

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

RESPUESTA ANIMAL EN BOVINOS, SOMETIDOS AL CONSUMO DE
ENSILADO INOCULADO CON ADITIVOS BIOLÓGICOS, COMO
MEJORADORES DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA DIETA, CHIQUIMULA,
GUATEMALA.



JAZMÍN CAROLINA LINARES LÓPEZ

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

RESPUESTA ANIMAL EN BOVINOS, SOMETIDOS AL CONSUMO DE
ENSILADO INOCULADO CON ADITIVOS BIOLÓGICOS, COMO
MEJORADORES DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA DIETA, CHIQUIMULA,
GUATEMALA.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

JAZMÍN CAROLINA LINARES LÓPEZ

Al conferírsele el título de

ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADA

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

**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:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	Br. Carla Marisol Peralta Lemus
Representante de Estudiantes:	PAE. Alberto José España Pinto
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

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

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

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

TERNA EVALUADORA

Lic. Zoot. Oscar Antonio Duarte Recinos
Lic. Zoot. Hector Armando Flores Morales
Lic. Zoot. Luis Eliseo Vásquez Chegüén

Chiquimula, julio de 2015.

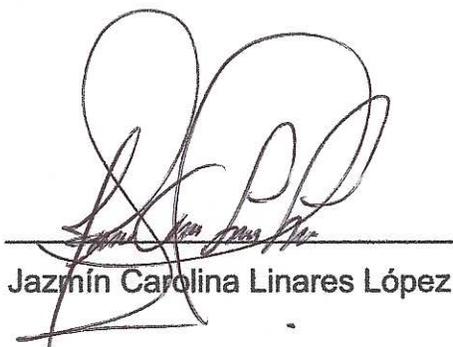
Señores Miembros
Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Su despacho

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 **“RESPUESTA ANIMAL EN BOVINOS, SOMETIDOS AL CONSUMO DE ENSILADO INOCULADO CON ADITIVOS BIOLÓGICOS, COMO MEJORADORES DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA DIETA, CHIQUIMULA, GUATEMALA”**. Como requisito previo a optar al título profesional de Zootecnista en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente:



Jazmín Carolina Linares López

Chiquimula, julio de 2015.

Señor Director:

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

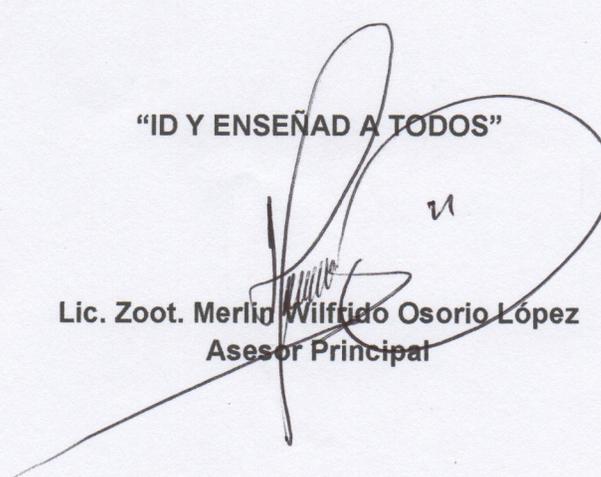
Señor Director.

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación, de la Carrera de Zootecnia para asesorar a la estudiante **Jazmín Carolina Linares López**, en el trabajo de graduación intitulado: **“RESPUESTA ANIMAL EN BOVINOS, SOMETIDOS AL CONSUMO DE ENSILADO INOCULADO CON ADITIVOS BIOLÓGICOS, COMO MEJORADORES DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA DIETA, CHIQUIMULA, GUATEMALA”**. 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 desarrollado, concluye un ejercicio de tres procesos de investigación y además refleja el comportamiento de la variable principal investigada (*Lactobacillus*) aportando resultados concluyentes favorables al mismo.

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. Merlín Wilfrido Osorio López
Asesor Principal



D-TG-Z-057/2015

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 **JAZMÍN CAROLINA LINARES LÓPEZ** titulado **“RESPUESTA ANIMAL EN BOVINOS, SOMETIDOS AL CONSUMO DE ENSILADO INOCULADO CON ADITIVOS BIOLÓGICOS, COMO MEJORADORES DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA DIETA, 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 diez de agosto del dos mil quince.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera

**DIRECTOR
CUNORI - USAC**



c.c. Archivo

NWGC/ars

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por permitirme alcanzar este triunfo y por darme la fe para creer en lo que parecía imposible terminar.

A MI PADRE

Rodolfo Linares por el apoyo brindado en todo momento y por ser un ejemplo de vida.

A MI MADRE

Dora López por su apoyo y motivación para seguir adelante.

A MI HERMANO

Rufino Linares por ser parte importante de mi vida, por su apoyo y amor incondicional.

A MI ESPOSO

Carlos Durán, por creer en mí, por su gran amor, paciencia y apoyo.

A MI HIJO

Carlos Mario Durán Linares, por ser el motor de mi vida, te amo.

A LAS FAMILIAS

Sagastume López, Duran Guevara y Barahona Paíz, por su convivencia familiar, cariño y apoyo incondicional brindado en todo este tiempo.

A MIS AMIGAS

Adela Cerna, Andrea Ruiz, Cindy Barahona, Claudia Portillo, Gisela Espinoza, Lily Argueta, Silvia Menéndez y Sucy García. Por los buenos y malos momentos compartidos pero sobre todo por el apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Le agradezco por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A MI ASESOR

Lic. Zoot. Merlin Osorio por su valioso tiempo invertido en la realización de esta investigación, apoyo, dedicación y sobre todo por su paciencia.

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

Por ser el centro de estudios que me brindó la oportunidad de estudiar esta Carrera.

A LA CARRERA DE ZOOTECNIA

Por brindarme la oportunidad de estudiar y adquirir los conocimientos que me han permitido desarrollarme profesionalmente.

A MIS CATEDRATICOS

Por el apoyo brindado a lo largo de la carrera, tiempo amistad y por la dedicación para transmitirme todos los conocimientos técnicos y profesionales para el buen desenvolvimiento en el ámbito profesional.

A LA GRANJA PEQUARIA EL ZAPOTILLO

por el apoyo brindado en mi investigación.

A CONCYT

Por el confinamiento brindado a este estudio en la línea FODECYT.

Y a todos que de una u otra forma contribuyeron a la finalización del estudio.

RESUMEN

Linares López, JC. 2015. Respuesta animal en bovinos, sometidos al consumo de ensilado inoculado con aditivos biológicos, como mejoradores de la calidad nutricional de la dieta, Chiquimula, Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC 50.

Palabras claves: ensilado inoculo, aditivos biológicos, bacterias acidolácticas, ruminaza bovina, pasto napier, estándares productivos.

El presente estudio se llevó a cabo en la granja pecuaria El Zapotillo, de la carrera de Zootecnia, del Centro Universitario de Oriente –CUNORI-, Chiquimula, Guatemala; el propósito del mismo fue el de evaluar la respuesta animal de bovinos, sometidos al consumo de ensilado de napier (*Pennisetum purpureum*, var. *Schum*) inoculado con aditivos biológicos (*Lactobacillus*), como mejoradores de la calidad nutricional de la dieta, para determinar las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

El periodo evaluado fue de 42 días, con un periodo de adaptación previo de los bovinos sometidos al estudio, en los cuales se ofrecieron cuatro dietas a 16 bovinos confinados en grupos de cuatro animales, donde se evaluaron las diferentes adiciones (0, 15, 30 y 45% de ensilado inoculado)

La observación experimental se llevó a cabo mediante un diseño estadístico completamente al azar, en donde los tratamientos fueron: To. Testigo (Ensilaje de pasto Napier sin inóculo); T1. Silo de pasto Napier + 15% de ensilaje inoculado ($4.6 \cdot 10^{10}$ UFC); T2. Silo de pasto Napier + 30% de ensilaje inoculado ($4.6 \cdot 10^{10}$ UFC) y T3. Silo de pasto Napier + 45% de ensilaje inoculado ($4.6 \cdot 10^{10}$ UFC). Los resultados obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y en los casos donde existió diferencia significativa fueron sometidas a la prueba de medias (Tukey).

El análisis de varianza (ANDEVA) de la variable consumo, determinó que si existió diferencia significativa ($p \geq 0.05$); el consumo de alimento osciló entre 3.24 y 2.37 kg/MS/a/día; datos que corresponden al tratamiento testigo y al tratamiento de ensilado de pasto Napier + 45% de ensilado inoculado ($4.6 \cdot 10^{10}$ UFC), respectivamente.

Los datos reflejaron que el consumo de alimento fue estadísticamente igual para los tratamientos uno, dos y tres, pero diferentes al tratamiento testigo, el cual mostró mejor consumo que los tratamientos inoculados. Sin embargo de manera general, los resultados de todos los tratamientos evidencian un bajo consumo de materia seca en relación al peso vivo, pues en ninguno de los casos se superó, al menos el 2% del consumo, esto previsiblemente se debió a las limitantes de consumo que regularmente presenta el ensilado cuando es utilizado como dieta única y probablemente por un efecto no visible del inóculo.

Para la variable ganancia de peso, el análisis estadístico, determinó que existió diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos, en donde, los tratamientos uno y dos, fueron estadísticamente iguales, pero inferiores a los tratamientos tres y testigo, respectivamente, los que a su vez fueron diferentes entre sí. De manera general las ganancias de peso obtenidas reflejan el comportamiento del consumo de materia seca total, producto de la limitante observada en variable. Sin embargo aquellos animales que por comportamiento individual presentaron un mejor consumo, igualmente manifestaron una mayor ganancia de peso.

