

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a saint or historical figure, seated on a throne. The figure is surrounded by various symbols, including a crown, a lion, and a shield. The Latin motto "SICUT ERAT SIT ET ERIT" is inscribed around the perimeter of the seal. The text "CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACATEMALENSIS INTER" is also visible within the circular border.

EFECTO DE TRES NIVELES DE ADICIÓN DE PLANTA DE BOTÓN
DE ORO (*Tithonia diversifolia*) EN LA CALIDAD BROMATOLÓGICA
DEL ENSILADO DE PLANTA DE MAIZ (*Zea mays*), CHIQUIMULA,
GUATEMALA.

GLENDAYANIRA MARISABEL GARZA MARTINEZ

CHIQUIMULA, GUATEMALA, ABRIL DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

EFFECTO DE TRES NIVELES DE ADICIÓN DE PLANTA DE BOTÓN DE
ORO (*Tithonia diversifolia*) EN LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DEL
ENSILADO DE PLANTA DE MAIZ (*Zea mays*), CHIQUIMULA,
GUATEMALA.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

Glenda Deyanira Marisabel Garza Martinez

Al conferírsele el título de

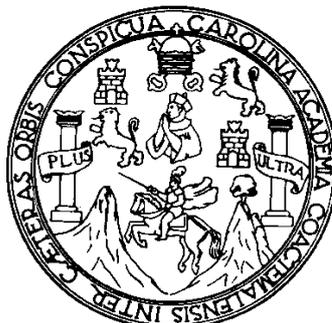
ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADA

CHIQUIMULA, GUATEMALA, ABRIL DE 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA**



RECTOR

Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	M.Sc. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	P.C. Diana Laura Guzmán Moscoso
Representante de Estudiantes:	M.E.P. José Roberto Martínez Lemus
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADEMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Coordinador de Carrera:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACION

Presidente:	M.C. Raúl Jáuregui Jiménez
Secretario:	M.Sc. Baudilio Cordero Monroy
Vocal:	M.Sc. Carlos Alfredo Suchini Ramírez

TERNA EVALUADORA

Lic. Zoot. Luis Fernando Cordón Cordón
M.Sc. Baudilio Cordero Monroy
M.A. José Alejandro Linares Díaz

Chiquimula, abril 2018

Señores Miembros
Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Su despacho

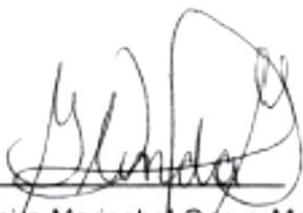
Respetables señores:

En cumplimiento a lo establecido en las normas del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de graduación titulado "EFECTO DE TRES NIVELES DE ADICIÓN DE PLANTA DE BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) EN LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DEL ENSILADO DE PLANTA DE MAIZ (*Zea mays*), CHIQUIMULA, GUATEMALA".

Como requisito previo a optar al título de **Zootecnista** en el grado académico de **Licenciada**.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos para su aprobación.

Atentamente

F. 
Glenda Deyanira Marisabel Garza Martinez



Chiquimula, marzo de 2018

Señor Director:
Nery Waldemar Galdámez Cabrera, M. Sc.
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director.

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación, de la Carrera de Zootecnia para asesorar a la estudiante **Glenda Deyanira Marisabel Garza Martínez**, en el trabajo de graduación intitulado: **"Efecto de tres niveles de adición de planta de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en la calidad bromatológica del ensilado de planta de maíz (*Zea mays*)"**. Tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a revisar y orientar al mencionado sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En ese sentido, el tema que se aborda, contribuye al desarrollo de alternativas nutricionales, para la alimentación de rumiantes en el área del corredor seco del país.

Por lo que en mi opinión este trabajo reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual recomiendo su aprobación para su sustentación en el Examen General Público, previo a optar al título de Zootecnista en el grado académico de Licenciada.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Lic. Zoot. Héctor Armando Flores Morales
Asesor Principal



D-TG-Z-022-2018

EL INFRASCrito DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el documento de la investigación que efectuó la estudiante **GLENDA DEYANIRA MARISABEL GARZA MARTINEZ** titulado **“EFECTO DE TRES NIVELES DE ADICIÓN DE PLANTA DE BOTÓN DE ORO (Tithonia diversifolia) EN LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DEL ENSILADO DE PLANTA DE MAIZ (Zea mays), CHIQUIMULA, GUATEMALA”**, trabajo que cuenta con la aprobación de la Comisión de Trabajos de graduación de la carrera de Zootecnia. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación, a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de Zootecnista.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a cinco de abril de dos mil dieciocho.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Nery Waldemar Galdamez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI - USAC



c.c. Archivo

NWGC/ars

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por darme sabiduría y salud a lo largo de mi carrera
- A MI MAMÁ:** Glenda Marisela Martinez Rosales
- A MI PAPÁ:** Israel Garza Cabrera
- A MIS HERMANOS:** Libni Marisela de Jesús Garza Martinez, Jorge Israel Garza Martinez
- A MIS ABUELOS:** Consuelo de Jesús Rosales, Cristina Marroquín y Jorge Alfredo Vicente
- A MI NOVIO:** Rodolfo Enrique Sandoval Galeano
- A MI FAMILIA EN GENERAL**
- A MIS AMIGOS**

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por darme sabiduría, fe y salud para culminar esta etapa.

A MIS PADRES: Por su amor y apoyo incondicional, por sus consejos, por ser un ejemplo a seguir y sobre todo por el esfuerzo económico que realizaron para que pudiera alcanzar esta meta.

A MIS HERMANOS: Por ser motivo de superación y por su apoyo moral.

A MIS ABUELOS: Por su cariño y apoyo incondicional.

A MI NOVIO: Por su comprensión, apoyo y amor en todo momento.

A MI ASESOR: Lic. Zoot. Héctor Armando Flores Morales, por su apoyo y por compartir sus conocimientos.

A MIS AMIGOS: Por hacer esta etapa más fácil con su apoyo.

A LOS DOCENTES DE LA CARRERA DE ZOOTECNIA: Por ser parte de mi formación académica.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Y AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE: Por ser la casa de estudios que ha ayudado en mi formación profesional.

A LA GRANJA PECUARIA DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE: Por abrir sus puertas y permitirme realizar mi trabajo de graduación en sus instalaciones.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. OBJETIVOS	4
V. MARCO TÉORICO	5
5.1. Conservación de forrajes	5
5.2. Ensilaje	5
5.3. Ventajas del ensilaje	6
5.4. Fases de fermentación del ensilaje	6
5.5. Características organolépticas de un buen ensilaje	8
5.6. Factores que afectan el valor nutritivo del ensilaje	9
5.6.1. Ligados a la planta	9
5.6.2. Ligados a la realización	9
5.7. Tipos de silos	10
5.8. Ensilaje de maíz, <i>Zea mays</i>	11
5.9. Características del maíz, <i>Zea mays c.v HB-83</i>	12
5.10. Características del forraje botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	12
5.10.1. Calidad y valor nutritivo del forraje botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	13
5.10.2. Reproducción	13
5.10.3. Cosecha	14
5.10.4. Fertilización	14
5.10.5. Usos	14
VI. MARCO METODOLÓGICO	15
6.1. Localización	15
6.2. Clima y zona de vida	15
6.3. Manejo del experimento	15
6.4. Preparación y corte de los materiales ensilados	15
6.5. Preparación de silo bolsa	16
6.6. Preparación de los materiales ensilados	17
6.7. Variables medidas	17

6.8.	VARIABLES EVALUADAS	18
6.9.	TRATAMIENTOS	18
6.10.	DISEÑO ESTADÍSTICO	18
6.11.	CROQUIS DEL DISEÑO ESTADÍSTICO	18
6.12.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	19
6.12.1.	Recolección de datos	19
6.12.2.	Análisis bromatológico	19
6.12.3.	Análisis estadístico	20
6.12.4.	Análisis financiero	20
VII.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	21
7.1	VARIABLES MEDIDAS	21
7.1.1.	pH	21
7.1.2.	Diferencia de peso	21
7.1.3.	Pérdidas a la apertura	21
7.2.	VARIABLES EVALUADAS	22
7.2.1.	Materia seca (%)	23
7.2.2.	Proteína cruda (PC%)	23
7.2.3.	Fibra neutro detergente (FND %)	24
7.2.4.	Fibra ácido detergente (FAD %)	24
7.2.5.	Energía digestible (ED Mcal/Kg)	25
7.3.	Análisis financiero	26
VIII.	CONCLUSIONES	28
IX.	RECOMENDACIONES	29
X.	BIBLIOGRAFÍA	30
XI.	APÉNDICE	35

ÍNDICE DE CUADROS

En el Texto

Cuadro	Descripción	Página
1	Composición Bromatológica del botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	14
2	Manejo de fertilización en botón de oro y maíz	17
3	Preparación de materiales ensilados	18
4	Resultados obtenidos de las variables medidas en el ensilaje de maíz, <i>Zea mays</i> con tres niveles de adición forraje de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	22
5	Resultados de pérdidas en el ensilaje	23
6	Efecto de tres niveles de sustitución de forraje de botón de oro en la calidad bromatológica del ensilado de maíz	23
7	Presupuesto parcial de los tratamientos en el que se incluyen los indicadores financieros beneficio bruto y relación I/P	27
8	Análisis de dominancia	28

En Apéndice

Cuadro	Descripción	Página
1A	Análisis de varianza para la variable materia seca del ensilaje de maíz, <i>Zea mays</i> con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	36
2A	Análisis de varianza para la variable proteína cruda del ensilaje de maíz, <i>Zea mays</i> con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	36
3A	Análisis de varianza para la variable fibra neutro detergente del ensilaje de maíz, <i>Zea mays</i> con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	36

4A	Análisis de varianza para la variable fibra ácido detergente del ensilaje de maíz, <i>Zea mays</i> con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	37
5A	Análisis de varianza para la variable energía digestible del ensilaje de maíz, <i>Zea mays</i> con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	37
6A	Registro de las pérdidas de ensilado de los diferentes tratamientos	38
7A	Resultados de análisis bromatológico	39

ÍNDICE DE FIGURAS

En el Apéndice

Figura	Descripción	Página
1A	Comportamiento del contenido de materia seca en el ensilado de maíz, <i>Zea mays</i> con tres niveles de adición de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	40
2A	Comportamiento del contenido de proteína cruda en el ensilado de maíz, <i>Zea mays</i> con tres niveles de adición de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	40
3A	Comportamiento del contenido de fibra neutro detergente en el ensilado de maíz, <i>Zea mays</i> con tres niveles de adición de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	41
4A	Comportamiento del contenido de fibra ácido detergente en el ensilado de maíz, <i>Zea mays</i> con tres niveles de adición de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	41
5A	Comportamiento del contenido de energía digestible en el ensilado de maíz, <i>Zea mays</i> con tres niveles de adición de botón de oro, <i>Tithonia diversifolia</i>	42
6A	Picado de materiales a ensilar	43
7A	Pesaje de materiales a ensilar	43
8A	Llenado y compactación de silobolsas	44
9A	Identificación de silobolsas	44
10A	Análisis de muestras en laboratorio de bromatología	45

RESUMEN

Garza Martinez, G.D.M. 2017. **EFFECTO DE TRES NIVELES DE ADICIÓN DE PLANTA DE BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) EN LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DEL ENSILADO DE PLANTA DE MAIZ (*Zea mays*), CHIQUIMULA, GUATEMALA.** Tesis Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC. 44p.

