



# Universidad del Mar Campus Puerto Escondido

## EVALUACIÓN FENOLÓGICA Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE LOS CULTIVARES CAYMAN (CIAT BR02/1752) Y COBRA (CIAT BR02/1794) DEL GÉNERO *UROCHLOA* (*P. Beauv.*)

### TESIS

Que para obtener el Grado de  
Doctor en Producción y Sanidad Animal

Presenta

Eliud Flores Morales

Director

Dr. Serafín Jacobo López Garrido

Co-Directora

Dra. Mónica Marcela Galicia Jiménez

Puerto Escondido, Oaxaca, 2023

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis:

*A ti señor Padre por darme la vida y permitirme llegar hasta donde estoy, solo te pido que me des fortaleza para poder seguir adelante, sabiduría para hacer frente a las adversidades que se me presenten y finalmente te pido me permitas ver cumplidas mis metas al lado de mis seres queridos.*

*A mi esposa María del Rosario, a mis hijos Leslie Iveth, Laila Paola, Ricardo y Emiliano, por ser el motivo por el cual sigo superándome día a día. Por compartir conmigo mis alegrías y mis momentos difíciles.*

*A mis hermanos Isauro, Nahum y muy en especial a Toño (+) gracias por todos esos momentos en los que pudimos convivir, por las metas cumplidas y por las que nos faltaron, bien se que desde el cielo me guiaras para ser una mejor persona.*

*A mis padres Tomas Flores (+) y Elpidia Morales. Papá, aunque ya no estás conmigo te dedico este logro que al igual que yo, sé que estarás disfrutándolo donde quiera que te encuentres.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Programa de Posgrado Doctorado en Producción y Sanidad Animal de la Universidad del Mar – Campus Puerto Escondido, por permitirme hacer de ésta mí casa de estudio, al brindarme todas las oportunidades y espacios para realizar esta investigación.
- Al Dr. Serafín Jacobo López Garrido, por todos su esfuerzo y apoyo para la culminación del presente trabajo, por su tiempo, palabras de motivación y paciencia; por no desistir y no permitir que yo lo hiciera, pese a todas las adversidades que se nos presentaron en el camino, agradezco infinitamente su amistad y compañerismo brindado de manera desinteresada.
- A la Dra. Mónica Marcela Galicia Jiménez y el Dr. Marco Antonio Camacho Escobar, por las facilidades brindadas durante el desarrollo de la presente investigación, por sus esfuerzos, consejos, sus enseñanzas.
- Al Dr. Narciso Ysac Ávila Serrano, por su apoyo otorgado dentro y fuera del aula, por sus consejos y sus regaños, ahora entiendo que todo eso no fue en vano.
- Agradezco también al Dr Edgar Iván Sánchez Bernal <sup>(†)</sup>, por sus enseñanzas y colaboración en el presente trabajo, yo sé que desde algún lugar estará disfrutando este logro.
- A mi amiga Virginia Reyes B, a quien invito a que no desista de continuar en el camino de la ciencia, por ser una buena compañera durante este andar en busca del conocimiento.
- A mis compañeros del Programa de Posgrado Gabriela de Jesús, Maribel, Silvia, Jesús, Mario Moncada,
- A los responsables de los Laboratorio de Bioquímica y Nutrición, Laboratorio de Semillas de la Universidad del Mar, Laboratorio de

Microbiología Ruminal y Genética Microbiana, del Colegio de Postgraduados, Laboratorio de Nutrición Animal, de la Universidad de Guadalajara.

- A los trabajadores del campo experimental de la UMAR, por su apoyo durante el establecimiento del cultivo. Mil gracias.
- A los jóvenes Daniel, Gloria y Miriam, alumnos de la Universidad de la Cañada, por su apoyo en la toma de datos durante su estancia en esta universidad.
- A los alumnos de la licenciatura en Zootecnia por su apoyo durante la realización de la presente investigación.
- A mis nuevos compañeros del programa de posgrado Gaby Alvarado, Nancy, Santos y Luis Limón gracias por su amistad.
- A la División de Estudios de Posgrado de la Universidad del Mar por el apoyo otorgado.
- Al grupo Papalotla® por la donación de la semilla de los cultivares Cayman y Cobra.
- Al Cuerpo Académico UMAR-CA-20 Ciencias Agropecuarias, por el apoyo económico otorgado para la realización de esta investigación.