La conversión alimenticia, es considerada la expresión de la eficiencia del comportamiento animal; El análisis de los resultados para esta variable, denotó diferencia significativa entre tratamientos, en donde T0 y T3, estadísticamente fueron iguales entre sí, pero superiores o, más eficientes, a los tratamientos T2 y T1, (las conversiones oscilaron entre 8.00 y 10.34 kg de alimento consumido / kg ganancia de peso) existiendo una tendencia que sugiere, que para el caso del tratamiento cero (T0), la conversión estuvo vinculada al mayor consumo. Pero para el caso de los tratamientos inoculados a medida que se incrementó la proporción de inóculo en los tratamientos mejoró la ganancia de peso, por tal razón en el tratamiento tres (T3) a

pesar de ser el tratamiento con menor consumo, ofreció mejor conversión alimenticia, indicando con ello mejor eficiencia alimenticia.

Finalmente, se sugiere continuar con la experimentación del ensilado inoculado en base al requerimiento de los animales, evaluar el uso niveles mayores de inclusión del inóculo y en diferente categoría animal así como con forraje de napier de mejor calidad nutricional para ser incorporado como alternativa de suplementación estratégica en época crítica.

ABSTRACT

Linares Lopez, JC. 2015. Animals response, subject to the consumption of silage inoculated with biological additives, as improving the nutritional quality of the diet, Chiquimula, Guatemala. Dissertation Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC 50.

Keywords: silage inoculum, biological additives, lactic acid bacteria, bovine ruminaza, napier grass production standards.

The study was conducted in bovine farm El Zapotillo, career Animal Science, University Center Universitario de Oriente -CUNORI-, Chiquimula, Guatemala; its purpose was to evaluate the response of bovine animals, subject to consumption napier silage (*Pennisetum purpureum*, var. Schum) inoculated with biological additives (*Lactobacillus*), as improving the nutritional quality of the diet, to determine the variables feed intake, weight gain and feed conversion.

The assessment period was 42 days, with a period of prior adaptation of cattle subject to the study, in which four diets were offered to 16 inmates in groups of four animals, where different additions (0, 15, 30 cattle were evaluated and 45% of inoculated silage)

The experimental observation was conducted using a completely randomized experimental design, where the treatments were: To. Witness (Napier grass silage without inoculum); T1. Napier grass silage + 15% of inoculated silage (4.6×10^{10} CFU); T2. Napier grass silage + 30% of inoculated silage (4.6×10^{10} CFU) and T3. Napier grass silage + 45% of inoculated silage (4.6×10^{10} CFU). The results were processed using an analysis of variance (ANOVA) and in cases where there was significant difference were subjected to the test (Tukey).

The analysis of variance (ANOVA) of the consumption variable, determined that if there was significant difference ($p \geq 0.05$); feed intake was between 3.24 and 2.37 kg / MS / a / d; data corresponding to the control treatment and treatment of Napier grass silage + 45% of inoculated silage (4.6×10^{10} CFU), respectively.

The data showed that food intake was statistically equal treatment for one, two and three, but different from the control treatment, which showed better treatments inoculated consumption. But in general, the results of all treatments show a lower dry matter intake relative to body weight, because in neither case was exceeded, at least 2% of consumption, this is expected due to the limitations of regularly it presents consumption silage when used as sole diet and probably not visible for the inoculum effect.

For the variable weight gain, statistical analysis, decided that there was significant difference ($p \geq 0.05$) between treatments, where the treatments one and two, were statistically equal, but lower than the treatments three witness, respectively which in turn they were different. Generally weight gains obtained reflect the total consumption behavior, product observed variable limiting dry matter. However, those animals that had a better individual behavior consumption also showed a greater weight gain.

FCR, is considered the expression of the efficiency of animal behavior; The analysis results for this variable, denoted significant difference between treatments, where T0 and T3 were statistically equal, but higher or more efficient, the T2 and T1 treatments (conversions ranged between 8.00 and 10.34 kg of feed consumed / kg weight gain) and there is a trend suggesting that for the case of zero treatment (T0), the conversion was linked to higher consumption. But in the case of the treatments inoculated as the ratio of inoculum was increased in treatments improved weight gain, for that reason in treating three (T3) despite being treatment with lower consumption, it offered better feed conversion thereby indicating improved feed efficiency.

Finally, it is suggested further experimentation silage inoculated based on the requirement of the animals, evaluated using higher levels of inclusion of the inoculum and in different animal categories and forage Napier of improved nutritional quality to be incorporated as an alternative to supplementation strategic in critical times.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	PÁG
Índice general	i
Índice de cuadros	iv
Índice de graficas	viii
Índice de figuras	ix
I. Introducción	1
II. Planteamiento del problema	2
III. Justificación	3
IV. Objetivos	4
1. Objetivo general	4
2. Objetivos específicos	4
V. Hipótesis	5
VI. Marco teórico	6
6.1 Marco conceptual	6
6.1.1 Sistemas de producción bovina	6
6.1.2 Factores que afectan la productividad de los sistemas ganaderos	7
6.2 Importancia del forraje y su conservación	7
6.2.1 Ensilaje	8
6.2.2 Objetivos principales del ensilaje	8
6.3.3 Fases de la fermentación del ensilado	9
6.3.3.1 Primera fase	9
6.3.3.2 Segunda fase	9
6.3.3.3 Tercera fase	10
6.3.3.4 Cuarta fase	11
6.3.3.5 Quinta fase	12
6.3 Inóculos bacterianos	12
6.3.1 Bacterias ácido lácticas (BAL) usadas como aditivos en el ensilaje para Alimentación de rumiantes.	14
6.3.2 Importancia de ensilaje con bacterias acidolácticas inoculadas	14
6.3.3 Factores que afectan el valor nutritivo del ensilado inoculado	16

6.4	Tipos de silos	17
6.4.1	Silo tipo trinchera	17
6.4.2	Silo tipo barril	18
6.5	Características del pasto Napier (<i>pennisetum purpureum</i>)	18
6.5.1	aditivos para ensilajes	19
6.5.1.1	Melaza como aditivo en ensilaje	19
6.6	Factores anatómicos y fisiológicos del aparato digestivo de los bovinos	19
VII	Marco metodológico	22
7.1	Localización	22
7.2	Clima y zona de vida	22
7.3	Población y muestra	22
7.4	Manejo experimental	22
7.4.1	Fase de preparación	23
7.4.2	Fase experimental	24
7.5	Técnicas de observación	25
7.5.1	Variables medidas	25
7.5.2	Variables evaluadas	25
7.6	Tratamientos	25
7.7	Diseño estadístico	26
7.8	Análisis de datos	26
VIII	Discusión de resultados	27
8.1	Consumo de alimento	28
8.2	Ganancia de peso	29
8.3	Conversión alimenticia	30
IV	Conclusiones	32
X	Recomendaciones	33
XI	Bibliografía	34
XII	Apéndice	40
XIII	Anexos	50

ÍNDICE DE CUADROS

En el texto

Cuadro 1. Composición química del pasto napier (*pennisetum purpureum* var. *shum*). 19

Cuadro 2. Comportamiento de las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia de ensilado inoculado con *Lactobacillus*.

27

En el apéndice

Cuadro 1A. Boleta de peso total y semanal en kg de bovinos alimentados con ensilado inoculado. 41

Cuadro 2A. Boleta de consumo de alimento animal/día. 42

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento en novillos estabulados. 43

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso en novillos estabulados. 43

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en novillos estabulados. 43

Cuadro 6A. Cronograma de actividades 44

ÍNDICE DE GRAFICAS

CUADRO No.	TÍTULO	PÁG
En el texto.		
	Grafica 1. Comportamiento de la conversión alimenticia por tratamiento en novillos alimentados con ensilaje inoculado con <i>Lactobacillus</i> .	27

ÍNDICE DE FIGURAS

CUADRO No.	TÍTULO	PÁG
En el apéndice		
	Figura 1A. Selección del material vegetativo	45
	Figura 2A. Selección del área a utilizar con silos	45
	Figura 3A. Llenado de silo con inóculo y aditivos	46
	Figura 4A. Periodo de adaptación de los bovinos	46
	Figura 5A. Manejo de los bovinos previo al inicio del experimento	46
	Figura 6A. Identificación con arete numerado en la oreja	47
	Figura 7A. Sistemas de confinamiento total	48
	Figura 8A. Toma de datos, registros de peso y alimentación	48
	Figura 9A. Alimentación de los bovinas en fase experimental	49

ÍNDICE DE ANEXOS

CUADRO No.	TÍTULO	PÁG
En anexos		
Cuadro 6.	Informe de resultados de análisis bromatológicos del T3.	51

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, los sistemas de producción bovina tienen como base nutricional los forrajes de pastoreo y corte, pues ello representa una práctica económicamente viable en la alimentación animal. Sin embargo, la dependencia de estos forrajes tiene la desventaja de que por efecto de las variaciones climáticas recurrentes en los últimos años y las condiciones físicas y químicas del suelo, hacen que la calidad de los mismos se degrade considerablemente.

Hoy en día la conservación de forraje es un método que se utiliza para obtener altos niveles productivos de las razas bovinas utilizadas. Aunque se dispone de diferentes tecnologías de conservación, predomina el proceso de ensilaje por la facilidad de realizarlo en cualquier época del año y por su baja demanda en infraestructura (Sánchez, 2000).

En los últimos años, se han venido realizando avances biotecnológicos con la elaboración de productos alimenticios tendientes a mejorar la eficiencia alimenticia en las diferentes especies. Una de esas prácticas es la formación de compuestos y/o microorganismos que modifican las condiciones del tracto digestivo, incrementando la utilización de los alimentos consumidos por los animales. (Sousa 2001). Dentro de estos productos, se encuentran los llamados inoculantes, compuestos por bacterias de los géneros *Lactobacillus sp* y *Streptococcus sp*, siendo su principal objetivo mejorar la productividad y salud de los animales al asegurar una microflora adecuada en su sistema digestivo. Estas pueden ser aisladas a nivel de laboratorio, para posteriormente ser utilizadas en el proceso de ensilajes, ya que incrementan la degradación de la fibra, haciendo disponibles los nutrientes para el animal.