El estudio se realizó en la granja pecuaria el Zapotillo, ubicada en el Centro Universitario de Oriente, Chiquimula. El proposito de la investigación fue evaluar tres diferentes niveles (10%, 20% y 30%) de adición de planta de boton de oro (*Tithonia diversifolia*) en ensilado de planta de de maíz (*Zea mays*) y determinar que porcentaje de adición mejora la calidad bromatológica el ensilado, esto con la finalidad de contribuir con el desarrollo de alternativas para alimentacion de rumiantes.

Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar en el que se utilizaron 20 silobolsas; constituyendo cada silobolsa una unidad experimental. Estas fueron llenadas con 31.81 Kg de material previamente picado; se colocaron en un área techada, en donde las condiciones climáticas fueron similares para todas las unidades experimentales, las cuales fueron almacenadas en un periodo de 45 días.

Las variables materia seca, proteína cruda, energía digestible, fibra neutro detergente y fibra ácido detergente fueron evaluadas por medio de un ANDEVA en donde no presentaron diferencia significativa entre bloques; sin embargo, la variable proteína cruda presentó diferencia significativa entre tratamientos. El tratamiento D obtuvo un porcentaje de 9.8%, tratamiento C 9.15%, tratamiento B 8.50% y el tratamiento A 7.55%. Adicionalmente se realizó un análisis financiero a cada tratamiento para establecer su eficiencia en base a la relación insumo/producto, en donde se evidencia que es más económico producir un Kg de ensilado de maíz con 30% de adición de planta de botón de oro, ya que los costos de esta planta son más bajos que los costos de producción de maíz.

Palabras claves: ensilado, silobolsa, botón de oro, maíz, *Tithonia diversifolia*, proteína cruda, materia seca, energía digestible, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente.

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría del territorio guatemalteco está afectado de forma recurrente por los periodos largos de escases de agua, lo que hace difícil la disponibilidad de forrajes para alimentar el ganado, por lo que una parte importante de los forrajes deben ser conservados para poder utilizarlos durante los periodos críticos.

Para contribuir a solucionar esta problemática se ha utilizado la conservación de materiales en silos, que consiste en conservar forrajes con un alto contenido de humedad, mediante la compactación, expulsión del aire y la producción de un medio anaeróbico lo que produce un grado de acidez que inhibe la acción de cualquier otro microorganismo.

La finalidad de los silos es conseguir un valor nutricional similar al del forraje antes de ensilar. Sin embargo, incluir otro forraje al material a ensilar puede mejorar este valor, lo que permitiría suministrar un forraje succulento de calidad uniforme durante la época seca y así balancear los nutrientes de la dieta al suplir nutrientes en periodos en que la ración muestra deficiencias, como pueden ser los bajos contenidos de proteína cruda que caracterizan a los forrajes disponibles en esta época.

En la siguiente investigación se demostró que uno de los forrajes factibles y que mejora la calidad bromatológica del ensilado de maíz *Zea mays* es el botón de oro *Tithonia diversifolia*, ya que posee un potencial forrajero y un alto valor nutricional.

II. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El alimento base para los bovinos los constituyen los pastos y forrajes; no obstante, éstos materiales se ven afectados por las variaciones climáticas que en particular tienen que ver con la cantidad y distribución de las lluvias, factores que influyen en la calidad y disponibilidad de los mismos. En las regiones que presentan esta situación climática adversa, se suplementa el pastoreo o se reemplaza con ensilado.

El ensilaje representa una alternativa de solución al problema de alimentación del ganado, ya que permite la conservación de forrajes de alta calidad nutricional que se producen durante la época de lluvias, logrando atenuar el déficit nutricional observado en los hatos bovinos durante la época seca.

Por tal motivo, con la finalidad de incrementar los nutrientes y presentar una opción económicamente factible para la alimentación de rumiantes; en el presente trabajo se adicionó en el proceso de ensilaje de maíz, planta botón de oro (*Tithonia diversifolia*), ya que ha mostrado un alto potencial forrajero por la cantidad de forraje que produce y su alto valor nutricional.

III. JUSTIFICACIÓN

En la época seca la disponibilidad y calidad de los pastos y forrajes decrece, lo que provoca que los rendimientos en la producción y reproducción se vean afectados hasta provocar pérdidas económicas a los productores. En ese contexto, los productores han optado por usar suplementos como alimentos balanceados, forrajes de corte cuando existen condiciones de riego y ensilados para mantener la producción estable durante todo el año y contrarrestar los efectos de la época crítica de la alimentación.

En las regiones con condiciones climáticas adversas se ha utilizado la inclusión de algunas especies arbóreas forrajeras adicionado al maíz u otra gramínea en el proceso de ensilaje con el propósito de mejorar la calidad de los mismos, ya que es en muchos casos el mejor complemento de la alimentación diaria de los animales, puesto que reduce los costos de dietas donde se suplementa con alimentos balanceados y disminuye los costos de mantenimiento y producción de la ganadería. El botón de oro *Tithonia diversifolia* es un forraje que posee características productivas y nutricionales ventajosas, lo que la hace una planta promisoría en la alimentación animal.

Por consiguiente, la presente investigación generó información sobre el efecto que tiene el uso de diferentes niveles de adición de *Tithonia diversifolia* en el mejoramiento del valor nutritivo del ensilado de maíz, para cumplir con este propósito se determinó el valor nutricional del ensilado en función de la materia seca, proteína cruda, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y energía digestible.

IV. OBJETIVOS

General

- Evaluar el efecto de tres niveles de adición (10%, 20% y 30%) de planta entera de *Tithonia diversifolia* sobre la calidad nutricional del ensilado de planta entera de maíz *Zea mays*.

Específicos

- Determinar el efecto de los tres niveles de adición de *Tithonia diversifolia* en la calidad nutricional del ensilado de maíz *Zea mays* en relación al contenido de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) y energía digestible (ED).
- Estimar la relación insumo producto de cada uno de los tratamientos evaluados, con un análisis de dominancia.

V. MARCO TEÓRICO

5.1. Conservación de forrajes

En el oriente de Guatemala se presentan variaciones en la disponibilidad de pastos y forrajes a nivel de finca, estas variaciones son consecuencia de cambios en muchos factores, especialmente de aquellos asociados con el clima, que en particular tienen que ver con la cantidad y la distribución de las lluvias, temperatura, el fotoperiodo y la intensidad lumínica, principalmente; estos elementos también afectan la calidad nutricional del alimento producido. En consecuencia, durante el periodo lluvioso, con temperaturas más elevadas y días más largos se produce mayor cantidad de forraje de mejor calidad mientras que en la época seca, con días más cortos y en parte con temperaturas menores se produce muy poco pasto y de menor calidad (Gutiérrez, 1996).

La calidad del ensilaje dependerá directamente del material original y del cuidado en los procesos de conservación. En consecuencia, todos los forrajes tendrán una calidad inferior al material original, cuidado puesto y la maquinaria utilizada en los procesos productivos (Bragachini *et al.* 2008). Existen diferentes posibilidades de elección de técnicas para la conservación de forrajes; entre las que merecen ser mencionadas están el ensilaje, la henificación y la reserva en pie.

5.2. Ensilaje

El ensilaje es un proceso de conservación de forrajes que consiste en almacenar los productos que se quieren conservar en silos aislados del aire, de la manera más completa posible, todos o la mayoría de los nutrientes originales de los forrajes; especialmente los componentes energéticos y proteicos.

Prácticamente cualquier cosecha o sus residuos pueden ser conservados mediante el ensilaje, aunque las más comunes son las gramíneas, cereales forrajeros y leguminosas.

El proceso de fermentación anaeróbica convierte los azúcares solubles de la planta en ácidos orgánicos, los cuales forman un pH bajo que inhibe el desarrollo de microorganismos patógenos, el deterioro y la actividad de las enzimas de la planta (Eusse *et al.* 2002).

5.3. Ventajas del ensilaje

La práctica del ensilaje tiene las siguientes ventajas:

- Como un componente de los sistemas de producción bovina, favorece el uso eficiente del suelo, de los productos, subproductos y desechos de otros cultivos; por tanto, beneficia el reciclaje de nutrientes y reduce la compra de insumos y los costos de producción.
- En la época seca, o en épocas de exceso de lluvias, es en muchos casos el menor complemento de la alimentación diaria de los animales y disminuye las necesidades de suplementación con alimentos balanceados.
- Constituye un método práctico y económico para conservar los pastos, preservar al máximo su valor nutritivo y el desperdicio de pasto es mínimo, pues se ensilan las hojas y tallos frescos en el mejor estado de desarrollo de la planta.
- Es una alternativa para conservar los excesos de forraje y nutricionalmente es superior a otras formas de conservación de forrajes como el heno y su preparación es menos dependiente de las condiciones climáticas.
- Asegura durante todo el año el suministro de un alimento succulento y de calidad uniforme (Eusse *et al.* 2002).

5.4. Fases de fermentación del ensilaje

Primera etapa, fase aeróbica:

Da inicio en el forraje inmediatamente después de cortado, la que comprende procesos de respiración celular, producción de anhídrido carbónico y producción de calor. Las células permanecen vivas por cierto tiempo ya que el oxígeno disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y anaeróbicos facultativos. En esta fase el pH varía entre 6,5 a 6,0 (Gutiérrez, 1996).

