



Universidad del Mar

Campus Puerto Escondido

**Características químicas y de fermentación en ensilajes de King
Grass (*pennisetum purpureum*) CT-115 en asociación con Clitoria
(*clitoria ternatea*)**

Tesis

Que para obtener el Título Profesional de Licenciado en Zootecnia

Presenta

Diego Arturo Ramos Ramos

Director

Dr. Serafín Jacobo López Garrido

Puerto Escondido, Oaxaca a Septiembre 2014



UNIVERSIDAD DEL MAR CAMPUS PUERTO ESCONDIDO

Puerto Escondido, Oax., Septiembre de 2014

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de realizar una revisión detallada de la tesis “**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y DE FERMENTACIÓN EN ENSILAJES DE KING GRASS (*Pennisetum purpureum*) CT-115 EN ASOCIACIÓN CON CLITORIA (*Clitoria ternatea*)**” presentada por el pasante de la LICENCIATURA EN ZOOTECNIA, **DIEGO ARTURO RAMOS RAMOS**, se considera que cumple con los requisitos y calidad para ser defendida en el examen profesional.

COMISIÓN REVISORA

Dr. Serafín Jacobo López Garrido
Universidad del Mar
Director de tesis

M. en C. Eliud Flores Morales
Universidad del Mar
Revisor

M. en C. Julieta Karina Cruz Vázquez
Universidad del Mar
Revisor

Dr. Jaime Arroyo Ledezma
Universidad del Mar
Revisor

Dr. Narciso Ysac Ávila Serrano
Universidad del Mar
Revisor

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Serafín Jacobo López Garrido por el apoyo, la atención y consejos que me brindo para la realización de este trabajo de tesis.

Al Maestro Eliud Flores Morales, a la Maestra Julieta Karina Cruz Vázquez, al Doctor Jaime Arroyo Ledezma y al Doctor Nrciso Ysac Ávila Serrano, por su cooperación y atención brindada en el desarrollo del presente trabajo.

A todos los profesores de la Licenciatura en Zootecnia de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, por los conocimientos compartidos durante mis estudios.

A mis amigos Ulises Cortes Gómez y Aldo Abraham Salazar Mendoza por su amistad y apoyo que siempre me brindan.

Al laboratorio de Microbiología Ruminal, Genética Microbiana y Nutrición Animal del Colegio de Postgraduados, de Montecillo Texcoco, Estado de México, por las facilidades prestadas para la realización de análisis de muestras.

DEDICATORIA

A mi esposa Omayra Janeth Ramírez Cortes, por su atención, su ayuda, comprensión y amor que siempre me brinda.

A Mi hija Paola Raquel Ramos Ramírez por ser el mayor motivo que me inspira a lograr mis objetivos en la vida.

A mis padres Salvador Ramos Vargas y Petrona Ramos López, gracias por ayudarme siempre, por su apoyo incondicional y el gran amor que me han ofrecido durante toda mi vida.

A mi hermano Daniel Guadalupe Ramos Ramos por su invaluable apoyo a lo largo de mi vida.

Y con cariño a mis abuelos Guadalupe, María⁺, José⁺ y Feliza por ser un ejemplo de vida.

CONTENIDO

RESUMEN	VII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Producción animal en el trópico	3
Forrajes tropicales	3
Características del pasto King Gras cultivar CT-115.....	4
Características de la leguminosa Clitoria (<i>Clitoria ternatae</i>).....	6
Técnica de ensilaje	7
Cambios durante la fermentación del ensilaje.....	8
Microorganismos presentes en el ensilado	9
Aditivos utilizados en el ensilaje.....	11
Ensilajes mixtos de gramíneas con leguminosas	12
Características generales del ensilaje.....	14
Características organolépticas.....	14
Parámetros fermentativos.....	15
Nitrógeno amoniacal	15
Ácidos grasos volátiles (AGV) y lactato.....	16
Composición química de los ensilajes	17
Fibra Detergente Neutro y Fibra Detergente Ácido	17
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca	18
Producción de gas de los ensilados.....	19
OBJETIVOS.....	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos	20
HIPÓTESIS.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS	22