El presente trabajo tiene como propósito evaluar la respuesta animal, utilizando tres niveles de adición de ensilado inoculado con bacterias ácido/lácticas, provenientes de la ruminaza bovina y poder determinar el efecto que tienen sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia; y poder incrementar los estándares productivos de los bovinos.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la región oriental de Guatemala, generalmente los pastos son deficientes en nutrientes por diferentes razones, esto hace que los productores busquen alternativas para mejorar la calidad nutricional y cantidad de los forrajes. Una práctica que incrementa la producción y el contenido nutricional de los forrajes es la fertilización, sin embargo el alto costo y la escasez de agua para riego en la época seca son factores que limitan su uso. Generalmente una de las formas más comunes de conservar alimento para la época de menor disponibilidad, es la elaboración de ensilados de forrajes como napier (*Pennisetum purpureum var. Schum*) que normalmente, en la mayoría de casos, es de baja calidad nutritiva.

El uso de aditivos en los ensilados elaborados con napier de baja calidad nutricional puede mejorar sustancialmente el valor alimenticio del ensilado y con ello hacer eficiente la ganancia de peso y la conversión alimenticia en épocas de menor disponibilidad de forrajes.

III. JUSTIFICACIÓN

Las explotaciones ganaderas hacen uso de diferentes opciones de alimentación con el fin de incrementar la ganancia de peso, conversión alimenticia, calidad de la carne y especialmente, obtener los máximos rendimientos posibles. Una alternativa común es la utilización de diferentes tipos de ensilado, sin embargo no existe información válida sobre el uso de aditivos biológicos aislados a partir de ruminaza bovina que corresponde principalmente a bacterias acidolácticas.

Como una alternativa se propone el uso de aditivos biológicos creados a partir del cultivo de bacterias acidolácticas presentes en la ruminaza, la cual actualmente es un contaminante, dichas bacterias al ser administradas en el ensilaje pueden mejorar la calidad nutricional del alimento, reduciendo los costos de producción y el tiempo de crecimiento y engorde, al obtener mayor ganancia de peso de los bovinos.

La presente investigación propuso, emplear el ensilado enriquecido con bacterias acidolácticas provenientes de ruminaza bovina, en la alimentación de rumiantes con el objetivo de incrementar los estándares productivos y hacer más eficiente su explotación; adicionalmente se aprovechó nutricionalmente, un recurso que regularmente es un contaminante sin ninguna utilidad.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la respuesta productiva de bovinos alimentados con ensilado inoculado con bacterias acidolácticas provenientes de ruminaza bovina, con tres niveles de adición en la dieta.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto en el consumo de ensilado inoculado con bacterias acidolácticas provenientes de ruminaza bovina, con tres niveles de adición (15 %, 30 % y 45% de ensilado inoculado).
- Evaluar el efecto del ensilado inoculado con bacterias acidolácticas provenientes de ruminaza bovina, mediante la ganancia de peso vivo total y conversión alimenticia.

V. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos con concentraciones de inóculo de bacterias acidolácticas, mejora significativamente el consumo, la ganancia de peso y conversión alimenticia en terneros en etapa de crecimiento.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1 MARCO CONCEPTUAL

6.1.1 Sistemas de producción bovina en Guatemala

La alimentación en los sistemas de producción bovina en Guatemala, está constituida principalmente, por forrajes de pastoreo, dado la extensividad de los sistemas, pues ello representa una práctica económica con baja utilización de recursos económicos y mano de obra. Sin embargo, la dependencia del pastoreo tiene como desventaja, los efectos de las variaciones climáticas así como, las condiciones físicas y químicas del suelo. De esta manera, durante las épocas secas se presentan disminuciones importantes en la disponibilidad y calidad del forraje, efecto denominado 'estacionalidad forrajera', que reduce la carga animal, los niveles productivos y las tasas de crecimiento (Sánchez 2004).

En algunos sistemas especializados, se incluyen niveles importantes de suplementos, principalmente concentrados para obtener los altos niveles productivos de las razas utilizadas; no obstante, a pesar de los progresos en las prácticas de conservación de forrajes, estos procesos se deben intensificar, así como desarrollar otras alternativas viables, como por ejemplo el uso de forrajes resistentes a la sequía, a fin de contrarrestar la estacionalidad derivada de las variaciones climáticas (Cottrino y Gaviria 2002).

Aunque se dispone de diferentes tecnologías de conservación para atenuar los efectos negativos de la estacionalidad forrajera, predomina el proceso de ensilaje por la facilidad de realizarlo en cualquier época del año y por su baja demanda en infraestructura (Sánchez 2000).

6.1.2 Factores que afectan la productividad de los sistemas ganaderos:

- ✓ Producción, crecimiento y valor nutritivo de las pasturas.
- ✓ Proporción del forraje producido que es consumido por los animales (carga animal).
- ✓ Eficiencia de conversión del forraje en carne (kg forraje / kg producido)
- ✓ Eficiencia individual de los animales en el ciclo de engorde (kg/animal).

6.2 Importancia del forraje y su conservación

La alimentación todavía es una limitante debido al costo de los insumos, principalmente los denominados alimentos concentrados (Reis y Brown 2001). De esta forma, la conservación de forraje (ensilaje y/o henificación) es de gran importancia porque permite el uso y almacenamiento de alimentos en la época cuando los forrajes presentan buena calidad nutritiva y alta producción de materia seca, garantizando la disponibilidad de alimentos para los bovinos. Este aspecto es de gran importancia, particularmente, donde la distribución de las lluvias es muy irregular o errática (Sousa 2001).

El ensilaje es un método de conservación de forraje verde (Holguín e Ibrahim 2004), el cuál es un proceso fermentativo, con la presencia de ácidos orgánicos que afectan la acidez hasta niveles en los cuales la actividad de los microorganismos se detiene. Por otro lado, (Ojeda, Cáseres y Esperance 1991) denominó ensilado al producto final que se obtiene cuando se conserva un alimento mediante un proceso de fermentación anaeróbico en estado húmedo.

El objetivo principal de esta técnica de conservación es mantener el valor nutritivo original, con un mínimo de pérdidas en materia seca y sin que se formen productos tóxicos que se pueden perjudicar las funciones productivas y la salud de los animales (Ojeda Cáseres y Esperance 1991).

Los forrajes forman la base de las raciones para ganado y proporcionan la fibra esencial para la dieta animal. Con frecuencia, la calidad del forraje es un primer factor limitante en el desempeño animal, debido a que el ensilado se ve afectado por varios factores biológicos y tecnológicos, (Sousa 2001) que incluyen: 1) etapa de madurez, 2) humedad, 3) longitud de corte, 4) índice de llenado del silo, 5) densidad del empactado, 6) métodos de sellado, 7) uso de un inóculo de ensilado, 8) manejo de vaciado (área de exposición del silo abierto) y 9) condiciones climáticas de la cosecha y su "ensilabilidad".

6.2.1 Ensilaje

El ensilaje es un método de conservación de forrajes húmedos basado en una espontánea fermentación ácido láctica bajo condiciones anaeróbicas, donde las bacterias ácido lácticas (BAL) propias del material utilizado, fermentan los carbohidratos solubles a ácido láctico y en menor grado a ácido acético (Gutiérrez 1996).

Los ensilajes son elaborados principalmente a partir de pastos, cereales, leguminosas y ocasionalmente de rastrojos de cultivos. La principal razón para su producción es la de transferir alimentos húmedos en épocas de sobreproducción a una de déficit. En sistemas productivos intensivos, los ensilajes son una excelente alternativa para mantener la calidad de los forrajes durante todo el año. La intensidad del proceso fermentativo está directamente relacionada con la producción de ácidos grasos volátiles. (Gutiérrez 1996).

6.2.2 Objetivos principales del ensilaje

Uno de los objetivos principales de un ensilaje es excluir el oxígeno de la masa del mismo para reducir el pH del forraje rápidamente a niveles entre 3,8 a 5, dependiendo del contenido de materia seca (MS) y del cultivo, Otro objetivo en la confección de un ensilaje es acidificar el medio a través del crecimiento de las bacterias productoras de ácido láctico luego del sellado del silo.

Estas bacterias fermentan los azúcares simples de la planta en ácido láctico, ácido acético y otros varios compuestos. Sólo los ácidos ayudan a reducir el pH y son la consecuencia más importante en la fermentación del ensilaje. El ácido láctico es más fuerte que el ácido acético, esto significa que el ácido láctico reduce más el pH que el ácido acético haciendo, por lo tanto, más eficiente el proceso de la fermentación (Pitt, R. E. 1990).

6.3.3 Fases de fermentación del ensilado

6.3.3.1 Primera fase

La primera fase da inicio en el forraje inmediatamente después de cortado y almacenado, la que comprende procesos de respiración celular, producción de anhídrido carbónico y producción de calor. Las células permanecen vivas por cierto tiempo y como disponen de oxígeno a nivel de tejido y entre los espacios que deja el forraje amontonado, continúan respirando; durante ese tiempo las enzimas de la planta siguen actuando; también hay respiración intramolecular dándose acciones diastásicas que en conjunto producen ácido carbónico, alcohol y elevación de la temperatura; también pueden producirse ácidos málico y cítrico que le confieren al material un olor característico. Las células comienzan a morir y romperse, lo que produce líquidos (efluentes) que fluyen hacia el fondo del silo según Gutiérrez (1996).

6.3.3.2 Segunda fase

La segunda fase puntualiza que se inicia al producirse un ambiente anaerobio. Puede durar de días a 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 de las bacterias que producen ácido láctico (BAL) proliferará y se convertirá en la población predominante.

Debido a la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0. Las BAL pertenecen a la microflora epifítica de los vegetales. Los componentes BAL que se asocian con el proceso de ensilaje pertenecen a los géneros (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*). La mayoría de ellos son mesófilos, o sea que pueden crecer en un rango de temperaturas que oscila entre 5° y 50 °C, con un óptimo entre 25° y 40 °C. Son capaces de bajar el pH del ensilaje a valores entre 4 y 5, dependiendo de las especies y del tipo de forraje. (Garcés, Berrio, Ruiz, Serna y Builes 2004).