Segunda etapa, fase de fermentación:

Esta etapa puede durar varios días hasta semanas dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones ambientales en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad

bacteriana proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos el pH bajara a valores entre 5,0 a 3,8 (Argueta, 2011).

Tercera etapa, fase estable:

Comienza la formación de ácido láctico. Las bacterias lactogénicas (*Bacillus subtilis* y *Bacillus fluorescens*) empiezan a actuar bajo condiciones anaeróbicas y cuando la temperatura ha llegado a un mínimo de 30 – 32°C, la cual bajo condiciones normales y correctas tendrá que elevarse un poco más. Estas primeras tres fases deben estarse completando en los primeros cuatro días de sellado el silo y el pH deberá llegar alrededor de 4,2 (Gutiérrez, 1996).

En ensilados bien conservados, por lo menos el 70% de los ácidos presentes es el láctico, necesitando este tipo de bacterias de los azúcares para multiplicarse. Durante la fermentación, el contenido de los azúcares disminuye; llegando al extremo de que, si se agotan, el descenso del pH se detiene y puede llegar a no existir suficiente ácido que logre estabilizar el forraje (Argueta, 2011).

Cuarta etapa, fase de deterioro aeróbico:

Se caracteriza por la producción abundante de ácido láctico, llevando el pH a un mínimo de 3,5, momento en el cual su concentración limitará incluso la actividad propia de los microorganismos lactogénicos y su supervivencia. En ese momento la cantidad de ácido láctico presente, actuando como esterilizante natural, no permitirá el desarrollo de algún microorganismo, asegurándose con ello la preservación del forraje (Gutiérrez, 1996).

Estas cuatro fases se desarrollan en unas tres semanas, de 17 a 21 días aproximadamente, si el material ha sido bien ensilado, la producción de ácido láctico ha sido adecuada y no queda aire, el ensilado permanecerá estable y en buenas condiciones durante largo tiempo (Silverira y Franco, 2006).

5.5. Características organolépticas de un buen ensilaje

La calidad del ensilaje es una medida de la eficacia del proceso de fermentación, de la cantidad de pérdidas de nutrientes y de la aceptación por parte de los animales; no existe un solo parámetro para determinar la calidad del ensilaje, aunque se puede evaluar por su apariencia, color, olor, valor nutritivo y palatabilidad.

El color y olor son índices del tipo de fermentación y de su valor nutritivo. Un color castaño-amarillento indica una fermentación típicamente láctica, de olor no muy fuerte y agradable (Eusse *et al.* 2002).

Un color verde oliva indica que el proceso se ha desarrollado a una temperatura muy baja presumiblemente fue una fermentación butírica de malas características organolépticas; los olores fuertes debido a ácido butírico y amonio, indican pérdidas de valor nutritivo, motivadas por una baja humedad o una baja compresión de la masa del forraje.

Un color castaño-tabaco es típico de la fermentación a altas temperaturas, con predominio de ácido acético; la palatabilidad es superior al ensilaje láctico, pero de inferior calidad nutritiva, puede transmitir un sabor desagradable a la leche.

Características de un buen ensilado:

- Color natural de forraje (verde, ligeramente amarillento)
- Olor agradable (ausencia de olores pútridos, avinagrados o de fruta podrida)
- Ausencia de hongos (manchas blancas)
- pH menor a 4.2
- Debe ser posible ver las venas y nervaduras de las hojas del forraje
- Que sea consistente
- Humedad aproximada del 70%
- Sabor agradable (palatable a los animales) (Eusse *et al.*, 2002).

5.6. Factores que afectan el valor nutritivo del ensilaje

5.6.1. Ligados a la planta

Contenido de materia seca

El contenido correcto de materia seca (30 – 35%) de la planta antes del ensilado es un factor importante para el éxito de la fermentación, así la degradación del ácido láctico y la producción de amoníaco se ven considerablemente atenuados.

Contenido de azúcares solubles

Los microorganismos usan los carbohidratos hidrosolubles como la principal fuente de energía para su crecimiento. Los principales son la fructosa y sacarosa.

Los bajos contenidos de carbohidratos hidrosolubles del forraje pueden limitar las condiciones de la fermentación. Bajo esta condición el pH no baja para llegar al estado de conservación.

Grado de madurez óptimo

En forrajes el momento óptimo de cosecha será cuando el valor nutritivo y las características físico-químicas estén relacionadas; es decir, los forrajes, aunque siendo jóvenes presentan un valor nutritivo elevado y su gran contenido en agua no los hace aptos para ensilar.

Por otra parte, cuando son recolectados tardíamente, presentan un alto contenido en glúcidos estructurales en sus paredes y un bajo contenido en materias nitrogenadas lo que determina un bajo valor nutritivo, no aconsejable para ensilar (Eusse *et al.* 2002).

5.6.2. Ligados a la realización

Tamaño de la partícula

Las recomendaciones sugieren que la mezcla final de alimentos procesados o un alimento fibroso en particular debe tener entre 5 y 10% de partículas mayores a 2 cm, entre un 40 y 50% de partículas entre 0,8 y 2 cm y el resto debe tener un tamaño menor a 0,8 cm.

Premarchitamiento

La disminución del contenido de agua del alimento a ensilarse se puede realizar mediante el prensado o bien mediante su exposición al aire libre durante un corto periodo de tiempo (6 – 24 horas) (Vallejo, 1995) obteniéndose contenidos de materia seca entre 30 y 40%, no es aconsejable sobre pasar estos contenidos, ya que ellos inhibirán el desarrollo de la flora microbiana beneficiosa y dificultará el prensado del ensilado (Eusse *et al.* 2002).

5.7. Tipos de silos

Para conservar forrajes en el trópico se han utilizado diversos tipos de silos, algunos requieren de instalaciones costosas y de empleo de maquinaria; sin embargo, existen silos de bajo costo.

Independientemente del tipo de silo, este debe reunir las siguientes características:

- Ser impermeable
- Tener paredes lisas
- Resistir a la acción de diferentes agentes presentes en el forraje
- Colocado sobre terrenos firmes
- Tener buen drenaje para los efluentes (Eusse *et al.* 2002).

Uno de los silos más costosos es el silo superficial, ya que se construye sobre la superficie de un terreno compacto o duro, se gasta en construir algunas infraestructuras y en polietileno para taparlo, pero donde las pérdidas de materia seca son altas debido a la cantidad de forraje que se expone al aire y al sol.

El silo tipo trinchera, es muy difundido en Guatemala, del cual existen varias modalidades, también debajo de la superficie del suelo o sobre la misma, o compartiendo en diferentes grados el espacio aéreo y el subterráneo; puede ir revestido o no. En el primer caso, el piso deberá tener dos pendientes, una hacia el centro de la trinchera en corte transversal y otra, hacia las puntas, las que pueden ser de 0,5 a 1,5% de pendiente.

A lo largo de ese silo y por en medio es conveniente construir un drenaje que evacue los efluentes producidos. Los taludes de las paredes pueden variar de 1:1

hasta 1:5; dependiendo de la textura del suelo y, de si el silo es revestido o no. En suelos arenosos debe ser de 1:1, en suelos arcillosos estables y en silos revestidos pueden ser de 1:5. En otras texturas de suelo, el talud debe ser intermedio (Gutiérrez, 1996).

Los silos aéreos o de torre constan de estructuras verticales, generalmente cilíndricas, solas o en batería, provistas de techo, escalera y de canal exterior para facilitar el descargue; con paredes fuertes impermeables y lisas para facilitar la compactación. Este tipo de silo permite obtener un forraje de mejor calidad, debido a la mayor compactación, menos pérdidas superficiales y periféricas, pero son los más costosos en su construcción y en su manejo porque requieren maquinaria más complicada para llenarlos y descargarlos (Eusse *et al.* 2002).

Los silobolsa, son silos de bajo costo; consisten en almacenar el forraje previamente picado en bolsas de polipropileno, permite preservar los forrajes durante dos años, tanto granos secos como granos húmedos. El silo bolsa es una bolsa de tres capas y filtro de rayos ultravioletas. El tamaño más común es de entre 60 – 75 metros de largo, por 2,75 m.

Este tipo de silo es de fácil manejo y permite comenzar el ensilaje tempranamente con menor dependencia del clima y en momentos que no se puede sacar la producción del campo debido al deterioro de los caminos rurales (Eusse *et al.* 2002).

5.8. Ensilaje de maíz, *Zea mays*

Todas las gramíneas pueden ser ensiladas, se prefieren aquellas que producen altos rendimientos de forraje por unidad de superficie, (que rindan buena cantidad de materia seca por hectárea). Una de las principales razones de la utilización del ensilaje de maíz es, que la producción de energía de las variedades híbridas cosechadas para ensilaje es considerablemente mejor que cualquiera de las otras alternativas disponibles.

El ensilado de maíz bien preparado es un producto de alta aceptabilidad con un contenido de moderado a alto de energía digestible (debido al elevado contenido

de almidón en el grano, hace que tenga un alto contenido energético, pero generalmente tiene un bajo nivel de proteína) (Villeda, 2011).

El estado ideal para la cosecha del maíz se da cuando está pasando del estado lechoso a pastoso o sea cuando al grano se le forma una depresión que le da el aspecto de diente (en este momento, el porcentaje de materia seca de la planta debe variar entre 34 y 38 %). En este grado de madurez se obtienen los mayores rendimientos de nutrientes por área. Si la cosecha del material se retrasa existirá un descenso en el rendimiento de los nutrientes debido principalmente a la pérdida del grano (Chávez, 2007).

5.9. Características del maíz, *Zea mays* c.v *HB-83*

El maíz HB-83 es un híbrido doble de grano blanco, cuya altura de planta y la posición de la mazorca es en promedio de 2.30 y 1.25 metros, respectivamente. El grano es de textura semidentada. Por la buena posición de la mazorca y desarrollo radicular posibilita ser menos afectada por fuertes vientos que causan el acame de plantas. Las plantas se pueden doblar a los 90 días y cosechar a los 120 días, posee una altura de planta de 211 cm y altura de mazorca de 124 cm.

