,8 y 12 horas. En cada repetición (semana) se midió el pH ruminal con la ayuda de un pH-metro.

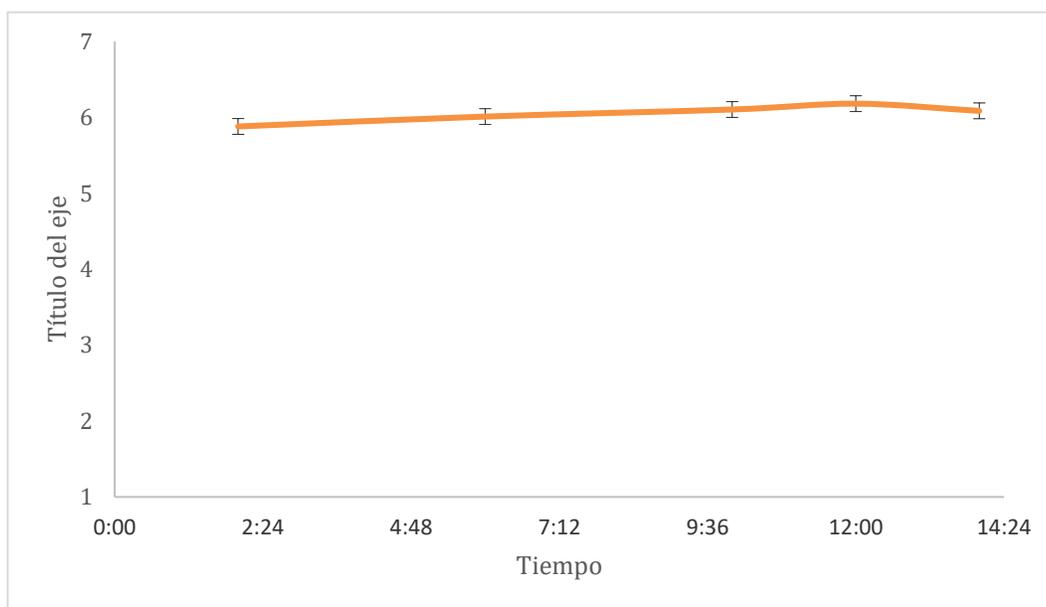
Capítulo IV

Resultados y discusión

Medición del pH ruminal

Figura 2

Relación del pH ruminal con la hora de medición.



Nota: Relación del pH ruminal, en distintos tiempos de evaluación.

De acuerdo a la figura 2, se muestra la relación del pH ruminal de acuerdo a las 12 horas de evaluación. Se observa que el pH ruminal al inicio del suministro del silo, es de 5,89, un pH relativamente ácido lo que indica que la actividad microbiana del rumen se ve afectada, debido a que presenta un pH ruminal menor a 6,0 esto significa la muerte de microorganismos ya sea por bacterias involucradas en la degradación por parte de la materia fibrosa de la dieta, según Guevara et al., (2012), es por ello que en varios estudios realizados por Blanco, (1999), recalca

el efecto del aumento de bacterias influyentes en el rumen las cuales cambian en función del pH. Las bacterias celulolíticas son perjudicadas fuertemente cuando el pH del rumen disminuye debajo de 6,0; beneficiando a las bacterias amilolíticas desarrollándose mejor en pH ácidos entre 5,5 a 6,0.