El tipo de fermentación estará regido primordialmente por las temperaturas que se den en el seno del forraje, las que dependerán del grado de compactación que se le haya dado al material; si falta compactación y quedó suficiente aire dentro del forraje se eleva mucho, si se compacta en exceso limitando la disponibilidad de oxígeno, casi no aumenta. La temperatura deseable tiene que variar entre 30 y 52°C, pues con ella se estimula la actividad de las bacterias lactogénicas desde el inicio, aunque en esta fase 11 cuando la situación es correcta, se producirá ácido acético porque en el ambiente aún hay aire y la temperatura puede estar inicialmente entre 20 y 30°C (Gutiérrez 1996).

6.3.3.3 Tercera fase

Es cuando 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, si todo va bien, deberá llegar alrededor de 4,2. Esto es importante que suceda rápidamente, pues de lo contrario se pueden desarrollar microorganismos que descomponen la materia orgánica, como las clostridias, que atacan a las proteínas y otros componentes celulares, produciendo ácido butírico que es muy indeseable, así como otros inocuos y aminos (Gutiérrez 1996).

Es una fase de transición donde las bacterias acéticas dan lugar a las productoras del ácido láctico, las que aumentan su población debido al continuo descenso del pH. La tasa de fermentación depende de la cantidad y tipo de bacterias ácido lácticas presentes en el cultivo a ensilar, y del contenido de humedad del silaje. Si la cantidad de hidratos de carbono en la planta es bajo, se produce una escasa cantidad de ácido láctico, lo que atenta contra la calidad del forraje conservado (Bertoia 2007).

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 (Bertoia 2007).

6.3.3.4 Cuarta fase

Se caracteriza por la producción abundante de ácido láctico, llevando el pH de 4,2 hasta 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 satisfactoria del forraje. Las temperaturas ideales para máxima actividad lactogénica están entre 48 y 52°C, si la temperatura excede ligeramente del límite señalado, es decir que se llegue a 54-55°C, se propiciará fermentación alcohólica, que conduce a obtener lo que se conoce como un ensilado dulce, el cual no tendrá la perdurabilidad del anterior, que se conoce como ensilado ácido (Gutiérrez 1996).

Estas cuatro fases se desarrollan en unas tres semanas (de 17 a 21 días), pero las tres primeras terminan en unos tres días. 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 (diez o más años). Por otra parte, el ensilado permanecerá estable mientras el aire exterior no pueda penetrar, ya que una

vez abierto puede degradarse por el desarrollo de mohos persistentes a estados de fuerte acidez que pueden ocasionar pérdidas graves de materia orgánica (Silveira y Franco 2006).

6.3.3.5 Quinta fase

Va a depender de la cantidad de ácido láctico formado; si se formó suficiente cantidad (del 3 al 13% de la materia seca), el ensilado permanecerá constante, si se formó una cantidad insuficiente, comenzará la producción de ácido butírico y las proteínas se pueden degradar, trayendo como consecuencia que el forraje se pierda en exceso o totalmente. En conclusión, todas las acciones durante el proceso deberán conducir a que se favorezca la producción de agentes conservadores y se opongan a los agentes de putrefacción (Gutiérrez 1996).

6.3 Inóculos bacterianos

Los inóculos contienen una gran concentración de bacterias acidolácticas (BAL) que incrementan la población natural de BAL en los cultivos, ayudando a que ocurra una rápida y eficiente fermentación dentro del silo (Muck y Kung Jr., 1997). Funcionan como estimulantes de la fermentación e inhibidores del deterioro aeróbico (Stefanie, Elferink y Frank 1999).

Los inóculos bacterianos promueven una más rápida y eficiente fermentación de los materiales ensilados, lo cual incrementa la calidad y cantidad (incremento en la recuperación de la materia seca) del producto ensilado. Estos aditivos presentan algunas ventajas sobre los otros tipos de aditivos, incluyendo su bajo costo, seguridad en su manejo, baja tasa de aplicación por tonelada de forraje picado y no contaminan el ambiente (Bolsen, Brent y Uriarte 2001).

Estudios realizados a más de 1000 ensilajes y 25000 silos indican, que en un 90% de los casos se encuentran respuestas favorables en la disminución del pH y un

incremento en la relación ácido láctico: ácido acético en comparación con los ensilajes no tratados con inoculantes. También, se evidencia una disminución en los niveles de etanol y de nitrógeno amoniacal de los materiales a los que no se les adicionó BAL (Bolsen Brent y Uriarte 2001).

La microflora de los ensilajes juega un papel clave en el resultado exitoso del proceso de conservación. La micro-flora puede ser dividida en dos grupos; los microorganismos deseables y los indeseables. Los deseables son las bacterias productoras de ácido láctico naturales presentes en el alimento a ensilar (BAL natural) y los indeseables, son que pueden producir deterioro anaeróbico (*Clostridium* y *Enterobacterias*), o bien deterioro aeróbico (*levaduras*, *bacillus*, *Listeria* y *hongos*). Estos microorganismos perjudiciales no solo disminuyen el valor nutricional de los ensilajes, sino que pueden afectar la salud del animal (Stefanie, Elferink y Frank 1999).

Las bacterias acidolácticas (BAL) pertenecen a la microflora que crece espontáneamente sobre el material de la planta. La población de BAL vivas en un producto debe ser de 9×10^{10} / tonelada de cultivo o bien 10,000 (BAL)/ gr de cultivo y se incrementa sustancialmente entre la cosecha y el ensilado del forraje. Las BAL que son regularmente asociadas al ensilaje son miembros de los géneros *Lactobacillus*, *Pedicoccus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*. Su temperatura óptima de crecimiento se ubica entre 25 y 40 °C (Stefanie, Elferink y Frank 1999).

6.3.1 Bacterias acidolácticas (BAL) usadas como aditivos en el ensilaje para alimentación de rumiantes

El ensilaje es un método de conservación para la mayoría de los forrajes usados en la alimentación del ganado, el cual está basado en la fermentación ácido láctica en estado sólido bajo condiciones anaeróbicas (Weinber y Ashbell 2003). Por medio de este proceso las bacterias ácido-lácticas (BAL) nativas presentes en el forraje, o bien adicionadas como cultivo iniciador, convierten los azúcares solubles en ácidos orgánicos entre los que predomina el ácido láctico (Ramirez y col., 2008). Como consecuencia el PH es disminuido hasta un nivel en que las bacterias indeseables quedan inhibidas y la mayor parte del forraje es conservado. El desarrollo de las BAL tiene lugar a valores de PH entre 4.5 y 6, deteniéndose su actividad a un PH entre 3.2 y 3.8, aunque con rendimientos de ácido láctico diferentes según sean homo-fermentativas o hetero-fermentativas. (Ramírez 2009).

El contenedor donde se realiza el proceso fermentativo se llama silo y el producto obtenido es llamado ensilado presentando características sensoriales y nutritivas satisfactorias para ser utilizado en la alimentación de rumiantes. Por medio de este método de conservación es posible ensilar casi cualquier material vegetal, incluyendo los subproductos. Los cultivos más importantes para ensilar son el maíz, (planta completa), alfalfa y varios pastos; además el trigo (planta completa), sorgo y varias legumbres (Weinberg y Ashbell 2003).

6.3.2 Importancia del ensilaje inoculado con bacterias acidolácticas

El ensilaje es un método de conservación de forrajes en estado fresco, a través de un proceso de fermentación anaeróbico que produce un grado de acidez que inhibe la acción de cualquier otro microorganismo. Las bacterias que producen ácido láctico a partir de los carbohidratos son los *Lactobacillus*; se encuentran profusamente distribuidas en la naturaleza y se descubre inclusive en el cultivo verde, (Weinberg y Ashbell 2003).

La formación natural de ácido láctico en el forraje dentro del silo es un proceso que tiene sus requisitos y necesita de tiempo, condiciones que pueden proveerse mediante un manejo apropiado del forraje. Bajo esas circunstancias, se dará una serie de procesos bioquímicos que si son adecuadamente conducidos, llevarán a obtener un material que debe llenar los estándares siguientes: tener un pH de 4,5 o menor; un contenido de ácido butírico menor de 0,1% de la materia seca y el nitrógeno amoniacal menor del 11% del nitrógeno total. El contenido de ácido láctico puede variar entre 3 y 13% de la materia seca y deberá ser siempre mayor que la de los ácidos grasos volátiles.

El uso de inóculos concentrados de bacterias productoras de acidolácticas (BAL) ayudaría a optimizar el proceso fermentativo que se da en estas etapas, especialmente cuando se trabaja con forrajes tropicales, bajos en contenido de (BAL) naturales y carbohidratos de rápida fermentación. Los (BAL) funcionan como estimulantes de la fermentación e inhibidores del deterioro aeróbico.

Resultados satisfactorios se han obtenido combinando (BAL) hetero-fermentativas facultativas con (BAL) hetero-fermentativas obligadas. (*Lactobacillus sp*) recientemente, se ha descubierto que es un efectivo inhibidor del deterioro aeróbico, ya que promueve una mayor producción de acidoláctico, el cual es un potente inhibidor del crecimiento de levaduras y hongos. El *Lactobacillus acidophilus* es una cepa frecuentemente usada en inoculantes y es de considerable interés la manipulación genética de esta bacteria para mejorar el perfil de fermentación, con particular interés en la construcción de cepas recombinantes con la capacidad de secretar una celulosa extracelular y producir Lactilina; por lo que su capacidad de crecer aeróbicamente es el elegido contra la gran mayoría de los anaerobios obligados presentes en el rumen (Fox, 1988; Sharp *et al.* , 1994).

Esta cepa estimula la intensidad del proceso fermentativo en estos materiales, incrementando los niveles de ácido láctico. Los niveles de ácido acético del ensilaje no

se incrementan significativamente, por lo que el aporte de este microorganismo como inhibidor del deterioro aeróbico, es nulo (Ranjit y Kung Jr. 2000).

Algunos inoculantes mejoran la performance animal por incremento del consumo, ganancia de peso, producción de leche y/o eficiencia en la conversión. Estas mejoras son debidas principalmente al aumento de la digestibilidad aunque también contribuyen otros factores: niveles reducidos de alcohol y ácido acético incrementan la palatabilidad del ensilaje y ayudan a mejorar el desarrollo microbiano en el rumen. Los ensilajes inoculados pueden incluso incrementar la retención de nitrógeno del alimento. (Muck y Kung 1997).