El rendimiento comercial promedio es de 50 quintales por manzana, dependiendo de las condiciones ambientales y manejo agronómico. Bajo condiciones de riego y buen manejo agronómico, este híbrido puede tener potencial de producción hasta de 70 quintales por manzana (Fuentes, 2002).

5.10. Características del forraje botón de oro, *Tithonia diversifolia*

La *Tithonia diversifolia*, originaria de América Central ha sido introducida en todo el trópico; es una planta herbácea de 1,5 a 4,0 metros de altura, con ramas fuertes, las hojas son alternas, pecioladas de 7 a 20 cm de largo por 4 a 20 cm de ancho.

Esta especie tiene muchas cualidades que permiten clasificarla como planta forrajera de un alto potencial para la producción animal, entre las que se pueden mencionar, su fácil establecimiento, resistencia al corte frecuente, tolerancia a

suelos pobres, una producción aproximada de 30 y 70 toneladas de materia seca por hectárea por año, dependiendo de la densidad de siembra, el tipo de suelo, el estado vegetativo y las condiciones climáticas (Gallego *et al.* 2014).

5.10.1. Calidad y valor nutritivo del forraje botón de oro, *Tithonia diversifolia*

El botón de oro ha sido reconocido entre los productores como una planta con un importante valor nutricional, principalmente por su capacidad para acumular nitrógeno, por el nivel de fibra bruta y proteína.

Es una planta considerada como promisoría para su utilización en alimentación de diferentes especies animales, en especial en rumiantes. Se caracteriza por presentar una alta aceptabilidad animal, además posee una rápida degradabilidad y buen nivel de fermentación ruminal (Gonzales *et al.* 2014).

Cuadro 1. Composición bromatológica del botón de oro, *Tithonia diversifolia*

Nutriente	%
Materia seca	14.58*
Proteína bruta	17.50*
Fibra cruda	26.37*
Extracto etéreo	3.4**
Cenizas	25.37*

Fuente: *Laboratorio de Bromatología, Carrera de Zootecnia CUNORI, 2014.

**Gonzales *et al.* 2014.

5.10.2. Reproducción

El botón de oro se puede reproducir por semilla o por estaca; con la segunda opción es recomendable sembrarlas con el primer y segundo tercio del tallo. Para su propagación se ha utilizado material vegetativo proveniente de plantas jóvenes sin florecer; tomando tallos de aproximadamente 15 cm de longitud con 1.5 cm de diámetro y de 3 yemas; las cuales son colocadas de manera vertical o inclinadas sin cubrir las estacas totalmente (Gonzales *et al.* 2014).

5.10.3. Cosecha

Este forraje se puede cosechar cuando esté bien establecida, lo cual sucede aproximadamente a los 3 o 4 meses después de la siembra por estaca. Esta práctica es posible hasta seis veces al año cuando se va a utilizar como forraje; se corta la planta sin florecer y se aprovechan las hojas y tallos hasta de dos centímetros de grosor (Gonzales *et al.* 2014).

5.10.4. Fertilización

Durante los primeros 30 días después de la siembra se forman rebrotes precoces a partir de materiales almacenados en el tallo, que no se pueden asociar a la absorción de nutrientes del suelo debido a que el desarrollo radicular de la estaca es incipiente. Para promover el crecimiento de las raíces de la estaca antes de llevar a campo, se recomienda aplicar un abono orgánico foliar (Ríos *et al.* 1995).

5.10.5. Usos

Esta planta presenta usos diversos como productora de néctar y polen en apicultura, como barrera viva para impedir el ataque de las abejas, ha sido utilizada en aceptación en ovinos en las que se suministraron dietas con el 50% y 100% de la dieta base a partir de botón de oro.

Se ha utilizado en dietas de conejos, especialmente en conejas de cría y animales de engorde.

Las hojas en maceración alcohólica son utilizadas como árnica, remedio para la malaria y en el tratamiento de eczemas e inflamaciones de la piel de animales domésticos (Ríos *et al.* 1995).

VI. MARCO METODOLÓGICO

6.1. Localización

El presente estudio se llevó a cabo en la Granja Pecuaria El Zapotillo, del Centro Universitario de Oriente, Chiquimula situada en el kilómetro 169 carretera CA-10; ubicada geográficamente en latitud norte a 14° 48' 07" y longitud oeste a 89° 31' 52" (SIG, 2010).

6.2. Clima y zona de vida

La región corresponde a la zona de vida Bosque Seco Subtropical (zonas de vida según clasificación de Holdridge), a una altura de 300 msnm (De la Cruz, 1982). Datos de la Estación Climatológica tipo "B" del Centro Universitario de Oriente indican que, la precipitación pluvial anual es de 825 mm; una temperatura media anual de 27.5 °C (con una máxima de 37.5 °C y una mínima de 21°C) y una humedad relativa de 60% en época seca (de noviembre a abril) y de 75 – 90% en época lluviosa (de mayo a octubre) (CUNORI, 2010).

6.3. Manejo del experimento

El experimento se realizó mediante la elaboración de 20 silos tipo bolsa; utilizando silo bolsas de 45.5 Kg de capacidad de ensilado. Estas fueron almacenadas en un lugar fresco y bajo la sombra. Constituyéndose cada uno, en una unidad experimental; las que fueron distribuidas en un área de 10m².

6.4. Preparación y corte de los materiales ensilados

Previo a la siembra del maíz se realizó control químico de malezas con herbicida granulado (1.5 Kg/Ha) y herbicida pre-emergente (1.5Kg/Ha).

Se realizó la siembra del maíz HB-83, con las densidades de siembra siguientes: 80 cm entre surcos y 40 cm entre planta; utilizando 55 libras de semilla/Ha. Diez días después de la siembra se realizó un corte de uniformización en el botón de oro ya establecido con las densidades de siembra siguientes: 60 cm entre surco y 50 cm entre planta, el cual se cortó a los 60 días posteriores, de manera que

coincidió con el corte del maíz a los 70 días. Previo a la siembra se realizó un análisis de suelo para aplicar las dosis requeridas de fertilizante.

Cuadro 2. Manejo de fertilización en botón de oro y maíz

Época de aplicación	Fertilizante
Botón de oro	
15 días después de siembra	Sulfato de amonio 2qq/Ha
Maíz HB – 83	
15 días después de siembra	Sulfato de amonio 3qq/Ha
50 días después de siembra	Urea 3qq/Ha

Posterior a la siembra se realizó control químico con herbicida post-emergente (1.5Lt/Ha). Para controlar las plagas se aplicó insecticida a los 15 y 30 días después de la siembra, por aspersion y 45 días después de la siembra se aplicó insecticida granulado (10Kg/Ha). Debido a que no se cuenta con sistema de riego en la parcela en la que se estableció el maíz, los riegos fueron por medio de las lluvias; en los días que no existió lluvia se realizaron riegos manuales por inundación cada ocho días.

6.5. Preparación de silobolsa

Para la preparación de los silobolsa, se verifico que el maíz estuviera en grado óptimo para ensilar, lo cual es previo a la cosecha. Se cortó el forraje 6 horas previo al proceso de ensilado, luego de transcurrido el tiempo se picaron los materiales y se tomaron muestras (500gr) previo al ensilaje de cada material a para ser analizados en el laboratorio de bromatología de la carrera de Zootecnia, CUNORI, las variables a evaluadas por cada material son las siguientes; materia seca (MS%), proteína cruda (PC%), energía digestible (ED Mcal/Kg), fibra acido detergente (FAD%), fibra neutro detergente (FND%). Al finalizar la toma de muestras se prepararon los diferentes niveles de adición de botón de oro (10%, 20% y 30%) y de maíz.

6.6. Preparación de los materiales ensilados

Cuadro 3: Preparación de materiales ensilados

T1 = 100% maíz picado	31.81 Kg de planta de maíz picado
T2= 90% maíz picado y 10% botón de oro picado	28.63 Kg de planta de maíz picado y 3.18 Kg de planta de botón de oro picado
T3= 80% maíz picado y 20% botón de oro picado	25.45 Kg de planta de maíz picado y 6.36 Kg de planta de botón de oro picado
T4= 70% maíz picado y 30% botón de oro picado	22.27 Kg de planta de maíz picado y 9.54 Kg de planta de botón de oro picado

Para los tratamientos 2, 3 y 4 se picaron los materiales por separado y luego de ser picados se realizó la mezcla correspondiente para lograr uniformidad en los materiales ensilados. Se llenaron las bolsas y al formar capas de 20 cm aproximadamente se compactó hasta llenar completamente los silobolsas. Cada silo bolsa se identificó por tratamiento y repetición.

6.7. Variables medidas

- Peso fresco (kg)
- Peso del ensilado (kg)
- Humedad (%)
- pH (niveles de concentración)
- Pérdidas por descomposición (%)

6.8. Variables evaluadas

- Materia seca (%)
- Proteína cruda (%)
- Fibra neutro detergente (%)
- Fibra ácido detergente (%)
- Energía digestible (Mcal/Kg)

6.9. Tratamientos

T1 = 100% *Zea mays*

T2 = 90% *Zea mays* y 10% adición de *Tithonia diversifolia*

T3 = 80% *Zea mays* y 20% adición de *Tithonia diversifolia*

T4 = 70% *Zea mays* y 30% adición de *Tithonia diversifolia*

6.10. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, siendo un silo por unidad experimental.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

i = efecto de la sustitución de botón de oro en ensilaje de maíz.

j = 1, 2, 3, 4,5 (repetición)

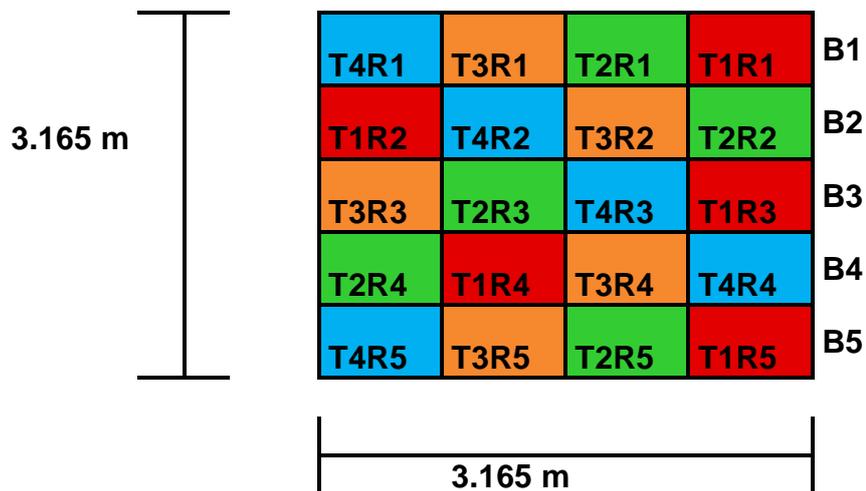
μ = media general

τ_i = efecto del tratamiento

β_j = efecto del bloque

ε_{ij} = error experimental.