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los componentes morfológicos, producción de materia seca (MS), determinar la composición química, degradabilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), estimar la cuantificación de microorganismos ruminales y determinar los parámetros de fermentación *in vitro* de los cultivares CIAT BR1794 cv. Cobra y CIAT BR02/1752 cv. Cayman durante las épocas de lluvia y sequía. Los componentes morfológicos se evaluaron durante un periodo de 10 semanas, las variables evaluadas fueron: largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), altura de la planta (AP), diámetro del tallo (DT), número de hijuelos (NH), peso fresco de hoja (PFH), peso seco de hoja (PSH), peso fresco de tallo (PFT), peso seco de tallo (PST), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR), peso fresco de materia muerta (PFMM), peso seco de materia muerta (PSMM), peso fresco de inflorescencia (PFI), peso seco de inflorescencia (PSI) y producción de materia seca (MS), con el propósito de determinar el tiempo óptimo de cosecha de ambos cultivares. La producción de MS, composición química, porcentaje de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa y celulosa se determinaron a los 28 d, 35 d, 42 d y 49 d de corte. Durante la fermentación ruminal *in vitro* se determinó la DIVMS y la población de bacterias celulolíticas a 72 h de incubación, se cuantificó la población de bacterias totales y protozoarios ruminales a las 6 h, 12 h, 24 h, 48 h y 72 h a los distintos días de corte en ambos cultivares. Los parámetros de fermentación ruminal evaluados fueron pH, concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), producción de biogas, producción de metano (CH<sub>4</sub>) y bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Para las distintas variables evaluadas se utilizó un diseño completamente aleatorizado. Los resultados obtenidos indicaron que AP, DT, LH, AH y NH no fueron diferentes ( $P > 0.05$ ) en ambos cultivares. La producción de MS fue similar ( $P > 0.05$ ) en los

distintos días de corte entre cultivares y épocas. La PC en la época seca fue mayor ( $P < 0.05$ ) para Cayman a 42 d y en lluvias mayor ( $P < 0.05$ ) para Cobra a 28 d, 35 d y 42 d. El porcentaje de FDN, FDA, hemicelulosa y celulosa fueron diferentes ( $P < 0.05$ ) entre cultivares y épocas, presentaron una tendencia a aumentar con respecto a la edad de corte. La DIVMS presentó porcentajes mayores ( $P < 0.05$ ) a 28 d y 35 d de corte durante la época de lluvias. La población de bacterias totales fue mayor ( $P < 0.05$ ) a 6 h y 12 h de incubación en ambas épocas, presentó mayor población el pasto Cayman. La concentración de AGV fue diferente ( $P < 0.05$ ) para edad de corte y entre épocas. La producción de biogas *in vitro* fue mayor ( $P < 0.05$ ) en la época de sequía. La producción de  $CH_4$  y  $CO_2$  presentó diferencias ( $P < 0.05$ ) para la edad de corte entre cultivares y en épocas, La menor producción de  $CH_4$  fue para Cobra a 28 d de corte durante la sequía. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que la mejor edad de cosecha de los pastos Cayman y Cobra esta entre los 28 d y 42 d durante la época de lluvias.

**PALABRAS CLAVE:** Cayman y Cobra, composición química, evaluación fenológica, fermentación *in vitro*, producción  $CH_4$  y  $CO_2$ .

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to evaluate the morphological components, dry matter (DM) production, determine the chemical composition, *in vitro* degradability of dry matter (IVDMD), estimate the quantification of ruminal microorganisms and determine the *in vitro* fermentation parameters of the cultivars CIAT BR1794 cv. Cobra and CIAT BR02/1752 cv. Cayman during the rainy and dry seasons. The morphological components were evaluated during a period of 10 weeks, the variables evaluated were: leaf length (LL), leaf width (LW), plant height (PH), stem diameter (SD), number of suckers ( NS), leaf fresh weight (LFW), leaf dry weight (LDW), stem fresh weight (SFW), stem dry weight (SDW), root fresh weight (RFW), root dry weight (RDW), fresh weight of dead matter (FWDM), dry weight of dead matter (DWDM), fresh weight of inflorescence (FWI), dry weight of inflorescence (DWI) and production of dry matter (DM) in order to determine the optimal time harvest of both cultivars. DM production, chemical composition, percentage of neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose and cellulose were determined at 28 d, 35 d, 42 d and 49 d of cutting. During the *in vitro* rumen fermentation, the IVDMD and the population of cellulolytic bacteria were determined at 72 h of incubation, the population of total bacteria and rumen protozoa were quantified at 6 h, 12 h, 24 h, 48 h and 72 h on the different cutting days in both cultivars. The ruminal fermentation parameters evaluated were pH, volatile fatty acid (VFA) concentration, biogas production, methane (CH<sub>4</sub>) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) production. For the different variables evaluated, a completely randomized design was used. The results obtained indicated that PH, SD, LL, LW and NS were not different ( $P>0.05$ ) in both cultivars. DM production was similar ( $P>0.05$ ) on the different cutting days between cultivars and seasons. The CP in the dry season was higher ( $P<0.05$ ) for