6.3.3 Factores que afectan el valor nutritivo del ensilado inoculado

Muchos factores pueden causar variaciones en esta característica, pero fundamentalmente es la calidad del forraje fresco en la cosecha y sus modificaciones durante el proceso de ensilaje y conservación las que mayormente influyen. Tenemos que pensar que por lo general, la calidad del ensilado es menor a la del forraje fresco antes de la cosecha, por lo tanto la decisión del momento de corte y el balance entre volumen y calidad debe ser considerada crucial.

Cuando las gramíneas maduran, la proporción de pared celular y sus fracciones constituyentes aumentan y el contenido celular se reduce. La caída en la calidad del forraje es resultado además de la disminución relativa de las hojas en el cultivo según Galleano (2004),

La exposición al oxígeno durante el período de llenado del silo y el suministro inadecuado de forraje es el origen de las mayores diferencias de calidad en el forraje antes y después del ensilado. El efecto primario es permitir la respiración de las plantas y los microorganismos, con la pérdida de material digestible y la producción de dióxido de carbono, agua y calor. Durante el llenado del silo la respiración de las plantas es la forma dominante de remover el oxígeno del silo. Esta respiración consume los azúcares

de la planta, que constituyen el principal sustrato para las bacterias lácticas, si el llenado se prolonga se tendrán inconvenientes en lograr un rápido descenso del pH. Un marchitado adecuado y un llenado rápido del silo, disminuyen el efecto del oxígeno". Vieira y Cunha (2009), describe que el tratamiento físico del forraje antes de ser ensilado es muy importante para conseguir una buena conservación, el tamaño de partícula es una de las principales precauciones para ensilar forrajes.

Si el forraje tiene gruesos y grandes tallos, sino se pica, pueden quedar bolsas de aire con más facilidad ya que la compactación del material es más difícil y consecuentemente, pueden producirse fermentaciones de tipo aeróbico principalmente, aumentando la temperatura y elevándose el pH, que deteriora el ensilaje.

6.4 Tipos de silos

6.4.1 Silo tipo trinchera

Este silo es muy difundido en Guatemala, del cual hay varias modalidades, totalmente debajo de la superficie del suelo, o sobre la misma (a veces conocido como bunker), 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 del 0,5 al 1,5% de pendiente. A lo largo de ese silo y por en medio es conveniente construir un drenaje que evacúe los efluentes producidos.

Los desniveles 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 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).

6.4.2 Silo tipo barril

Consiste en un barril de lámina gruesa abierta partida a la mitad con bisagras provistas de pasadores. Este barril se llena con los materiales a ensilar y se compacta bien, generalmente se realiza por pisoteo, luego se abre y el relleno queda como pastel, este se forra con nylon de calibre 6 a 8, y se debe serrar herméticamente. Durante su almacenamiento normalmente se deben proteger las bolsas de plástico de los animales domésticos y depredadores, amontonándolas en un lugar protegido y con alfo de peso sobre ellas. Los silos de barril pueden conservar hasta 160 kg de forraje. (Reyes, Mendieta, Fariñas, Cardona y Pezo 2009).

6.5 Características del pasto Napier (*Pennisetum Purpureum* var. *Schum*)

El Napier es de origen africano, su principal característica es que posee originalmente en su componente genético un gen recesivo que le da una coloración púrpura de donde obtiene su segundo nombre en la clasificación de la respectiva especie. Además, se caracteriza por tener un crecimiento erecto desde la base alcanzando una altura promedio de 1,8 a 2 metros en su madurez fisiológica (EMF= edad a la que se registra su mayor tasa de crecimiento), desarrollando tallos y hojas delgados, más largas las hojas que los tallos. Su madurez de cosecha (EMC = edad a la que alcanza su floración, fructificación o semillamiento) se da dependiendo la región y época del año entre el día 50 y 70 después de la cosecha anterior, momento en el que produce su inflorescencia la cual es en forma de espiga con abundante grano que no es viable. Según (Franco 2008).

Su punto verde óptimo (PVO = edad en la que debe ser cosechado el pasto) se da dependiendo de la región y época del año entre el día 45 y 60 después de la cosecha anterior. Su producción por unidad de área de cultivo o rendimiento de cosecha está tasada en un rango que varía según la región y época del año entre 60 y 90 toneladas de pasto fresco por hectárea, por año. Debido a su gen recesivo que le transmite coloración púrpura, y a su gen dominante que le transmite una coloración verde, puede

presentar colores que van desde un verde amarilloso, pasando por un verde intenso, o un verde oscuro sólido o con vetas moradas, o predominantemente púrpura (Franco 2008).

Cuadro 1. Composición química del pasto Napier (*Pennisetum Purpureum* var. *Schum*) clasificación NRC: 2 referencia: ICTA-INCAP procedencia: Escuintla.

PC %	TND %	ED BOVINOS, Mcal/kg	FND %	FAD %	LIGNINA %	CELULOSA %	HEMICELULOSA %
6.50	55.40	2.44	77.20	53.46	10.68	39.42	23.86

Fuente: Rodenas, MA *et al.* 1999.

6.5.1 Aditivos para ensilajes

Los aditivos son cualquier sustancia o mezcla de sustancias, productos y subproductos de origen orgánico que se añaden a los forrajes durante la preservación y que directa o indirectamente modifican sus características físicas, químicas o biológicas, mejorando la palatabilidad y/o el valor nutritivo. Según Jiménez y Moreno (2006).

6.5.1.1 Melaza como aditivo en ensilaje

La melaza es la fuente de carbohidratos más frecuentemente usada como aditivo. La melaza de caña (75%) es un subproducto ampliamente usado para suplir carbohidrato fácilmente fermentable a ensilajes de forrajes muy maduros y con % de humedad muy bajos (< a 55%). Su aplicación directa es difícil debido a su alta viscosidad, por lo que se recomienda diluirla. Su aplicación en el ensilado, precisa una dosis alta de melaza (4 a 5%). Según Jiménez y Moreno (2006).

6.6 Factores anatómicos y fisiológicos del aparato digestivo de los bovinos:

El rumen es un tanque de fermentación, ya que sirve de reservorio de alimento y sostiene una fermentación microbiana activa. Según Hutjens (2003). Por lo tanto, el desarrollo del rumen implica, la implantación de la masa microbiana y la capacidad de

absorción de nutrientes. El tiempo en que tardan los animales en desarrollar anatómicamente y funcionalmente el rumen determina el ritmo en que los procesos digestivos pasan de depender de las enzimas producidas por el animal, a la relación simbiótica que se establece en los microorganismos ruminales (Orskov, 1987).

La digestión en el rumen tiene lugar totalmente, por fermentación de los alimentos consumidos, millones de bacterias y protozoos que se establecen de forma natural, al comienzo de la vida (Thickett *et al.*, 1989). La población de bacterias en el rumen es de 10^{10} a 10^{11} células/gr de contenido ruminal y un 50% de protozoos. Siendo las bacterias las más abundantes. Así mismo, Nava y Díaz (2001) mencionaron que el rumen junto con el retículo forma una cámara, que mantiene un ambiente para la fermentación anaeróbica de las bacterias.

Es factible producir inóculos bacterianos a partir de forrajes tropicales, donde cada cepa inoculante debe ser aislada de un cultivo particular. Hay algunas evidencias de comportamiento donde las mejores cepas sobre un cultivo no lo son para otros. Las mejores respuestas de los inóculos se han obtenido de cepas provenientes del jugo de las plantas del que fueron aislados. La principal razón del fracaso de los inoculantes es la competencia con la flora natural de BAL. Si los inoculantes superan de 1 a 10 veces la población natural ácido-tolerante (100 millones a 100 trillones por toneladas), los inóculos parecen ser capaces de agobiar la población natural y mejorar la intensidad del proceso de fermentación (Murck y Kung Jr., 1997).

El uso de inóculos bacterianos además de mejorar la recuperación de nutrimentos y la estabilidad aeróbica de los ensilajes, también incrementa la digestibilidad de la materia seca del material ensilado. Estos indicadores están estrechamente relacionados con las mejoras económicas en las fincas registradas, debido al incremento en las producciones de leche y carne indicadas en estudios realizados entre 1990 y 1995 (Murck y Kung Jr., 1997). Bolsen *et al.* (2001) mencionan retornos netos por incrementos en la producción de leche entre 6 y 10\$ y de 14 a 15\$ por toneladas de maíz y de alfalfa respectivamente, cuando son inoculados con bacterias ácido-lácticas.

Alimentos ensilados que sufren deterioro aeróbico además de representar un riesgo para la salud, por contener microorganismos patógenos como *Clostridium botulinicum*, *Listeria monocotogenes* y otros, también se constituyen en un vector de contaminación ambiental (inadecuada eliminación de los alimentos deteriorados); por lo tanto, mejorar la estabilidad aeróbica de los ensilajes conferiría una ventaja sustancial para los productores (Ranjit y Kung Jr. 2000).

VII. MARCO METODOLÓGICO

7.1 Localización

El presente estudio se llevó a cabo en la granja pecuaria El Zapotillo, del Centro Universitario de Oriente -CUNORI, ubicado en el municipio y departamento de Chiquimula, situada en el kilómetro 169 carretera CA-10; localizada geográficamente en latitud Norte, de 14° 48´ 09” y longitud Oeste a 89° 31´ 57”. (Sistema de Información Geográfica, SIG –CUNORI 2012).

7.2. Clima y zona de vida

Según de la Cruz (1982), la granja pecuaria está ubicada en la zona de vida, Bosque Seco Subtropical (BSs), basado en la clasificación de zonas de vida determinada por Holdridge; a una altura de 300 msnm. (Datos de la Estación Climatológica tipo “B” del Centro Universitario de Oriente) indican que, la precipitación pluvial anual es de 700 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 (noviembre a abril) y de 85 – 94% en época lluviosa (mayo a octubre) (CUNORI 2012).