6.11. Croquis del diseño estadístico



6.12. Técnicas de recolección y análisis de datos

6.12.1. Recolección de datos

Luego del proceso de picado, se determinó el peso en fresco del material a ensilar por cada unidad experimental al ser sellado cada silo bolsa, posterior al proceso de conservación se determinó el porcentaje del material ensilado por putrefacción, a través de la recolección del material descompuesto en la parte superior del silo bolsa, pesándolo en una balanza para luego tener los datos correspondientes.

6.12.2. Análisis bromatológico

Para evaluar las variables establecidas se realizó el análisis bromatológico del contenido de cada una de las unidades experimentales después de los 45 días de almacenado; recolectando 500 gramos de muestra de cada silo bolsa para ser analizado en el laboratorio de bromatología de la carrera de Zootecnia, CUNORI. Las cuales fueron trasladadas en bolsas herméticas de nylon identificadas con el tratamiento correspondiente.

El porcentaje de proteína cruda se obtuvo por el método de micro-Kjeldahl, la determinación de materia seca por medio de aire forzado, la concentración de acidez se evaluó utilizando el papel tornasol basándose en la escala de pH. El porcentaje de fibra ácido detergente y fibra neutro detergente se determinó en el laboratorio de bromatología de la carrera de Zootecnia, CUNORI, por medio del método de Van Soest.

Para determinar el total de nutrientes digestibles se utilizó la siguiente ecuación de Agricultural Service Laboratory (1996).

$$\text{TND} = 93.59 - (\text{FAD} * 0.9336)$$

Posteriormente se determinó la energía digestible utilizando la siguiente ecuación matemática: $\text{E.D.} = \text{TND} * 0.04409$

6.12.3. Análisis estadístico

Los resultados paramétricos obtenidos para las variables evaluadas (MS, ED, PC, FAD Y FND) se analizaron utilizando el programa SAS (sistema de análisis estadístico), y los resultados que mostraron diferencia estadística entre tratamientos fueron sometidas a una prueba de medias de Tukey y los resultados cualitativos de la evaluación organoléptica se evaluaron por medio de la prueba de Friedman; sin embargo, estos no presentaron diferencia significativa entre tratamientos.

6.12.4. Análisis financiero

Se evaluaron los diferentes tratamientos para estimar el costo de cada uno, tomando en cuenta los costos de cada material ensilado, realizando para el efecto la relación insumo/producto y un análisis de dominancia.

VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1 Variables medidas

Cuadro 4. Resultados obtenidos de las variables medidas en el ensilaje de maíz, *Zea mays* con tres niveles de adición de planta de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

Variables	Tratamientos			
	A	B	C	D
Ph	4.4	4.5	4.5	4.3
Diferencia de peso (Kg)	0.3	0.3	0.4	0.3

7.1.1. pH

El pH promedio obtenido de las muestras fue de 4.4; no existiendo diferencia significativa entre tratamientos (cuadro 4) Shields (2006), sugiere que los porcentajes de pH de un buen ensilado debe ser 4.3 aproximadamente. Sin embargo, Castaño (2012), reporta un pH de 5.8 en ensilajes de botón de oro.

7.1.2. Diferencia de peso

Al obtener los pesos en fresco de los materiales a ensilar y del ensilado, teniendo en cuenta que el peso inicial de cada tratamiento fue de 31.82 Kg; se determinó que, si hubo variaciones en los cuatro tratamientos, sin embargo, no existe diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 4). Los tratamientos A, B y D presentaron una diferencia de 0.3 Kg y el tratamiento C una diferencia de 0.4 Kg.

La pérdida de peso total promedio fue de 0.3 Kg, lo que corresponde al 0.94%. Romero (2004b) indica que las pérdidas de peso en el proceso de ensilaje en bolsas son menores al 5%; también reporta que en trabajos experimentales se han registrado pérdidas por fermentación que fluctúan entre 3 y 5%.

7.1.3. Pérdidas a la apertura

Al evaluar los datos obtenidos de las pérdidas al momento de la apertura, (Cuadro 5), se registró que el tratamiento A tuvo una pérdida de 0.14 Kg (0.4%), tratamiento B 0.02 Kg (0.06%), tratamiento C 0.82 Kg (2.5%) y el tratamiento D

0.016 Kg (0.05%). Las cuales se deben a algunas fallas cometidas durante el proceso de compactación; sin embargo, Gonzáles *et al.* (1991) indica que las pérdidas por oxidación pueden ser del 10%; mientras que Romero (2004a) indica que pueden variar entre 3% y 5%.

Cuadro 5. Resultados de las pérdidas de peso en el ensilado.

Tratamiento	Peso inicial promedio (Kg)	Diferencia promedio (Kg)	Pérdida promedio del ensilado a la apertura (Kg)
A	32.09	0.3	0.14
B	32.09	0.3	0.02
C	32.18	0.4	0.82
D	32.00	0.3	0.016

7.2. Variables evaluadas

Los resultados obtenidos para las variables químicas, MS, PC, FAD, FND y ED; se sometieron a un análisis de varianza ($p \leq 0.05$), y se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 6. Efecto de tres niveles de sustitución de forraje botón de oro en la calidad bromatológica del ensilado de maíz.

Variables	Tratamientos			
	A 0%	B 10%	C 20%	D 30%
MS (%)	29.77	32.95	26.8	25.87
PC (%)	7.55 a	8.50 b	9.15 c	9.87 d
FND (%)	64.74	64.70	64.63	64.43
FAD (%)	46.53	47.80	47.34	48.39
ED (Mcal/Kg)	2.21	2.16	2.18	2.13

Nota: a, b, c, d Letras minúsculas diferentes en la misma fila denotan diferencia significativa $p \leq 0.05$.

De acuerdo con los resultados que se muestran en el cuadro 6, el porcentaje de proteína cruda se ve influenciado por la adición de diferentes niveles de botón de oro. Las variables materia seca, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente y energía digestible, no se ven afectados por la adición de diferentes niveles de botón de oro.

7.2.1. Materia seca (%)

Los resultados de materia seca (Cuadro 6, Cuadro 1A, Figura 1A), fueron sometidos a un análisis de varianza y estos muestran que no existe diferencia significativa entre bloques y tratamientos; sin embargo; los resultados obtenidos evidencian que el porcentaje de materia seca disminuye conforme se incrementa el porcentaje de botón de oro; esto se debe a que el botón de oro es una planta muy suculenta y con bajo contenido de materia seca (16.8%).

A excepción del tratamiento B que muestra un mayor porcentaje de materia seca (32.95%), comparado con los demás tratamientos y también a que existió una mayor pérdida de humedad en el proceso de fermentación Gingins (2013), como resultado de su investigación sugiere que el porcentaje de materia seca debe ser aproximadamente de 33.1%. Mientras que Shields (2006), indica que el porcentaje ideal de materia seca en ensilajes es de 40 a 50% en silo bolsas.

Mier (2009), en su investigación obtuvo un porcentaje de materia seca de 43.9%, siendo los datos obtenidos en la presente investigación similares a los sugeridos por Gingins (2013).

7.2.2. Proteína cruda (PC%)

Luego de ser evaluados estadísticamente los datos de proteína cruda, se determinó que, si existe diferencia significativa entre tratamientos, pero no entre bloques, a una probabilidad de $p \leq 0.05$ (Cuadro 6, Cuadro 2A). El mayor porcentaje de proteína cruda lo obtuvo el tratamiento D, (9.87%), siendo las medias por tratamiento las siguientes: C 9.15%, B 8.50% y A 7.55%. Gingins (2013), sugiere que los porcentajes de proteína cruda en ensilajes de maíz deben estar entre 7 y 8%.

Mientras que Sanabria *et al.* (2015) obtuvieron un porcentaje de PC de 15.85% en planta de botón de oro cosechado a los 60 días. Resultados similares a los obtenidos en la presente investigación fueron encontrados por Vill *a et al.* (2016), quienes reportaron valores de 8.28% en ensilaje de 70% de *Axonopus scoparius* y 30% de *Tithonia diversifolia*; Dávila-Hidalgo *et al.* (2016),

reportan porcentajes de PC de 13.26% en ensilajes de 50% *Tithonia diversifolia* y 50% de *Sorghum vulgare*, que se encuentra por arriba de los porcentajes obtenidos en la presente investigación.

7.2.3. Fibra neutro detergente (FND %)

Al ser sometidos a un análisis de varianza ($p \leq 0.05$), los porcentajes que se obtuvieron de fibra neutro detergente muestran que no existe diferencia significativa en tratamientos ni entre bloques (Cuadro 6, Cuadro 3A). Sin embargo, el tratamiento que presentó el menor porcentaje de FND fue el tratamiento D (64.43%) y las medias obtenidas por tratamientos son las siguientes: C 64.63, B 64.70%, y A 64.74%, Gingins (2013), sugiere que los porcentajes de FND en ensilajes de maíz debe ser de 54.1%. Mientras que Castaño (2012), reportan porcentajes de FND de 54.2% en ensilajes de botón de oro. Porcentajes de 52.8% reportaron Bedoya-Mejía *et al.* (2017), en ensilajes de 70% de *Tithonia diversifolia* y 30% de *Pennisetum sp.* Los cuales se encuentran debajo de los valores obtenidos en esta investigación.

La fibra neutro detergente es el factor estructural mayormente relacionado con una reducción en el consumo de alimento; a medida que aumenta su contenido en las plantas. La FND representa la mayoría de los compuestos de la pared celular tales como hemicelulosa, celulosa y lignina, por tal motivo se da la disminución de la FND por el proceso de fermentación (Castaño, 2012).