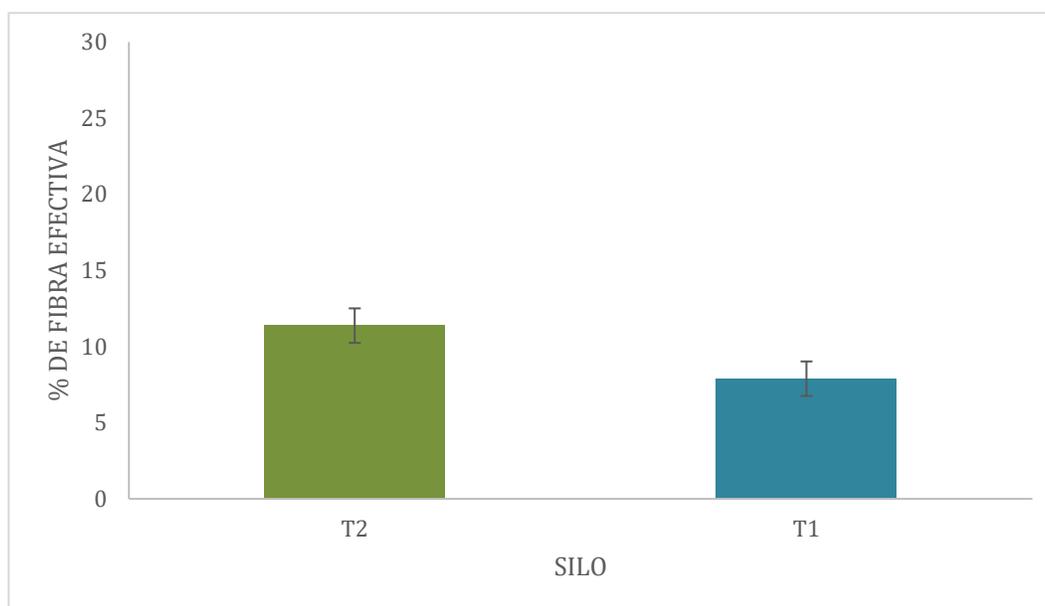
Cabe mencionar que el silo de maíz es rico en almidones provenientes del grano, lo cual acidifica ligeramente el ambiente ruminal según Bertoia, (2010), pero dicha acidez tiende a regularse en un límite superior con dietas en carbohidratos estructurales, gracias a que el silo de maíz provee mayor cantidad de celulosa, hemicelulosa y lignina.

A partir de las 5 horas de evaluación, el pH del rumen asciende a los rangos normales de 6.0 y se mantienen hasta las 12 horas dentro del rango de 6.0 a 6.2 de pH, gracias a la calidad del silo de las dos variedades de maíz, que tienen un contenido óptimo de fibra insoluble del 43% en relación al 60% de materia seca, (figura 2) la cantidad de carbohidratos estructurales logran reactivar los microorganismos en el ambiente ruminal llevándose la liberación de AGVs o ácidos grasos volátiles para la obtención de energía en el animal, según (Guevara et al., 2012).

Evaluación de la fibra efectiva mediante la prueba Penn State

Figura 3

Porcentaje de fibra efectiva del silo de las dos variedades de maíz de acuerdo a la metodología de Penn State



Nota: T1: Maíz Híbrido ADV 9559, T2: Maíz Híbrido Pioneer.

Según la figura 3, de acuerdo al método de Penn State se observa que entre los dos silos existe un promedio de 9,5 de fibra efectiva, existen limitaciones de la formulación solo con fibra detergente neutra, ya que se debe considerar la capacidad de la ración para estimular la rumia, según Martínez, (2019) tanto las características del silo en general como la cantidad de fibra dietética pueden afectar la eficiencia.

Un buen índice de fibra efectiva recomendado para vacas lecheras es de al menos 19-21% de fibra efectiva en el total de materia seca de la ración de las vacas según Roa & Galeano, (2015), en ambos casos, con el silo de maíz no se alcanza este rango, Romero (2004) manifiesta