7.3 Población y muestra

Se utilizaron 16 bovinos encastados de razas cebuinas, destetados, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a su peso con una diferencia de ± 15 Kg de peso, pesándolos al inicio del experimento y cada siete días, iniciando con un peso promedio de 150 Kilogramos.

7.4 Manejo del experimento

El manejo del experimento se realizó en dos fases: a) preparación y b) fase experimental.

7.4.1 Fase de preparación.

Meses antes al inicio del experimento de respuesta animal, se seleccionó el material vegetativo que se utilizó para la elaboración del ensilaje, el cual tuvo un corte de uniformización, 60 días antes de iniciar el proceso de ensilaje. También se fertilizó para obtener forraje de valor nutritivo adecuado, el corte se realizó a una altura de 0.10 metros sobre el suelo (Figura 1A).

Para la elaboración del proceso de ensilado se identifico y desinfecto el área a utilizar, luego se colocó un nylon sobre las paredes del silo tipo bunker, donde se almaceno el ensilado durante el tiempo de fermentación (Figura 2A). Para el ensilado se transporto el material vegetativo hacia la granja. El pasto a ensilar se pico utilizando una maquina picadora, con la cual se obtuvieron partículas de 3 a 5 cm. Por cada 30 cm de altura de pasto picado, se compacto el material y se adiciono la melaza diluida en agua, en un 5%. Luego se sello el silo herméticamente utilizando nylon. El ensilado estuvo en proceso de conservación durante al menos 42 días (Figura 3A).

La cantidad de pasto napier que se ensilo para la fase de adaptación y para el tratamiento testigo fue de un total 7.39 toneladas, donde se les proporcionó alimento a los bovinos en ambas fases de experimentación, durante 7 y 42 días, respectivamente.

El pasto napier se ensilo con la concentración de inóculo evaluado ($4.6 \cdot 10^{10}$ UFC), fue de 1.72 toneladas, con el cual se alimentaron a los bovinos durante 42 días. Los tratamientos se evaluaron en tres diferentes niveles de adición (15, 30 y 45 %).

Previo al inicio del experimento se realizo un periodo de adaptación de los bovinos el cual consistió en alimentar a los animales durante siete días con ensilado de napier mismo que sirvió como alimento testigo (Figura 4A). Además los bovinos fueron desparasitados con ivermectina al 1%, vacunados contra antrax (*Bacillus anthracis*) y complejo clostridial (*Clostridium* sp); y finalmente vitaminados con AD₃E (Figura 5A).

Los bovinos se identificaron con arete numerado en la oreja derecha para obtener registros fieles en la investigación (Figura 6A).

7.4.2 Fase experimental

El experimento tuvo una duración de 42 días; en los cuales se determinaron las variables consumo de alimento, ganancias de peso total, peso final y conversión alimenticia.

Los bovinos fueron manejados en un sistema de confinamiento total, también llamado engorde a corral, las instalaciones tienen un área total de 118.25m² (7.39 m² c/u), estas contaron con un comedero lineal de 16 apartados (0.85 metros lineales c/u), cada comedero está construido de block y cemento con una pendiente de 3% y un tubo para el drenaje de líquidos. Se colocaron tres bebederos tubulares con capacidad total de 3m³, con un área disponible de 0.30 metros lineales por animal, para que la disponibilidad de agua fuera *ad libitum* para los animales del experimento (Figura 7A).

Se llevo un registro de peso durante el proyecto, el pesaje se determinó por medio de una báscula, que se encuentra en la granja Pecuaria el Zapotillo. Los bovinos se pesaron una vez por semana desde el inicio hasta el final del experimento (Figura 8A). Para determinar la variable ganancia de peso (Cuadro 2A).

La alimentación de los bovinos se realizó con un ensilado de napier (*Pennisetum purpureum* var. Schum) como dieta base y ensilado de napier inoculado que se utilizó como adición a la dieta base. Ofertando un consumo a razón de 13% de su peso vivo. Considerando este como consumo *ad libitum* (Figura 9A).

El ensilado base, después del proceso de fermentación se mezcló con el inoculado para ser ofertado dos veces al día (7:00 am y 3:00 pm) a los bovinos con los diferentes niveles a evaluar, con libre acceso al consumo de agua y un suplemento de sales minerales.

Tanto el rechazo del día anterior, como la ración de alimento diaria se pesaba en la mañana para determinar la variable consumo de alimento (Cuadro 3A) y la variable conversión alimenticia se obtuvo dividiendo el alimento consumido versus ganancia de peso.

Para la recolección de los datos de las variables, se elaboraron hojas de registros. Las cuales se presentan anexo al documento.

7.5 Técnicas de observación

7.5.1 Variables de medida

- ✓ Peso inicial (Kg)
- ✓ Consumo de alimento (Kg)
- ✓ Ganancia de peso (Kg)
- ✓ Peso final (Kg)

7.5.2 Variables evaluadas

- ✓ Consumo de alimento (kg)
- ✓ Ganancia de peso (kg)
- ✓ Conversión alimenticia

7.6 Tratamientos

Durante 42 días se ofrecieron cuatro dietas a 16 bovinos confinados en grupos de cuatro animales, donde se evaluaron las diferentes adiciones en la fase experimental.

To. Testigo (Ensilado de pasto Napier sin inóculo)

T1. Silo de pasto Napier + 15% de ensilado inoculado ($4.6 \cdot 10^{10}$ UFC).

T2. Silo de pasto Napier + 30% de ensilado inoculado ($4.6 \cdot 10^{10}$ UFC).

T3. Silo de pasto Napier + 45% de ensilado inoculado ($4.6 \cdot 10^{10}$ UFC).

7.7 Diseño estadístico

Para evaluar los resultados estadísticamente se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, constituyendo la unidad experimental, un bovino.

El modelo estadístico que se utilizó es:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

u = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = Error aleatorio o error experimental

7.8 Análisis de los datos

Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA); y de existir diferencia significativa ($P > 0.05$) se realizará la prueba de medias Tukey.

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la actualidad los factores más incidentes en la productividad animal específicamente para los bovinos, están basados en la cantidad y calidad del alimento consumido, son entonces estos factores, los que le permiten al animal manifestar su máximo potencial productivo (carne o leche).

En la presente investigación, se elaboraron 3 dietas compuestas por ensilado de pasto napier + ensilado de pasto napier inoculado con *Lactobacillus* cultivados, en concentración de 4.6×10^{10} UFC, con diferentes niveles de adición (15, 30, y 45%).

La evaluación se llevó a cabo en función de las variables, consumo animal por día, ganancia de peso promedio por día y conversión alimenticia, en un lote de 16 novillos, por un periodo de 42 días.

Los resultados obtenidos en la investigación se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 2. Comportamiento de las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia de ensilado inoculado con *Lactobacillus*.

VARIABLES	T0	T1	T2	T3
Peso inicial (Kg/a)	146.21	146.25	143.75	143.75
Peso final (Kg/a)	197.58	185.23	184.77	191.02
Consumo de alimento promedio, Kg/MS/a/día	3.24a	2.39b	2.38b	2.37b
Ganancia de peso (Kg/a/día)	0.40a	0.23c	0.24c	0.28b
Conversión alimenticia (proporción)	8.00a	10.34c	9.76bc	8.45ab

Fuente: elaboración propia 2014.

Nota: Letras diferentes entre columnas, muestran diferencia significativa ($p \geq 0.05$).

8.1 CONSUMO DE ALIMENTO

Para precisar los datos de consumo de los animales sometidos al estudio, se consideró el valor de materia seca, obtenido en la investigación llevada a cabo por Menéndez. (2014); quien observó que el contenido de materia seca del ensilado de napier, en el tratamiento con mayor concentración de inóculo, fue de 23%, (cuadro 7A), valor que corresponde al mismo material forrajero utilizado en la presente prueba.

Al realizar el análisis de varianza (ANDEVA) se estableció que existió diferencia significativa ($p \geq 0.05$), para dicha variable; el consumo de alimento osciló entre 3.24 y 2.37 kg/MS/a/día; datos que corresponden al tratamiento testigo y al tratamiento de ensilado de pasto Napier + 45% de ensilado inoculado ($4.6 \cdot 10^{10}$ UFC), respectivamente.

De manera general, se determinó que el consumo de alimento fue similar para los tratamientos uno, dos y tres, pero diferentes al tratamiento testigo. Estos resultados evidencian un bajo consumo de materia seca en relación al peso vivo, para todos los tratamientos, pues en ninguno de los casos se superó al menos el 2% del consumo, esto presumiblemente se debió a las limitantes de consumo que regularmente presenta el ensilado, cuando es utilizado como dieta única.

Galina 2009. En un estudio relacionado con el rendimiento de terneros alimentados con silo de maíz, ensilado inoculado con probiótico láctico y suplemento nitrogenado de lento consumo, encontró que después de 120 días de investigación, los consumos de alimento de los novillos sometidos al experimento, no sobrepasaron el 1.8% de MS consumida. Datos de consumo que son inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

Por aparte, al observar los resultados de consumo de alimento obtenidos, aparentemente estos fueron alterados por la adición del ensilado inoculado, lo cual contradice lo expresado por Menéndez 2014, quien mediante una prueba no

paramétrica obtuvo resultados que indican que la incorporación de inóculo de *Lactobacillus* al ensilado, no modifica las características organolépticas del mismo y por lo tanto, su consumo, contrario a lo obtenido en la prueba de respuesta animal.

8.2 GANANCIA DE PESO

Para la variable ganancia de peso, los resultados obtenidos están relacionados con los de variable consumo, en donde el tratamiento que obtuvo mejor consumo, también obtuvo la mayor ganancia de peso, evidenciado en el cuadro anterior (cuadro 7A).

Al efectuar el análisis estadístico, se determinó que existió diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los tratamientos, en donde, los tratamientos uno y dos, fueron estadísticamente iguales, pero inferiores a los tratamientos tres y testigo, respectivamente, los que a su vez fueron diferentes entre sí.