7.2.4. Fibra ácido detergente (FAD %)

Para la variable fibra ácido detergente los datos evaluados estadísticamente no presentaron diferencia significativa entre tratamientos y entre bloques (Cuadro 6, Cuadro 4A). A pesar de no existir diferencia significativa el tratamiento A presentó el menor porcentaje de FAD, (46.53%); las medias que se obtuvieron por tratamiento son las siguientes: C 47.34%, B 47.80% y D 48.39%. Gingins (2013), sugiere que los porcentajes de FAD en ensilajes de maíz debe ser de 34.1%, aproximadamente.

Castaño (2012), reporta porcentajes de FAD de 47.6 % en ensilajes de planta de botón de oro; siendo similares a las medias obtenidas en los resultados en esta investigación. Mientras que Bedoya-Mejía *et al.* (2017), reportan valores de 40.35% en ensilaje de 70% de *Tithonia diversifolia* y 30% de *Pennisetum sp.*

Debido a que el porcentaje de FAD está estrechamente relacionado con la fracción no digestible del forraje (celulosa y lignina) y es un factor muy importante en el cálculo del contenido energético del alimento; cuanto mayor es el contenido en FAD menor es la digestibilidad del alimento (Castaño, 2012). Obtuvieron datos similares en ensilaje de *Tithonia diversifolia* en donde reportaron que la celulosa y lignina no se fermentaron completamente, por tal motivo no existió una disminución en el porcentaje de FAD; se intuye que en este caso posiblemente ocurrió el mismo efecto.

7.2.5. Energía digestible (ED Mcal/Kg)

Los resultados de energía digestible no presentan diferencia significativa entre tratamientos ni entre bloques (Cuadro 6, Cuadro 5A). A pesar de esto, el mayor porcentaje de ED lo obtuvo el tratamiento A (2.21 Mcal/Kg). Las medias para los demás tratamientos son las siguientes: C 2.18 Mcal/Kg, B 2.16 Mcal/Kg y D 2.13 Mcal/Kg.

Gingins (2013), indica que los porcentajes de ED en ensilajes de maíz de planta entera son de 2.20 a 2.60 Mcal/Kg. Sanabria *et al.* (2015), reportan valores de ED en botón de oro cosechado a los 60 días, de 3.35 Mcal/Kg. Los cuales son similares a los datos obtenidos en la presente investigación; se puede sugerir que los porcentajes de ED no aumentan conforme se aumenta el porcentaje de planta de botón de oro ya que el porcentaje de FAD no se vio disminuido al incrementar el porcentaje de dicha planta.

7.3. Análisis financiero

Para el desarrollo del análisis económico se realizó un presupuesto, ya que solo se contabilizan los gastos que varían en función de los tratamientos evaluados.

Cuadro 7. Presupuesto parcial de los tratamientos en el que se incluyen los indicadores financieros beneficio bruto y relación I/P.

	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
BENEFICIO				
Kg de silo producido	158.93	159.09	158.85	158.63
COSTOS VARIABLES				
Mano de obra (Q)	18.51	17.96	17.39	16.85
Bolsas de empaque (Q)	25.00	25.00	25.00	25.00
Análisis de suelo (Q)	25.00	25.00	25.00	25.00
Flete (Q)	58.82	52.94	47.06	41.18
Maíz (Q)	6.78	6.08	5.41	4.73
Botón de oro (Q)	-	1.25	2.51	3.74
Sulfato de amonio (Q)	17.05	17.05	17.05	17.05
Urea (Q)	12.50	11.26	9.99	8.73
Herbicida pre-emergente (Q)	5.10	4.60	4.08	3.57
Insecticida de contacto (Q)	0.97	0.88	0.78	0.68
Insecticida liquido (Q)	6.25	5.63	5.00	4.37
Insecticida granulado (Q)	1.60	1.44	1.28	1.12
arrendamiento (Q)	18.26	18.26	18.26	18.26
TOTAL	Q 195.84	Q 187.34	Q 178.80	Q 170.27
RELACION INSUMO/PRODUCTO	Q 1.23	Q 1.18	Q 1.13	Q 1.07

Como se puede observar en el cuadro 7, el costo más bajo en la producción de ensilaje de maíz con diferentes niveles de botón de oro lo presentó el tratamiento D (Q. 170.27) y el costo más alto lo presentó el tratamiento A (Q. 195.84).

Esto se debe a que a mayor porcentaje de adición de planta de botón de oro los costos se reducen, ya que el botón de oro es una planta perenne, mientras que el maíz es una planta anual y los costos de producción son elevados.

Por consiguiente, el tratamiento que mejor relación insumo/producto presentó fue el tratamiento D (Q. 1.07), seguido del tratamiento C (Q. 1.13), tratamiento B (Q. 1.18) y tratamiento A (Q. 1.23); en donde se evidencia que para el tratamiento D es necesario invertir Q. 1.07 para obtener 1Kg de material ensilado.

En el cuadro 8 se muestra el análisis de dominancia; en donde se indica que el tratamiento dominador es el tratamiento D (30% planta de botón de oro + 70% planta de maíz).

Cuadro 8. Análisis de dominancia

Tratamiento	Costo Variable	Relación I/P	Dominancia
D	170.27	1.07	No dominado
C	178.80	1.13	Dominado
B	187.34	1.18	Dominado
A	195.84	1.23	Dominado

De esta manera, financieramente se puede decir que es más económico producir un Kg de ensilado de planta de maíz con 30% de adición de planta de botón de oro; además, se obtiene un ensilado de mejor calidad nutricional al obtener un mejor porcentaje de proteína cruda.

XIII. CONCLUSIONES

Los porcentajes de materia seca se ven disminuidos con forme se aumenta el porcentaje de botón de oro, esto debido a que el botón de oro es una planta con un bajo contenido de materia seca (16.8%); a excepción del tratamiento B, el cual mostró un aumento moderado (32.95%); sin embargo, no existe diferencia significativa entre tratamientos.

Se determinó que los tratamientos evaluados (10%, 20% y 30% de planta de botón de oro adicionado al ensilaje de planta de maíz) para la variable proteína cruda si presentan diferencia significativa entre sí; obteniendo el porcentaje más alto de PC el tratamiento D (9.87%) y el más bajo el tratamiento A (7.55%).

Se observó una disminución en la fibra neutro detergente, esto debido al proceso de fermentación al que son sometidos los materiales a ensilar, ya que es el factor estructural que representa la mayoría de los compuestos de la pared celular.

A pesar de no existir deferencia significativa entre tratamientos para la variable FAD, se determinó que el tratamiento A es que el que obtuvo el porcentaje más bajo de FAD (46.53%); por lo tanto, el tratamiento A es el que presenta mejor contenido de ED (2.08 Mcal/Kg).

Al evaluar las pérdidas de ensilado por descomposición, se concluyó que las pérdidas obtenidas se encuentran entre 0.05% y 2.5%, estando dentro de los rangos normales, ya que el porcentaje máximo aceptable de pérdidas por oxidación menor al 10%.

Desde el punto de vista financiero, el tratamiento D (30% planta de botón de oro + 70% planta de maíz), fue el que reportó los menores costos y la menor relación insumo/producto, por lo que se puede concluir que es más rentable producir un Kg de ensilado de planta de maíz con planta de botón de oro, ya que se obtienen mejores resultados económicos y nutricionales.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar niveles más altos de adición de botón de oro en ensilaje de maíz, ya que se determinó que con la adición de 30% de botón de oro se alcanza un 9.87% de proteína cruda y los demás parámetros evaluados no se ven afectados.

Es recomendable realizar el corte y proporcionar un periodo de 24 horas de premarchitamiento a la planta de botón de oro previo al proceso de ensilaje; debido a que es una planta muy succulenta y esto dificulta el proceso de picado de la misma.

Evaluar el ensilado de otras gramíneas con potencial para ensilar, adicionado a la planta de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

Evaluar la respuesta animal del consumo del ensilado de maíz con adición de diferentes niveles de planta de botón de oro.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultural Service Laboratory. 1996. Formulas for feed and forage analysis calculations. Estados Unidos de América, Clemson University. 4 p.
- Argueta Peña, WM. 2011. Evaluación química del ensilado de napier (*Pennisetum purpureum var. Schum*), y caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), con tres niveles de adición de nacedero (*Trichanthera gigantea*) Chiquimula, 2010. Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI. 74 p.
- Bedoya-Mejía, O; Posada Arias, S; Millán-Cardona, L; Ruales, CAD. 2017. Efecto del ensilaje de *Tithonia diversifolia* sobre la composición láctea en hembras ovinas y su relación con el estatus nutricional (en línea). Revista La Sallista de Investigación 14(1): 93-102. Consultado 6 dic. 2017. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/695/69551301009/>
- Bragachini, M; Cattani, PA; Peiretti, J. 2008. Generalidades (en línea). In Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. Argentina, Sitio Argentino de Producción Animal, INTA – PRECOP II, (Manual Técnico no. 6). p. 42-336. Consultado 24 sep. 2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_en_general/21-libroForrajes-web.pdf
- Castaño J, GA. 2012. Efecto del proceso de ensilaje sobre el valor nutricional de *Pennisetum purpureum*, *Tithonia diversifolia*, *Trichanthera gigantea* (en línea). Boletín de Investigaciones de UNISARC 10(2):22-36. Consultado 5 abr. 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Gaston_Castano/publication/301779618_Efecto_del_proceso_de_ensilaje_sobre_el_valor_nutricional_de_Pennisetum_purpureum_Tithonia_diversifolia_y_Trichanthera_gigantea/links/5727af1908ae586b21e29737/Efecto-del-proceso-de-ensilaje-sobre-el-valor-nutricional-de-Pennisetum-purpureum-Tithonia-diversifolia-y-Trichanthera-gigantea.pdf