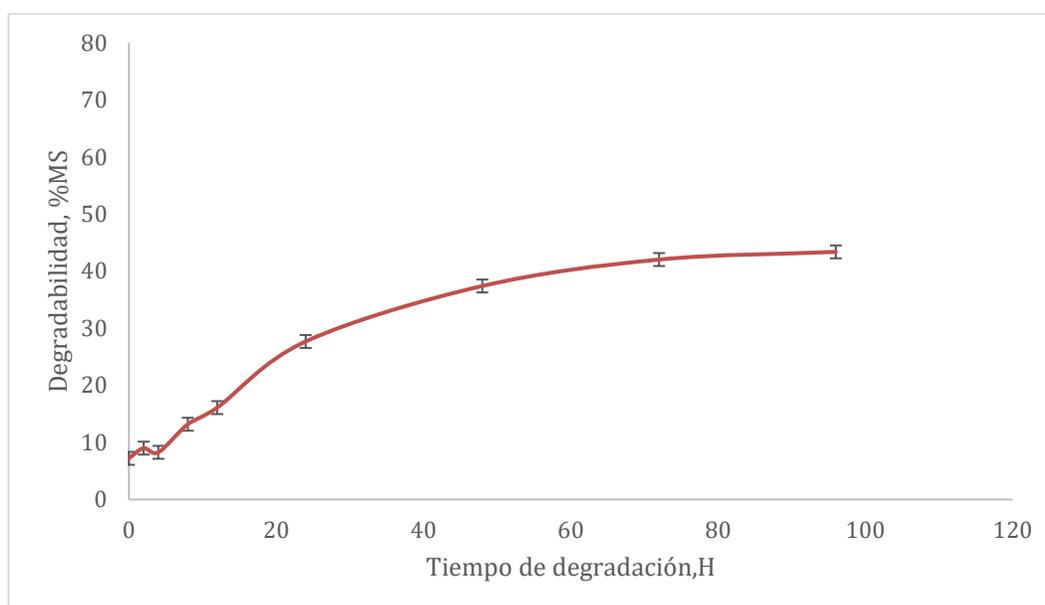
que la fibra efectiva del silo de maíz en general se reduce por no controlar la longitud de corte, ya que, a menor longitud de corte, menor concentración de fibra efectiva o eFDN.

Cuando las mazorcas de maíz se encuentran poco desarrolladas, se hace innecesario un picado fino para que exista buena digestibilidad del almidón. Por otra parte, Torres et al, (2009), manifiestan que el silo de maíz es un excelente suplemento alimenticio para vacas lecheras, por lo que su eFDN logra suplementar los requerimientos nutricionales, siempre y cuando se incluya en la dieta algún pasto de corte u otra fuente de alimento, Martínez, (2019) indica que el tamaño de longitud de partícula de maíz para silo de 1,5 cm es aceptable, sin embargo, esto es variable dependiendo de la concentración de humedad del cultivo y de las picadoras.

Degradabilidad *in situ* (DISMS) de la materia seca.

Figura 4

Relación de la degradabilidad ruminal con el tiempo de degradación en silo de maíz.



Nota: Comportamiento de la degradabilidad en relación al tiempo de degradación de los silos de maíz. ADVA: CV=12,23; R²=0,98; Error=7,7066; LSD Fisher Alfa=0,05; DMS=3,26474.

En la figura 4 se puede observar que la tasa de degradación de materia seca del silo de maíz va disminuyendo conforme pasa el tiempo, ya que, desde las 12h hasta las 24h se degradó un 11% lo que representa una tasa de 0,92%/h, mientras que desde las 24h hasta las 48h la tasa de degradación fue 0,41%/h, sin embargo, en el tiempo de 48h hasta las 72h la tasa de degradación fue apenas del 0,17%/h, al finalizar entre las 72h a 96h la tasa de degradación no presenta ninguna variación. Por otro lado, se puede observar que entre las 0 y 4 horas de incubación intraruminal se manifiesta un lag-time de los silos, siendo este el tiempo que se tarda en iniciar la degradación de la materia seca. El total de la degradabilidad de los silos es del 42% a las 72h sin diferenciarse de las 96 horas, comparados con los resultados obtenidos por Sánchez, (2016) es bajo, ya que el autor indica que el ensilaje de maíz India S-505 obtuvo los mayores porcentajes de degradabilidad de la materia seca a las 72 horas de evaluación con 73.02%, demostrando que los híbridos de maíz y la edad de cosecha no afectan la degradabilidad de materia seca del forraje ensilado

A las 24h se alcanza un 50% de la degradabilidad total mientras que a las 48h se logró hasta un 90% de la degradabilidad total, Entre las 72 y 96 h no existe aumento de la degradabilidad de la MS.