Las ganancias obtenidas reflejan de alguna manera el comportamiento del consumo de materia seca total, producto de la limitante observada en variable. Sin embargo aquellos animales que por comportamiento individual presentaron un mejor consumo, igualmente manifestaron una mayor ganancia de peso.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se muestran inferiores a los reportados por López (1996), quien en un estudio realizado en Morales, Izabal, Guatemala, con novillos producto de cruces entre razas cebuinas, con un peso inicial promedio de 285 Kg., manejados en tres tratamientos, bajo pastoreo, pastoreo con suplementación de banano verde y pastoreo con banano verde más urea, reportó ganancias totales 50, 68 y 70 kg en un período de 90 días. En consecuencia, las ganancias de peso diarias en dicho experimento fueron de 0.55, 0.75 y 0.78 kg, respectivamente.

Otro estudio conducido por Pérez (2003) en Ipala, Chiquimula, Guatemala, utilizando novillos encastados con razas cebuinas con un peso inicial de 222 kg, bajo estricto confinamiento, alimentados con napier morado como dieta base y suplementados con

alimentos balanceados con niveles de 20 y 40% de pollinaza combinados con maíz y maíz melaza, como fuentes de energía, reporta ganancias de peso de 1.2 y 1.3 kg/animal/día, siendo estos, superiores a los resultados obtenidos en el presente estudio.

8.3 CONVERSION ALIMENTICIA

Con relación a la variable, conversión alimenticia, (Kg de peso vivo ganado, por Kg de alimento consumido), más que una variable de rendimiento, es la expresión de la eficiencia del comportamiento animal; en el cuadro que se muestra anteriormente (Cuadro 7A), se puede observar el resumen de las variables anteriores y su influencia en la conversión alimenticia.

El análisis de los resultados para esta variable, denotó diferencia significativa entre tratamientos, en donde T0 y T3, estadísticamente fueron iguales entre sí, pero superiores o, más eficientes, a los tratamientos T2 y T1, (las conversiones oscilaron entre 8.00 y 10.34 kg de alimento consumido / kg ganancia de peso) existiendo una tendencia que sugiere, que para el caso del tratamiento cero (T0), la conversión estuvo vinculada al mayor consumo. Pero para el caso de los tratamientos inoculados a medida que se incrementó la proporción de inóculo en los tratamientos mejoró la ganancia de peso, por tal razón en el tratamiento tres (T3) a pesar de ser el tratamiento con menor consumo, ofreció mejor conversión alimenticia.

Cuando se observan de manera global los resultados de consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia, es posible observar que en los tratamientos donde se incluyó el inóculo de *Lactobacillus* existe una tendencia que indica que a medida que se incrementó este en los tratamientos, la conversión alimenticia se hizo más eficiente. Esto coincide con lo concluido por Galina 2009; quien indica que la utilización de ensilajes inoculados con *Lactobacillus* y/o suplementos nitrogenados de lento consumo, producen una mejora de la respuesta productiva de bovinos de engorde debido a que

se incrementa significativamente la degradación ruminal del forraje, formando una cantidad significativamente mayor de proteína bacteriana.

IV. CONCLUSIONES

- La inclusión del inóculo de *Lactobacillus*, en ensilaje de napier (*Pennisetum purpureum* var. *Schum*) con más de sesenta días de edad al corte, genera algún efecto en el consumo de alimento, en novillos estabulados.
- La inclusión del inóculo de *Lactobacillus*, en ensilaje de napier (*Pennisetum purpureum* var. *Schum*) con más de sesenta días de edad al corte, mejora la conversión alimenticia de los novillos sometidos al tratamiento, convirtiendo el forraje tosco, en productos de origen animal (carne).
- Los altos índices de la conversión alimenticia (Kg de alimento consumido/Kg peso ganado) alcanzados en todos los tratamientos, seguramente se derive de la falta de calidad nutricional del forraje de la dieta, como consecuencia, la relación obtenido resultó siendo muy alta para condiciones de estabulado.
- El incremento de la proporción de *Lactobacillus* en los tratamientos, mejora sustancialmente la conversión alimenticia, haciendo más eficiente el consumo de alimento.

X. RECOMENDACIONES

- Continuar con la experimentación del ensilado inoculado en dietas balanceadas, en base al requerimiento de los animales sujetos a evaluación.
- Evaluar el uso del ensilado inoculado con niveles mayores de inclusión pues la tendencia es hacia mejorar la eficiencia alimenticia y por lo tanto la conversión.
- Evaluar el uso del ensilado inoculado con *Lactobacillus*, en el engorde de novillos de media ceba (300 a 350 k/p/v).
- evaluar el efecto del inóculo de *Lactobacillus* en forraje de napier (*Pennisetum purpureum* var. *Shum*), a diferentes edades de corte.
- Evaluar el uso del ensilado inoculado con *Lactobacillus*, como parte de la dieta de bovinos, en procesos de suplementación estratégica en época crítica.

XI. BIBLIOGRAFIA

Bertoia, L. 2007. Artículos técnicos, agricultura: algunos conceptos sobre ensilajes (en línea). Argentina, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado 5 feb. 2010. Disponible en: http://www.engormix.com/algunos_conceptos_sobre_ensilaje_s_articulos_1716_AGR.htm.

Bolsen, K; Brent, B; Uriarte, E. 2001. El triángulo de ensilaje y prácticas importantes a menudo pasado por alto (en línea). Nutrición Animal California 6 (3): 60-65. Consultado 10 feb. 2010. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v27n02_021.pdf

Cotrino, V; Gaviria, B. 2002. Lechería en la región andina: algunos aspectos de producción, salud animal y salud pública (en línea). Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Consultada 6 oct. 2012. Disponible en: <http://www.exopol.com/general/circulares/145.html>

Cruz, J De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala nivel de reconocimiento. Guatemala, DIGESA. p. 16 – 17.

CUNORI (Centro Universitario de Oriente, GT). 2012. Datos climatológicos de 2010. Chiquimula, GT, USAC, CUNORI, Estación Climatológica tipo “B”.

Fox, 1988. Probióticos: inoculantes para la producción animal (en línea). Tecomán Colima, MX. Medicina Veterinaria (alimentación de práctica animal). p. 806-819. Consultada 28 jun. 2015. Disponible en http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Monica%20Flores%20Nocedal.pdf

Franco, MR. 2008. Pastos del trópico para corte (en línea). Colombia, Cultura Empresarial Ganadera. Consultada 28 ago. 2008. Disponible en: http://www.engormix.com/pastos_corte_tropico_s_articulos_2047_GDC.htm

Galeano, HA. 2004. Efectos del renovador y el escarificador en praderas degradadas de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst). Trabajo de grado AgrónomoMedellin, Col. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 28 p. Consultada 16 jun. 2015. Disponible en http://temaspastos.weebly.com/uploads/8/7/6/0/8760901/rehabilitacion_de_praderas_de_gradadas_de_kikuyo_con_equipos_de_labranza_vertical_ok.pdf

Galina, MA; Ortiz, R; Mondragón, F; Elías, A. 2009. Rendimiento de terneros alimentados con silo de maíz y láctico con un promotor de la fermentación ruminal (en línea). Cuautitlán, MX. p. 387. Consultada 26 jun. 2015. Disponible en http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0004-05922009000300007&script=sci_arttext

Gallardo, M. 2003. Tecnologías para corregir y mejorar la calidad de los forrajes conservados (en línea). Rafaela-Santa Fe, AR, INTA. p. 51-61. (Manual Técnico no.6), Consultada 06 ago. 2012. Disponible: www.produccion-animal.com.ar

Garcés, AM; Berrio, L; Ruiz, S; Serna, JG; Builes, AF. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado (artículo de revisión) (en línea). Revista Lasallista de Investigación 1 (1): 71. Consultado 29 sep. 2010. Disponible en: <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/Vol1n1/06671%20Ensilaje%20como%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20para%20el%20ganado.pdf>.

Gutiérrez Orellana, MA. 1996. Pastos y forrajes en Guatemala su manejo y utilización base de la producción animal. Guatemala, Editorial E y G. p. 253-263. Consultado 12 de oct. 2011. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1258.pdf

Holguín, VA; Ibrahim, M. 2004. Ensilaje: estrategia de conservación de forrajes para la época seca, proyecto silbo pastoril integrado para el manejo de ecosistemas. Costa Rica, GAMA-CATIE. p. 56-67. Consultado 14 oct. 2011. Disponible en: <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/53069>

Jiménez, FA; Moreno, JM. 1999. El ensilaje una alternativa para la conservación de forrajes Colombia (en línea). Colombia, TURIPANA. Consultado 26 sep. 2012. Disponible en: <http://www.turipana.org.co/ensilaje.htm>

López Nufio, CA. 1996. Utilización del banano *Grand Naine* y urea como suplemento en la alimentación de novillos en pastoreo, durante la época seca; municipio de Morales, departamento de Izabal. Tesis Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI. 54 p.

Menéndez, A. 2014. Evaluación de inóculo en tres niveles de concentración de *Lactobacillus acidophilus* y licor ruminal, obtenidos a partir del contenido ruminal de bovinos faenados, aplicados al ensilado de napier (*Pennisetum purpureum* var. Shum) Chiquimula, Guatemala 2014. Tesis Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI. 62 p.

Murck, R; Kung, L Junior. 1997. Efectos de aditivos para ensilaje en materia de procedimiento ensilado del forraje: campo de comedero: conferencia de América del Norte. Pennsylvania, US, Hershey. p. 187-199. Consultada 03 de nov. 2014 Disponible en: <http://payfo.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/view/1577>

Nava, CC; Díaz, CA. 2001. Introducción a la digestión ruminal. México, UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Nutrición Animal. Consultada 06 nov. 2012. Disponible en: http://www.veterin.unam.mx/fmvz/enlinea/ruminal/tigest_ruminal.htm

Ojeda, GF; Cáceres, GO; Esperance, MM. 1991. Conservación de forrajes. La Habana, CU, Editorial Pueblo y Educación. 81 p. Consultado 08 dic. 2012. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682011000200011&script=sci_arttext

Orskov, B. 1987. La alimentación de los rumiantes: principios y práctica. Gran Bretaña, UK, Publicaciones Chalcombe. p. 3-17. Consultado 10 ene. 2013. Disponible en: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Uso de Fibra en Rumiantes.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Uso_de_Fibra_en_Rumiantes.pdf)

Pérez Payes, ES. 2003. Evaluación de dos niveles de pollinaza y dos fuentes energéticas (maíz y/o maíz-melaza) sobre el consumo y ganancia de peso de novillos estabulados alimentados a base de napier (*Pennisetum purpureum var. Morada*) Chiquimula, Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC, CUNORI. 39 p.