- Chavéz García, EA. 2007. Efecto de la inclusión de cinco niveles de gallinaza sobre la elaboración de ensilajes de maíz (*Zea mays*) (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 6. Consultado 16 jul. 2016. Disponible en http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1079.pdf
- CUNORI (Centro Universitario de Oriente, Guatemala). 2010. Datos climatológicos de 2010. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI, Estación Climatológica tipo "B".
- Dávila-Hidalgo, A; Lepe-Lopez, MI; Polanco, E; Saavedra, C; Guerra-Centeno, D. 2016. Determinación del valor nutricional y evaluación sensorial del ensilado de *Sorghum vulgare* y *Tithonia diversifolia* (en línea). Revista agronómica de Veterinaria 17(10): 1-11. Consultado 12 sep. 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/636/63647454005/>
- Eusse, JB; Chaverra Gil, H; Arciniegas, A; Acevedo, G; Álvarez, MA. 2002. Ensilaje, heno y henolaje: tipos, métodos y nuevas tecnologías (en línea). Colombia, Ángel Agro/Ganadería Intensiva/Ideagro. 165 p. Consultado 16 jul. 2016. Disponible en <http://comalfi.com.co/data/documents/ENSILAJE-HENO-Y-HENOLAJE.compressed.pdf>
- Fuentes López, MR. 2002. El cultivo del maíz en Guatemala, una guía para su manejo agronómico (en línea). Guatemala, ICTA. p. 22. Consultado 12 sep. 2016. Disponible en <http://funsepa.net/guatemala/docs/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>
- Gallego Castro, LA; Machecha Ledesma, L; Angulo Arizala, J. 2014. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl, a Gray en la producción de vacas lecheras (en línea). Revista Agronomía Mesoamericana 25 (2):393-403. Consultado 12 sep. 2016. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_meso/v25n02_393.pdf

- Gonzales Castillo, JC; Hahn Von-Hessberg, CM; Narváez Solarte, W. 2014. Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal (en línea). Boletín Científico Museo Historia Natural de la Universidad Caldas 18 (2): 46-58. Consultado 12 sep. 2016. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682014000200004
- González Y, M. 1991. Ensilaje III, pérdidas de nutrientes durante el ensilaje (en línea). IPA RENMEHUE (14): 22-26. Consultado 5 abr. 2017. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR12762.pdf>
- Gingins, M. 2013. Cómo interpretar un análisis de silaje de maíz (en línea). Revista Producir XXI 21, Bs. As. (257):36-39. Consultado 5 abr. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/213-analisis.pdf
- Gutiérrez, MA. 1996. Pastos y forrajes en Guatemala, su manejo y utilización, base de la producción animal. Guatemala, Editorial E y G. p. 3, 4, 253, 254.
- Mier Quiroz, MA. 2009. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad anaeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero (en línea). Tesis M.Sc. España, Universidad de Córdoba. Consultado 6 dic. 2017. Disponible en http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/22_11_37_maritza.pdf
- Ríos Katto, CI; Salazar, A. 1995. Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico (en línea). Livestock Research for Rural Development 6 (3). Consultado 12 sep. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/AG/AGa/AGAP/FRG/FEEDback/lrrd/lrrd6/3/9.htm>
- Romero, LA. 2004a. Silajes (en línea). Argentina, Sitio Argentino de Producción Animal, INTA, CACF, CREA, CLAAS. p. 28-30. Consultado 2 abr. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/04-silajes.pdf

- Romero, LA. 2004b. Silajes de granos con alta humedad (en línea). Argentina, Sitio Argentino de Producción Animal, INTA, CACF. p. 42-44. Consultado 2 abr. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/10-silajes_granos_alta_humedad.pdf
- Sanabria Celis, E; Ávila Carrillo, IY. 2015. Producción de follaje de la especie botón de oro (*Tithonia diversifolia*) utilizando 5 técnicas de siembra con fines de alimentación animal (en línea). Tesis Lic. Colombia, UNAD. 52 p. Consultado 12 sep. 2016. Disponible en <http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3713/1/86047820.pdf>
- Shields, M. 2006. Análisis de silajes, para que sirve saber (en línea). Revista Producir XXI Bs. As. 14(174):20-22. Nota: traducido de la revista The Australian Dairyfarmer 18 (5). Consultado 5 abr. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/33-analisis_silajes.pdf
- Sistema de Información Geográfica SIG-CUNORI, 2010. Ubicación geográfica granja CUNORI, Chiquimula.
- Silveira Prado, EA; Franco, R. 2006. Conservación de forrajes, segunda parte (en línea). Revista Electrónica de Veterinaria 7 (11): 1-37. Consultado 26 sep. 2010. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106/110606.pdf>
- Villa Ramírez, R; Hurtado Villegas, J. 2016. Evaluación nutricional de diferentes ensilajes para alimentar conejos (en línea). Revista de Ciencias Agrícolas 33(2):76-83. Consultado 9 dic. 2017. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v33n2/v33n2a07.pdf>
- Vallejo Solis, MA. 1995. Efecto del premarchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales (en línea). Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 5. Consultado 16 jul. 2016. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0667e/A0667e.pdf>

Villeda Lanuza, LA. 2011. Efecto de la inclusión de tres niveles de contenido ruminal de bovinos en el ensilaje de maíz (*Zea mays*) (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 56 p. Consultado 16 jul. 2016. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2974/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Luis%20Alberto%20Villeda%20Lanuza.pdf>



IX. APÉNDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable materia seca del ensilado de maíz, *Zea mays* con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

Fuente de variación	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	180.89	7	25.84	1.4	0.2901
Tratamiento	153.66	3	51.22	2.78	0.0871
Bloque	27.23	4	6.81	0.37	0.8263

Error	221.47	12	18.46
Total	402.36	19	

C.V 14.89

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable proteína cruda del ensilado de maíz, *Zea mays* con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

Fuente de variación	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	14.58	7	2.08	134.62	<0.0001
Tratamiento	14.53	3	4.85	313.35	<0.0001
Bloque	0.03	4	0.01	0.57	0.6925
Error	0.19	12	0.02		
Total	14.77	19			

C.V 1.42

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable fibra neutro detergente del ensilado de maíz, *Zea mays* con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

Fuente de variación	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	4.04	7	0.58	1.79	0.1794
Tratamiento	0.28	3	0.09	0.29	0.8303
Bloque	3.75	4	0.94	2.91	0.0675
Error	3.87	12	0.32		
Total	7.90	19			

C.V 0.88

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable fibra ácido detergente del ensilado de maíz, *Zea mays* con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

Fuente de variación	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	47.67	7	6.81	1.27	0.3395
Tratamiento	9.2	3	3.07	0.57	0.643
Bloque	38.47	4	9.62	1.8	0.1938
Error	64.12	12	5.34		

Total	111.79	19
-------	--------	----

C.V 4.87

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable energía digestible del ensilado de maíz, *Zea mays* con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

Fuente de variación	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	7	0.01	1.23	0.3503
Tratamiento	0.02	3	0.01	0.55	0.6556
Bloque	0.06	4	0.02	1.73	0.2077
Error	0.11	12	0.01		
Total	0.19	19			

C.V 5.21

Cuadro 6A. Registro de las pérdidas de ensilado de los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Repetición	Peso inicial (Kg)	Peso final antes de la apertura (Kg)	Diferencia (Kg)	Promedio (Kg)	pH	Promedio (pH)	Pérdida de ensilado a la apertura (Kg)	Promedio (Kg)
T1	1	31.82	31.22	0.60		4.5		0.04	
T1	2	32.27	32.27	0.00		4.5		0.60	
T1	3	31.82	30.90	0.92	0.3	4.0	4.4	0.05	0.14
T1	4	31.82	31.82	0.00		4.0		0.00	
T1	5	32.72	32.72	0.00		5.0		0.02	
T2	1	31.82	31.82	0.00		4.0		0.00	
T2	2	32.27	31.59	0.68		5.0		0.00	
T2	3	32.73	32.73	0.00	0.3	4.5	4.5	0.08	0.022
T2	4	31.82	31.82	0.00		4.0		0.03	
T2	5	31.82	31.13	0.69		5.0		0.00	
T3	1	32.27	31.36	0.91		4.0		0.80	
T3	2	31.82	31.82	0.00		4.0		0.32	
T3	3	31.82	31.13	0.69	0.4	5.5	4.5	0.00	0.82
T3	4	33.18	33.18	0.00		4.0		0.04	
T3	5	31.82	31.36	0.46		5.0		2.95	
T4	1	31.82	31.82	0.00		4.0		0.08	
T4	2	31.82	30.90	0.92		5.0		0.00	
T4	3	32.73	32.27	0.46	0.3	4.0	4.3	0.00	0.016
T4	4	31.82	31.82	0.00		4.5		0.00	
T4	5	31.82	31.82	0.00		4.0		0.00	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA
Cuadro 7A.



RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Solicitado por: Glenda Deyanira Marisabel Garza Martinez **Muestra:** Ensilaje de maíz, Ensilaje de maíz + Botón de oro
PROCEDENCIA: Chiquimula, Chiquimula **Fecha de recepción:** 27 enero 2017

Registro	Descripción	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	FND (%)	FAD (%)	ENERGIA DIGESTIBLE (Mcal/Kg)
0717	T1R1	29.48	70.52	7.58	65.74	45.25	2.26
0817	T1R2	31.14	68.86	7.69	64.25	44.81	2.28
0917	T1R3	24.55	75.45	7.31	64.33	50.60	2.04
1017	T1R4	34.80	65.2	7.67	64.53	47.83	2.26
1117	T1R5	28.88	71.12	7.51	64.87	44.15	2.32
1217	T2R1	29.45	70.55	8.74	65.26	46.21	2.22
1317	T2R2	32.34	67.66	8.47	64.30	45.21	2.24
1417	T2R3	31.67	68.33	8.56	64.24	49.08	2.11
1517	T2R4	30.89	69.11	8.37	64.70	48.71	2.12
1617	T2R5	40.40	59.6	8.39	64.98	49.04	2.11
1717	T3R1	28.57	71.43	9.17	65.20	46.18	2.23
1817	T3R2	28.51	71.49	9.07	63.73	49.12	2.10
1917	T3R3	23.90	76.1	9.26	64.04	45.42	2.26
2017	T3R4	23.20	76.8	9.09	66.00	46.74	2.20
2117	T3R5	29.80	70.2	9.17	64.19	49.24	2.10
2217	T4R1	29.48	70.52	9.87	65.31	43.16	2.35
2317	T4R2	28.69	71.31	9.95	64.05	47.68	2.16
2417	T4R3	26.59	73.41	9.79	65.00	49.46	2.09
2517	T4R4	26.55	73.45	9.87	63.78	53.18	1.94
2617	T4R5	18.06	81.49	9.87	64.02	48.44	2.13