Localización	22
Establecimiento de parcelas experimentales	22
Realización del ensilaje	22
Caracterización de la composición química de los ensilados	24
Caracterización del proceso de fermentación de los ensilajes	25
Determinación del pH.	25
Determinación de la concentración de ácidos grasos volátiles.....	25
Determinación de Nitrógeno amoniacal.	26
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca.	26
Análisis de los datos	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
Características organolépticas y pH de los ensilados.	30
Composición química de los ensilados.	32
Caracterización del proceso de fermentación	35
Concentración de AGV	35
Concentración de Nitrógeno amoniacal (N-NH ₃).....	38
Digestibilidad <i>in Vitro</i>	40
Producción de gas	42
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
LITERATURA CITADA.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica pasto King Grass cultivar CT-115	5
Cuadro 2. Características organolépticas para la evaluación de ensilajes	14
Cuadro 3. Composición de los tratamientos del ensilaje de King gras CT-115 y clitoria con o sin ácido fosfórico.....	24
Cuadro 4. Componentes del medio de cultivo glucosa, celobiosa, almidón y fluido ruminal para la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).	27
Cuadro 5. Tratamientos experimentales más medio de cultivo para microorganismos ruminales para determinar la digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca de los ensilados de pasto King Grass-CT115 con clitoria.	28
Cuadro 6. Características organolépticas y pH de los ensilados de mezcla de King Grass cultivar CT-115 y Clitoria	30
Cuadro 7. Composición química de ensilados compuestos por King Grass cultivar CT-115 y Clitoria	32
Cuadro 8. Concentración de ácidos grasos volátiles (mmolL ⁻¹) y nitrógeno amoniacal (% N-Total) en ensilados de una mezcla de King Grass CT-115 y Clitoria.....	36
Cuadro 9. Concentración (%) de ácidos grasos volátiles, en relación al total de los mmol L ⁻¹ determinados en los ensilajes de pasto King Grass CT-115 y clitoria....	38
Cuadro 10. Digestibilidad <i>in vitro</i> (%) de la materia seca (DIVMS) de ensilados que contienen King Grass CT-115 y Clitoria.	41
Cuadro 11. Producción de gas metano en volumen (mL) de los ensilajes de una mezcla de pasto King Grass CT-115 y Clitoria.	43

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar las características químicas y de fermentación de ensilados de pasto King Grass CT-115 (*Pennisetum purpureum*) y clitoria (*Clitoria ternatea*) en condiciones de laboratorio. Se utilizaron microsilos fabricados de PVC de 2.4 kg de capacidad. Las variables evaluadas fueron pH, Proteína Cruda, Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA), Nitrógeno Amoniacal, Ácidos Grasos Volátiles (Acético, Propiónico y Butírico), Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca y producción *in vitro* de gas metano. Los silos se elaboraron con distintos niveles de King Grass CT-115 y Clitoria de acuerdo a los siguientes tratamientos: T1= 77.5% de King Grass + 17.5% de clitoria + 5% de melaza + 0.5 % de ácido fosfórico, T2= 77.5% de King Grass + 17.5% de clitoria + 5% de melaza, T3= 67.5% de King Grass + 27.5% de clitoria + 5% de melaza + 0.5 % de ácido fosfórico, T4= 67.5% de King Grass + 27.5% de clitoria + 5% de melaza, T5= 57.5% de King Grass + 37.5% de clitoria + 5% de melaza + 0.5 % de ácido fosfórico, T6= 57.5% de King Grass + 37.5% de clitoria + 5% de melaza. Para el análisis de los resultados se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con seis tratamientos y tres repeticiones, La información se analizó con el programa estadístico SAS (SAS 2003) a través de PROG GLM y se utilizó el estadístico de prueba Tukey (Steel y Torrie 1988). Los distintos tratamientos mostraron características organolépticas de ensilajes de buena calidad, el valor más bajo de pH ($P < 0.05$) lo obtuvo T1 y el más alto T6, los valores de pH fueron numéricamente menores en tratamientos donde se agregó ácido fosfórico como aditivo. El contenido de proteína cruda fue menor ($P < 0.05$) en T2, en tanto que el mayor contenido se registró en T6; entonces, al aumentar el nivel de la Clitoria en los ensilados, aumentó ($P < 0.05$) el contenido de proteína en los distintos tratamientos. En contraste, T1 presentó el valor más alto de FDN ($P < 0.05$) en tanto, T5 y T6 presentaron un contenido menor ($P < 0.05$) de FDN, registrando valores menores a 60 % cuando la inclusión de Clitoria en los ensilados fue mayor. La concentración de FDN tuvo un comportamiento similar al contenido de FDA. Se encontró que a mayores cantidades inclusión de Clitoria en los ensilajes, los contenidos de FDN y FDA