Pitt, RE. 1990. Inoculación de silaje y respuesta animal para la producción de leche. Argentina, Universidad Nacional de Villa María. p. 3-20. Consultado 16 dic. 2014. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/181-inoculacion.pdf

Ramírez, JC. 2009. Aprovechamiento de fauna de acompañamiento del camarón y subproductos pesqueros mediante la elaboración de ensilado de pescado (en línea). Tesis Dr. Biotecnología. México, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. p. 8-22. Consultado 12 dic. 2014. Disponible en <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI14812.pdf>

_____. 2008. Utilización de las capturas accidentales y los residuos de procesamiento de ácido láctico fermentado ensilaje y evaluación del grado de hidrólisis de las proteínas y digestibilidad in vitro. Revista Mexicana de Ingeniería Química 7:195-204. Consultado 3 nov. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/3/contents/5645cc42-5f28-579c-a4fc-4fb17e92014c/x8486s0b.htm>

Ranjit, N; Kung, L Junior. 2000. El efecto de *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, o un conservante químico en la fermentación y estabilidad aeróbica del ensilaje de maíz. *Journal of Dairy Science* 2 (3): 526-535. Consultado 15 dic. 2014. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/9714837/efectos-de-lactobacillus-buchneri-sobre-el-deterioro-aerobico.htm>

Reis, W; Brown, ME. 2001. Desempeños de corderos terminados en confinamiento, consumiendo ensilajes de granos de maíz con alta humedad o granos de maíz hidratados con sustituciones de granos de maíz secos en la dieta. *Revista Brasileña Zootecnia* 30(2):596. Consultado 14 jul. 2014. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/12-terminacion_pag31.pdf

Reyes, N; Mendieta, B; Fariñas, T; Cardona, J; Pezo, D. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Nicaragua, CATIE. p. 10-24. Consultado 02 feb. 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2742E/A2742E.PDF>

Rodenas, MA; Corado, LH; Pérez, CL. 1999. Tablas de valor nutricional de alimentos para animales en Guatemala. Guatemala, USAC, DIGI. p. 19.

Sánchez, L. 2004. Alternativas de utilización de ensilajes en explotaciones lecheras de trópico. *Carta Fedegan de Bogotá* no. 64: 44-51. Consultado 20 sep. 2010. Disponible en: <https://books.google.com.gt/books?id=Rw0l1r-i6ksC&pg=PA27&lpg=PA27&dq=Alternativas+de+utilizaci%C3%B3n+de+ensilajes+en+explotaciones+lecheras+de+tr%C3%B3pico>

Silveira Prado, EA; Franco, R. 2006. Sistema de información científica: conservación de forrajes, segunda parte (en línea). *Revista Electrónica de Veterinaria* 7 (11): 1-37. Consultado 26 sep. 2010. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/636/63612653005.pdf>.

Sousa, FB. 2001. Plantas forrajeras para formación de pastos cultivados. Colombia, Cultura Empresarial Ganadera. Consultada 6 sep. 2012. Disponible en: <http://www.engormix.com/pastoscortetropico/sarticulos2047GDC.htm>

Stefanie, J; Elferink, O; Frank, D. 1999. Procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación: conferencia de forrajes tropicales electrónica de la FAO (en línea). Italia, FAO. Consultado 10 sep. 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/AGPC/gp/silo/contenidos/HtmPrueba2>.

Thicket, B. 1989. Cría de terneros. España, Editorial Acribia, S.A. 153 p.

Treviño, HM; Gutierréz E; Barragán, HB. 2002. El uso de cama de pollo de buena calidad mejora la productividad de bovinos en crecimiento en engorda intensiva. Técnico pecuario México 40(1):1-15. Consultado 19 diciembre 2014. Disponible en: <http://www.initap.conocyt.mx/publicaciones/científica/tpm/2002/1-uso.htm>

Viera, DA; Cunha, M. 2009. Conservación de forrajes (en línea). Colombia, Compañía Agrícola de Pesca y el Programa Integral de Doctorado en Ciencia Animal. p. 1-26. Consultado 05 ene. 2014. Disponible en: <http://es.slideshare.net/pipe69/conservacin-de-forrajes-10711441>

Weinberg, ZG; Ashbell, G. 2003. Aspectos de ingeniería de ensilaje (en línea). Revista Ingeniería Bioquímica no. 13: 181-188. Consultado 12 dic. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/3/contents/5645cc42-5f28-579c-a4fc-4fb17e92014c/x8486s09.htm>

XII. APÉNDICE

Cuadro 1A. Boleta de peso total y semanal en Kg de bovinos alimentados con ensilado inoculado.

Tratamientos	Peso inicial	1era semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	5ta semana	Ganancia total (Kg)	Ganancia semanal (Kg)
T0.								
Promedio								
T1.								
Promedio								
T2.								
Promedio								
T3.								
Promedio								

Fuente: elaboración propia 2014.

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento en novillos estabulados.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CALCULADA	Pr \geq F
TRATAMIENTO	3	1.8451	0.6150	41.66	0.001
ERROR	11	0.1624	0.0147		
TOTAL	14	2.0075			

Fuente: elaboración propia 2014.

C.V. = 4.75

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso en novillos estabulados.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CALCULADA	Pr \geq F
TRATAMIENTO	3	0.0626	0.0208	74.29	0.0001
ERROR	11	0.0030	0.0002		
TOTAL	14	0-0657			

Fuente: elaboración propia 2014.

C.V. = 5.91

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en novillos estabulados.

FUENTE	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F. CALCULADA	Pr \geq F
TRATAMIENTO	3	13.20	4.40	9.81	0.0019
ERROR	11	4.93	0.44		
TOTAL	14	18.14			

Fuente: elaboración propia 2014.

C.V. = 7.27

Cuadro 6A. Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE.	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Siembra de pasto Napier (<i>Pennisetum Purpureum</i> var. <i>Shum</i>) para la elaboración del ensilaje.					
Preparación de establo. Habilitación de corral, reconstrucción de comederos, implementación de bebederos y pintar las instalaciones.					
Implementación de silos y elaboración de ensilaje inóculado y no inóculado para la alimentación de los bovinos en fase experimental.					
Inicio de fase experimental en bovinos con alimentación de ensilado inóculado y no inóculado.					

FIGURAS



Figura 1A. Selección del material vegetativo.



Figura 2A. Identificación de silos.



Figura 3A. Llenado del silo con aditivos e inóculo



Figura 4A. Periodo inicial de adaptación.



Figura 5A. Manejo de bovinos previo al experimento.



Figura 6A. Identificación con arete numerado en la oreja.



Figura 7A. Sistema de confinamiento total.



Figura 8A. Toma de datos en registro de pesaje y alimentación.



Figura 9A. Alimentación de los bovinos en fase experimental.

XIII. ANEXOS

Cuadro 7A. Informe de resultados de análisis bromatológicos del T3.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria Escuela de Zootecnia.		Elaborado por Lic. Jorge Sinay Modificado por Dr. Hugo R. Pérez N.			
INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS					
Descripción de la Muestra : Ensilado de Napier con Inóculo 25% mayor al estándar (T3 MH)			Formula		
Lugar de Origen : Chiquimula			20		
Solicitado por: Silvia Menendez					
Dirección :					
Materia seca parcial					
Tara	P.I. Muestra	P.F. Y tara	Resultado		
113	500	241.1	25.62		
Materia seca total					
Tara	P.I. Muestra	P.F. Y tara	%	Resultado	
0.8245	2.1000	2.7228	90.3952	90.38	
0.8257	2.1012	2.7245	90.3674		
Materia seca			Humedad		
23.16			76.84		
Cenizas O minerales Totales					
TARA	P.I muestra	P.F. Y tara	%	Resultado	
16.5745	2.6158	16.9592	14.71	16.28	
16.5766	2.6182	16.9618	14.71	B. SECA	
Extracto Etéreo					
Tara	P.I. Muestra	P.I BEAKER	P.F. Beacker	%	Resultado
	1.0023	77.1887	77.2076	1.89	2.07
	1.0032	77.1896	77.2082	1.85	B. SECA
FIBRA CRUDA					
P. Bolsa	P. B.+Muestra	P. Digestión	Tara Crisol	P. Fin. Crisol	Resultado
0.5393	1.5595	0.8791	33.7144	33.7128	33.46
0.5404	1.5606	0.8802	33.7152	33.7139	33.45
Blanco	Dif. Bolsa	Dig. Bolsa	Dif. Crisoles		33.43
0.0036	1.0202	0.3398	-0.0016	0.3414	37.01
0.0036	1.0202	0.3398	-0.0013	0.3411	B. SECA
Proteína Cruda					
Resultado				Extracto libre de nitrógeno	B. FRESCA
4.95	5.49	4.96	39.16	0.00	0.00
4.97	B. SECA	1.27	B. FRESCA		B. Seca
E.D.	2.22		T.N.D.	50.26	
E.M.	1.82		Lignina		
F.A.D.	43.30	B. Seca	F.N.D.	70.36	
K O H			DIG. PEPSINA		
Realizados Por: José Morales		Fecha de Realización : 23/07/2013 31/07/2013			

Recibo de Pago : Docencia
Fecha de Recepción : 23-07-13
Recibida por : José A.
Tel. Fax.



14.71 B. FRESCA
3.77

1.87 B. FRESCA
0.48

B. FRESCA
8.57

Promedio

B. FRESCA
0.00

B. Seca
K oH **0.00**