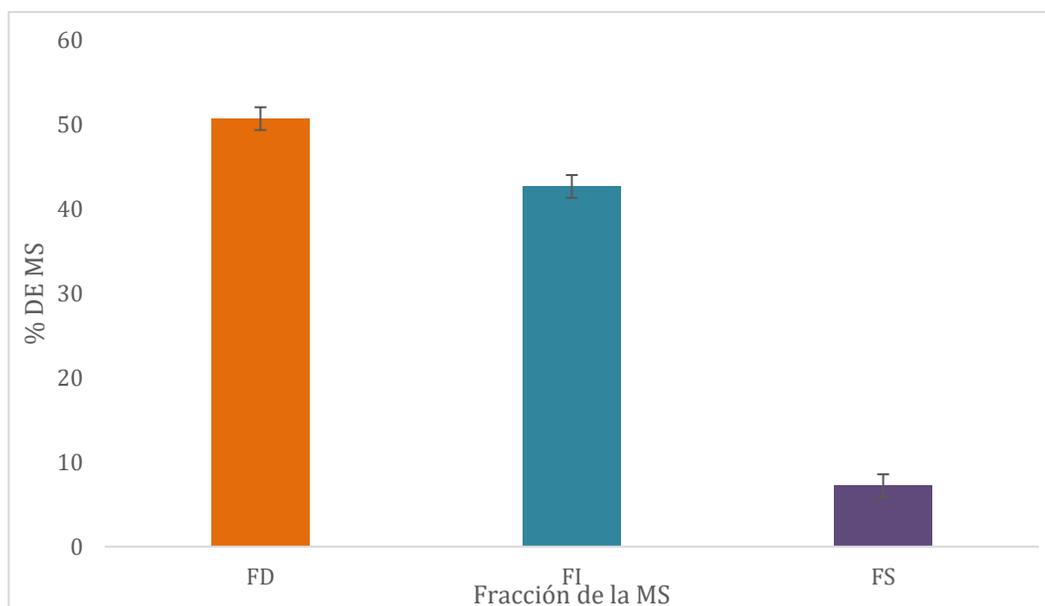
La tasa de degradabilidad normal para el silo de maíz según Bertoia, (2010) es de 4,2 horas, tiempo en el cual, en este caso, se tardó en iniciar la degradación de la fibra, gracias a esto, se maximiza la concentración de nutrientes, de digestibilidad, de ingesta y de la eficiencia de conversión alimenticia en general del silo de maíz suministrado. La degradabilidad desde las 24 a las 48 horas es constante debido a la proporción de la espiga y la calidad del tallo y las hojas al momento de ensilar el maíz, Escobedo, (2004) manifiesta que existe un fenómeno de sustancias altamente digestibles la cual va desde el tallo y las hojas hacia la mazorca, en donde se acumula parte de la materia seca en el grano, aumentando la tasa de degradabilidad en gran medida de la materia seca del silo.

Si bien es cierto que la digestibilidad y degradabilidad de un silo de maíz depende de varios factores como el híbrido empleado, en esta investigación no se diferenciaron las variedades comparadas, el tamaño de la partícula del silo y de la altura de corte de las plantas, existen otros factores a tomar en cuenta que influyen en la digestibilidad como los factores genéticos por parte del animal, factores ambientales y la etapa fenológica al momento del corte, el cual es el factor más influyente que condiciona el valor nutritivo, la degradabilidad de la fibra y la digestibilidad de la planta al momento del corte, según (Flores, 2013).

Fracciones de la materia seca.

Figura 5

Fracción en porcentaje de la materia seca del silo de maíz



Nota: FD: fracción degradable, FI: fracción indegradable, FS: fracción soluble

En la figura 5 se observa que, del porcentaje total obtenido de materia seca del silo de maíz, la fracción degradable tuvo un valor de 51%, la fracción indegradable, un valor de 43% y la fracción soluble apenas un 8% aproximadamente. De acuerdo a los resultados obtenidos por Araiza, y

otros, (2013) la fracción soluble fue del (39,49-42,53%) en ensilados de maíz – manzana, la cual fue mayor en comparación a la obtenida en este estudio, lo que se podría dar debido al tipo de aditivos presentes. En cuanto a la fracción indegradable se obtuvo resultados similares al de los autores antes mencionados, siendo este del 42,22% sin adición de manzana. Por otro lado, la fracción degradable, según lo reportado por Rendón, et al. (2013), fue de 51,4% en ensilajes con diferentes concentraciones de vinaza, la cual favoreció la conservación de la proteína cruda (PC) en los ensilajes y por lo tanto contribuyó un aumento importante en la disponibilidad de la proteína a nivel ruminal, cuyo dato concuerda con el resultado obtenido en el estudio.