tendieron a disminuir. La adición del ácido fosfórico no tuvo efecto ($P > 0.05$) en las concentraciones de FDA y FDN entre tratamientos. En T1 se obtuvo la menor concentración de ácidos grasos volátiles (AGV); en tanto, T3 mostró la mayor concentración de AGV. La concentración de nitrógeno amoniacal fue menor a 4.0 % en todos los tratamientos, registrando las menores cantidades en T1 y T2. En general, los tratamientos presentaron valores promedio de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de 52.98 %, la DIVMS tendió a aumentar a medida que disminuyó el nivel de King grass CT-115 y aumentó el nivel de clitoria en los ensilados. La producción de metano en los ensilados fue mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos que contenían mayor concentración de Clitoria (40 %, en T5 y T6). Bajo las condiciones de este estudio se concluye que la inclusión de 20, 30 y 40 % de *Clitoria ternatea* en ensilajes de pasto King Grass CT- 115, con 5.0 % de melaza, mantienen valores de pH menores a 4.39, la adición de ácido fosfórico en niveles del 5 % en los ensilados tiene efecto acidificante, el contenido de PC se incrementa al aumentar el nivel de Clitoria, el contenido de FDA y FDN disminuye a medida que aumenta la concentración de la leguminosa. La producción de AGV y la baja concentración de nitrógeno amoniacal en los ensilajes de King Grass CT-115 con Clitoria indican un adecuado proceso de fermentación. La DIVMS aumenta cuando la inclusión de Clitoria es mayor, sin embargo, la producción de metano aumenta al incrementar el contenido de Clitoria en los ensilados.

Palabras clave: Ensilados, King grass CT-115, *Clitoria ternatae*, fermentación.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the chemical and fermentation characteristics of silage of mixtures grass King Grass CT-115 and legume Clitoria (*Clitoria ternatea*). For which was use microsilos PVC made whit 2.4 kg capacity. The variables evaluated were pH, Crude Protein, Neutral Detergent Fiber, Acid Detergent Fiber, ammonia nitrogen, Volatile Fatty Acids (propionic, acetic and butyric), *in vitro* digestibility of dry matter and *in vitro* production of methane gas. A completely randomized design with six treatments and three replications was used: T1= 77.5% King Grass + 17.5% clitoria + 5% molasses+ 0.5 % phosphoric acid, T2= 77.5% King Grass + 17.5% clitoria + 5% molasses, T3= 67.5% King Grass +27.5% clitoria + 5% molasses + 0.5 % phosphoric acid, T4= 67.5% King Grass +27.5% clitoria + 5% molasses, T5= 57.5% King Grass +37.5% clitoria + 5% molasses + 0.5 % phosphoric acid, T6= 57.5% King Grass +37.5% clitoria + 5% molasses. In general, treatment of the mixed silage showed typical of a good quality silage organoleptic characteristics, the lowest pH value ($P < 0.05$) was awarded to the T1 and the highest it got the T6, the pH values were numerically lower in treatments with phosphoric acid. The crude protein content was lower ($P < 0.05$) in T2, while the higher contend se presented in T6 so increase the level of Clitoria legume silages increased ($P < 0.05$) protein content in the different treatments. In contrast T1 had the highest value of NDF ($P < 0.05$), T5 and T6 NDF content had lower ($P < 0.05$), recording values lower than 60% if the inclusion of Clitoria in silage was higher. The concentration of NDF was similar to the concentration of FDA behavior, the lowest content ($P < 0.05$) FDA was presented at T5 and T6, where slightly higher values were obtained at 42%. We found that larger amounts of Clitoria inclusion in silages, the contents of NDF and ADF tended to decrease. The addition of phosphoric acid had no effect on ADF and NDF concentrations between treatments. T1 was the treatment with a lower determined concentration of volatile fatty acids, treatment with higher was T3. The concentration of ammonia nitrogen was less than 4.0% in all treatments, recording the lowest amounts in T1 and T2. In general, the treatments had mean values of *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of 52.98%, IVDMD tended to increase as the

level decreased King grass CT-115, and increased the level of Clitoria in silage. Methane production in silage was higher ($P < 0.05$) in treatments containing higher concentration of Clitoria (40% in T5 and T6). Under the conditions of this study concluded that the inclusion of 20, 30 and 40% of *Clitoria ternatea* in grass silages King Grass CT-115 with 5.0% molasses, maintain pH values lower than 4.39, the addition of phosphoric acid at levels of 5% in the silage has acidifying effect, the PC content increases with increasing the Clitoria level, the ADF and NDF content decreases as the concentration of the legume. VFA production and the low concentration of ammonia nitrogen in silage King Grass CT-115 with Clitoria indicate adequate fermentation process. IVDMD increased when the inclusion of Clitoria is higher, however the production of methane increases with increasing the Clitoria content in silage.

Keywords: silage, *Clitoria ternatea*, King Grass, fermentation.