Lic. Zoot. Luis Fernando Cordón
Responsable Lab. Bromatología ZOOTECNIA-CUNORI



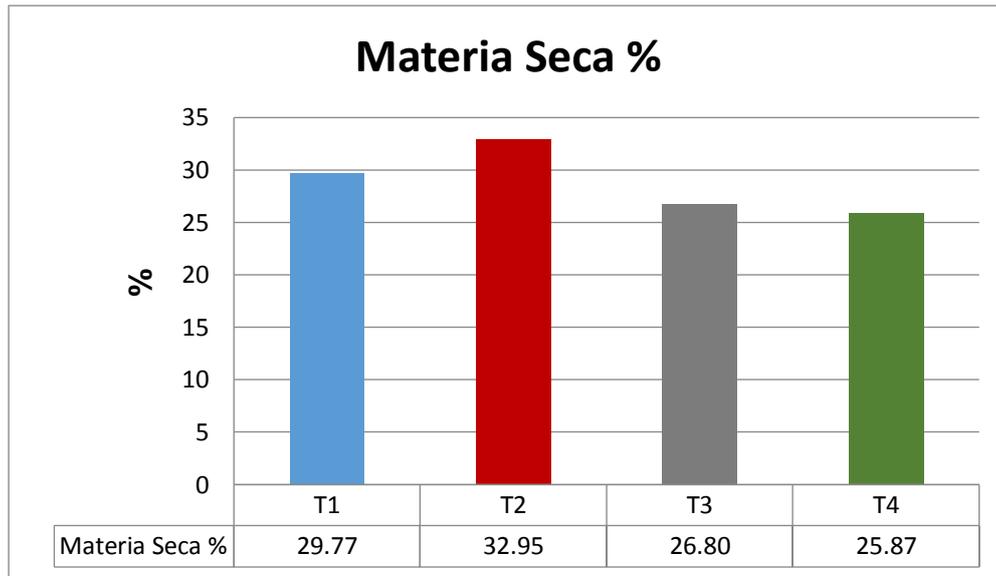


Figura 1A. Comportamiento del porcentaje de materia seca en el ensilado de maíz, *Zea mays* con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

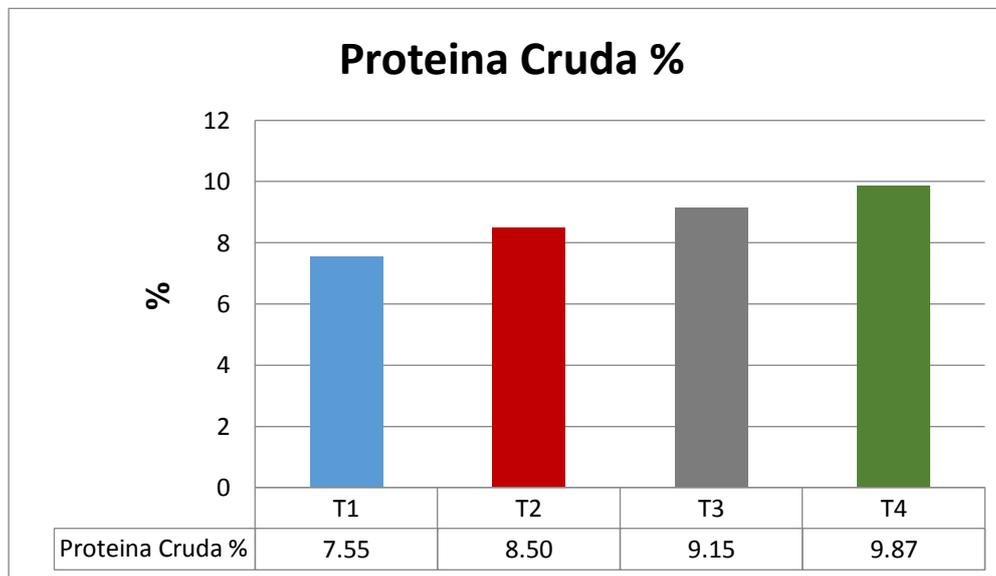


Figura 2A. Comportamiento del porcentaje de proteína cruda en el ensilado de maíz, *Zea mays* con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

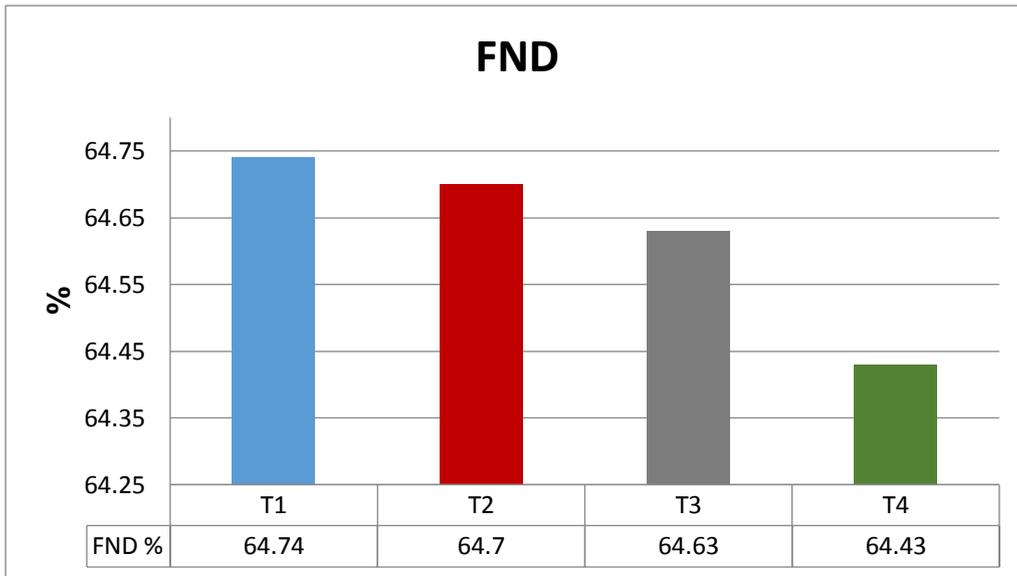


Figura 3A. Comportamiento de la fibra neutro detergente en el ensilado de maíz, *Zea mays* con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

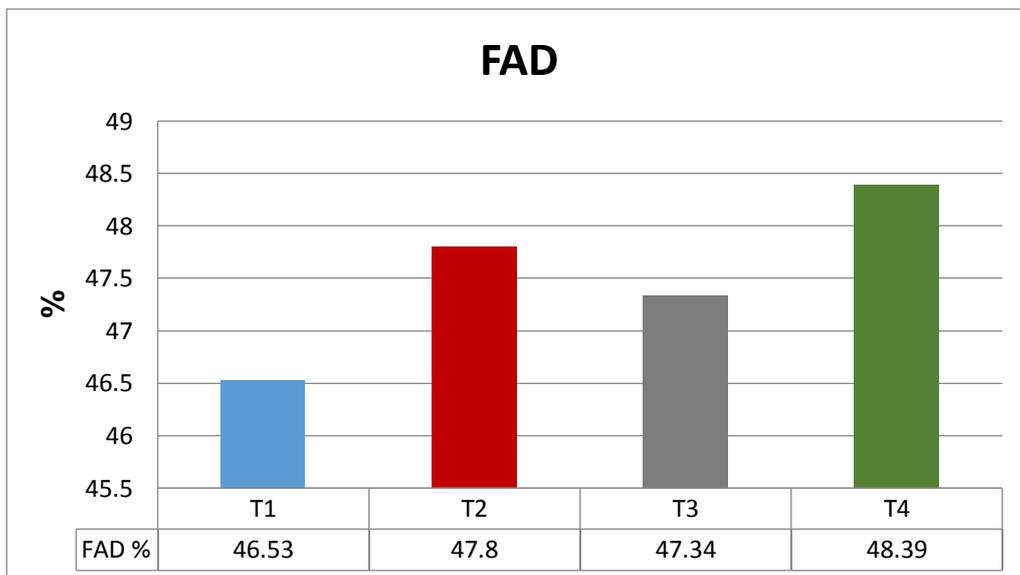


Figura 4A. Comportamiento de la fibra ácido detergente en el ensilado de maíz, *Zea mays* con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.

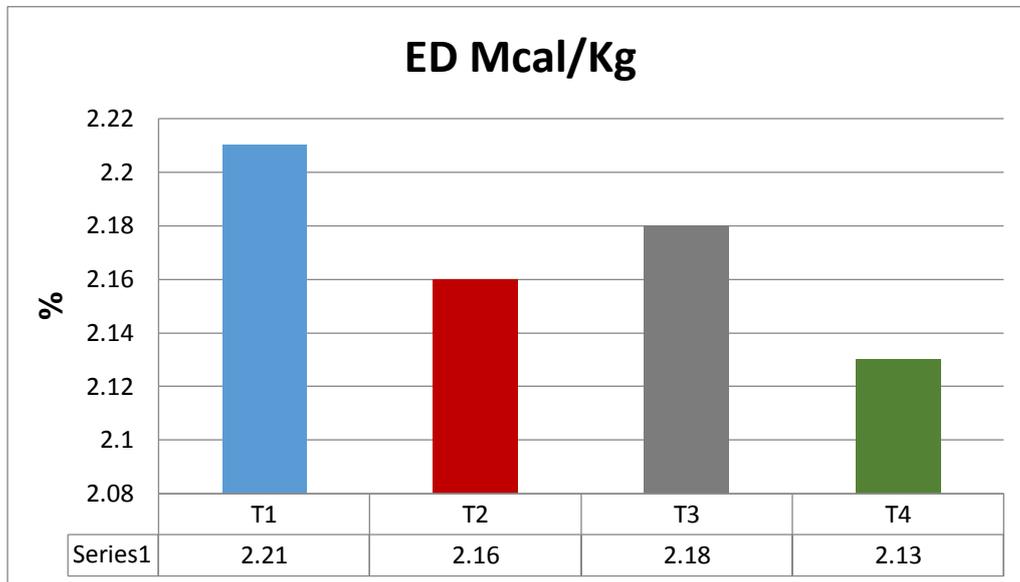


Figura 5A. Comportamiento de la energía digestible en el ensilado de maíz, *Zea mays* con tres diferentes niveles de adición de botón de oro, *Tithonia diversifolia*.



6A. Picado de materiales a ensilar.



7A. Pesaje de materiales a ensilar.



8A. Llenado y compactación de silobolsas



9A. Identificación de silobolsas



10A. Análisis de muestras en laboratorio de bromatología.