Variable de la calidad nutricional.

Tabla 2

Análisis de la calidad nutricional del silo de maíz Pioneer y ADV9559.

COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICO		
Parámetro	Silos de maíz (seco)	
	Pioneer	ADV9559
Proteína (%)	10,63	8,88
Ext. Etéreo (%) grasa)	5,35	4,36
Ceniza (%)	6,29	5,49
Fibra (%)	27,00	29,22
E.L.N.N Otros (%)	50,73	52,05

Nota: Se envió una muestra por cada tratamiento al laboratorio de AGROLAB.

En la tabla 2, se puede observar la composición bromatológica de dos variedades de silo de maíz Pioneer y ADV9559. El promedio de proteína bruta en la muestra seca de los silos es de 9,75%, según Mier, (2009) menciona que el contenido de esta debe estar comprendido entre 8 y 10% sobre la MS, ya que si valores son superiores puede significar que el corte se lo realizo

demasiado temprano con pérdida de potencial de producción y bajo contenido en almidón, por lo tanto se puede evidenciar que el porcentaje de proteína bruta de los silos analizados están dentro de los rangos óptimos considerando que este parámetro es de suma importancia, ya que influye directamente con la producción animal.

En cuanto al porcentaje de ceniza según, Argamentoría, et al. (1997) las cenizas indican la cantidad de contenido mineral presente en el silo, por lo tanto, si este supera el 15% sobre la MS, es seguro que hubo contaminación con tierra. El porcentaje de ceniza de los silos en estudio fue del 5,89%, ya que, esta no supera el 15% se podría decir que no hubo contaminación por tierra. Los valores de extracto etéreo tienen un promedio de 4,85%, por lo tanto, este está elevado sobre el mínimo normal 2,1%, según lo reportado por (Santos, et al., 2010).

De acuerdo al valor obtenido en la fibra, se puede analizar que el promedio entre los dos silos es de 28,11%. Verificando este resultado con Romero, (2004) y valores de base a MS, The Pioneer Forage Manual, 1990, que el contenido de nutrientes del silo de maíz, presentan un promedio de fibra del 28% y valores entre rangos de 20-40. Es por ello que según Martínez, (2017), mediante una clasificación del contenido de fibra en el ensilaje de maíz menciona que una fibra normal se encuentra entre un valor de 27%. Basándose tanto en la altura de corte de la planta y la aportación del grano, ya que a un mínimo corte de altura, se reduce la calidad del ensilaje siendo la parte inferior insuficiente para ser digerida debido a un aumento en la capacidad de las fibras. En el caso de gramíneas con grano, el aporte del grano es superior en comparación a otras etapas tempranas teniendo como resultado una disminución correspondiente de las fibras en el ensilaje.

Implicaciones.

En épocas secas es necesario tener otras fuentes alimenticias, los silos son una alternativa considerable, la degradabilidad *in situ* determina el valor nutritivo de los silos, en la

formulación de dietas para animales rumiantes. Hace referencia aquella cantidad de alimento que se degrada mediante procesos biológicos o químicos. La DISMS permite al productor analizar la cantidad de alimento degradado en el rumen con respecto a diversos tiempos de incubación, siendo una de los métodos más confiables con excelentes resultados. Los silos evaluados manifestaron una degradabilidad del 50% si estos permanecen por más de 48h es irrelevante.

Facilitaría comprender ciertos parámetros a tomar en cuenta, entre ellas la edad de corte, que influye en la cantidad de fibra presente. Es necesario recalcar que esta técnica tiene limitaciones, ya que es altamente invasivo, afectando directamente en la rumia, evaluación de niveles de materia soluble, partículas de menor longitud o dietas altas en almidón y grasas, por lo que este material podría salirse de las bolsas sin ser degradado.

La fibra efectiva en la producción ganadera mantiene la producción de grasa del animal, manteniendo la salud del rumen, el silo de maíz posee un alto valor energético, la fibra efectiva es la que realmente aprovechable por el bovino, cuando consume el alimento. Por lo tanto, la raciones a implementar en un sistema de producción debe ser planificada, es por ello que determinar la fibra efectiva presente en silo es de suma importancia, ya que, así se podrá mejorar el valor nutritivo de este, por otro lado para alimentar al ganado con raciones totalmente mezclada (RTM) se desarrollan métodos los cuales permiten diferenciar el tamaño de partículas, en este caso el método de Penn State es uno de los más recomendados, gracias a este se podrá determinar la fibra efectiva presente en el alimento y así formular correctamente la dieta.

Capítulo V

Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos en este trabajo de titulación se concluye lo siguiente:

Según el análisis del pH ruminal se concluyó que este no se altera conforme pasa el tiempo, correspondiente a las 12 horas de evaluación, esto debido a que el animal tiene una dieta constante a base pasto, por lo tanto, el pH no se modifica.

Se evidencio que la fibra efectiva del silo de las dos variedades de maíz de acuerdo al método de Penn State, obtuvo un promedio de 9,5 siendo un valor bajo esto se puede dar debido a la longitud del corte por ello se reduce el contenido de fibra efectiva.

La degradabilidad *in situ* total (DISMS) de la materia seca (MS) del ensilaje de maíz fue del 50%, los valores máximos de degradabilidad se alcanzaron de 48h a 72h de incubación ruminal.

Recomendaciones

Se recomienda que los productores de silos tomen encuentra la longitud de corte al momento de la elaboración de silo, ya que a mayor longitud se incrementa la fibra efectiva en la dieta.

Es recomendable el uso del método de Penn State, ya que este permite determinar el tamaño de partículas, debido a que el tamaño de esta define la fibra efectiva que se encuentra en el silo, lo que facilita la rumia en los rumiantes.

Se recomienda hacer estudios acerca de la degradabilidad *in situ* (DISMS) en otros alimentos fibrosos (pasto, heno, etc.), para complementar la dieta en animales rumiantes.

Bibliografía

- Araiza, E., Delgado, E., Carrete, F., Medrano, H., Solís, A., Murillo, M., & Haubi, C. (2013). Degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza. *Revista de investigación y difusión científica agropecuaria* 17(2), 79-96. From <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/mayo/7.pdf>
- Argamentería, G., Roza, B. D., Martínez, A., Sanchez, L., & Martínez, A. (1997). El ensilado en Asturias. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria . *Sociedad española para el estudio de los pastos*, 1-127.
- Bertoia, L. M. (2010). *ENSILAJE DE MAÍZ: CALIDAD TÉCNICA Y BIOLÓGICA*. Retrieved November 28, 2022 from produccion-animal.com.ar: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/159-calidad_maiz.pdf
- Blanco, M. d. (1999). *Bacterias Ruminales* . From https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/69-bacterias_ruminales.pdf
- Brum, B., Carro, M. D., Gonzalez, J. S., & Lopez, S. (1999). DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE FORRAJES Y CONCENTRADOS:EFECTO DE LA RACIÓN DE LOS ANIMALES DONANTES DELÍQUIDO RUMINAL. *Dialnet*. From <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4119.pdf>
- Escobedo, J. E. (2004, Mayo). *Evaluación de la digestibilidad de alimentos por dos métodos*. Retrieved November 28, 2022 from UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6193/T14467%20ESCOBEDO%20RODRIGUEZ%2C%20JOSE%20ELPIDIO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores, G. (2013, February 3). *Factores que afectan a la calidad del ensilaje de hierba y a la planta de maíz forrajero en Galicia y evaluación de métodos de laboratorio para la*

predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de estos forrajes ensilados.

Retrieved November 28, 2022 from Departamento de Producción Animal Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos Universidad Politécnica de Madrid Factore: <https://oa.upm.es/161/1/02200425.pdf>

G.A, A., roza, B. I., A.Matinez, & L.Sanchez&A.Martinez. (1997). *El ensilado en Asturias. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria*. Asturias: CIATA.

Guevara Garay, L. A., Gomez Botero, J. C., & Avila Londoño, L. E. (2012, Julio 14). Frecuencia de Suplementacion y pH ruminal en bovinos. *Veterinaria y Zootecnia, Vol 6(2)*. From <http://vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v6n2a09.pdf>

La Manna, A., & Acosta, Y. (2015). *Durante una sequía o luego de esta puede faltar fibra en la dieta: Cuidemos que esta sea realmente físicamente efectiva*. Retrieved November 28, 2022 from INIA: http://www.inia.uy/Documentos/Privados/UCTT/Sequ%C3%ADa/Selecci%C3%B3n%20RG%202015/Lecher%C3%ADa/Fibra%20efectiva%20web%20INIA_2015.pdf

Martinez, D. (2017, Noviembre). *Evaluacion nutricional del ensilaje de maiz cosechado en cuadro etapas fenologicas elaborado con tres calibres de picado*. From bdigital.zamorano.edu: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c472a1b0-00ba-4794-912a-6cdd31fab284/content>

Martínez, G. L. (2019, Noviembre). Retrieved November 28, 2022 from UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL Determinaci: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/46849/GERARDO%20LOPE%20MART%C3%8DNEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mier, M. (2009). *CARACTERIZACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO Y ESTABILIDAD AERÓBICA DE ENSILADOS EN FORMA DE MICROSILOS PARA MAÍZ FORRAJERO*. Córdoba: Universidad de Córdoba.

- Rendón, M., Noguera, R., & Posada, S. (2013). Cinética de degradación ruminal del ensilaje de maíz con diferentes niveles de inclusión de vinaza. *SciELO*, 42-51.
- Roa, M., & Galeano, R. (2015). Calidad nutricional y digestibilidad *in situ* de ensilajes de cuatro leñosas forrajeras. *Pastos y Forrajes*, 38 (4), 431-440. From http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942015000400007&lng=es&tlng=es.
- Romero, L. A. (2004). *SILAJE DE MAIZ*. From Produccion Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/05-silaje_maiz.pdf
- Romero, L. A. (2004). *SILAJE DE MAÍZ*. Retrieved November 27, 2022 from [produccion-animal.com.ar: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/05-silaje_maiz.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/05-silaje_maiz.pdf)
- Romero, L. A. (2021, Febrero 19). *Realizo un buen ensilaje de maíz frente a condiciones de sequía*. From INTA: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/8893/INTA_CRSantaFe_EEARafaela_Romero_L_Realizo_un_buen_ensilaje_maiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rosales, A., Licon, D., Carrion, C., Roldan, M., Soto, S., Ortiz, M., & Segura, H. (2013, Marzo 13). *Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza*. Retrieved November 28, 2022 from [Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza: http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/mayo/7.pdf](http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/mayo/7.pdf)
- Santos, M., Gómez Castro, A., Perea, J., García, A., & Guim, A. H. (2010). *Fatores que afetam o valor nutritivo da silagens de forrageiras tropicais*. Pernambuco: Universidad federal rural de Pernambuco.

- Solís, R. (2017). *EFFECTO DE LA ADICIÓN DE Bacillus spp. EN ENSILAJE DE MAÍZ (Zea mays) SOBRE LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL in situ Y FERMENTACIÓN RUMINAL in vitro*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. From <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26308/1/Tesis%2096%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20508.pdf>
- Tingo, F. (2020). *Efecto de un inóculo de bacterias ácido-lácticas sobre la calidad nutricional y fermentativa de silo de avena (Avena sativa)*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Maestría en Producción y Nutrición Animal.
- Torres, G., Arbaiza, T., Carcelen, F., & Lucas, O. (2009). COMPARACION DE LAS TÉCNICAS *in situ*, *in vitro* YENZIMÁTICA (CELULASA) PARA ESTIMAR LA DIGESTIBILIDAD DE FORRAJES EN OVINO. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, RIVEP*, 20(1), 5-9. From <https://www.redalyc.org/pdf/3718/371838850002.pdf>
- Villalba, D. K., Holguín, V. A., & Acuña, J. A. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café-musáceas. *Rev. Col. Cienc. Anim.* 4 (1), 47-52.