

INCLUSION DE TORTA DE CACAY ISSN 2462-7763 (*Caryodendron orinocense*) EN LA DEGRADACIÓN *IN VITRO* E *IN SITU* DE LA MATERIA SECA.

Pablo Losada –Estudiante MVZ
Aurora Cuesta –Z.
Juan Vargas M - Z .MSc
MVZ Facultad de Ciencias
Pecuarias

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales
Calle 222 N° 55-37 Bogotá D.C. - Colombia
Correo-e: zoociencia@udca.edu.co

Resumen.

La utilización de subproductos agroindustriales se presenta como una alternativa que permitiría incrementar la eficiencia en la producción animal y disminuir el impacto sobre el ambiente. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la degradación *in vitro* e *in situ* de diferentes mezclas de torta de cacay y *Brachiaria dictioneura*. Para esto se realizó la fermentación *in vitro* e *in situ* de cuatro tratamientos, *B. dictioneura*, torta de cacay y dos mezclas de *B. dictioneura*: torta de cacay (80:20 y 60:40, respectivamente). La inclusión de torta de cacay disminuyó la concentración de carbohidratos asociados a la pared celular e incrementó los nutrientes de mayor digestibilidad en la dieta. Además, aumentó la degradabilidad de la proteína cruda en 18% y el de la materia seca *in situ* e *in vitro* en 6 y 38%, respectivamente. Este trabajo permite concluir que la inclusión de torta de cacay en una dieta base de *B. dictioneura* mejora la degradación de la materia seca *in vitro* e *in situ*, sin embargo,

es necesario evaluar la respuesta de la suplementación en un modelo *in vivo*.

Palabras clave: *Brachiaria dictioneura*, ruminantes, suplementación.

Abstract

The use of agro-industrial by-products is presented as an alternative that increases animal production efficiency and reduces adverse effects on the environment. The objective of this study was to evaluate the degradation *in vitro* and *in situ* of different combinations of cacay meal and *Brachiaria dictioneura* grass. For this, the fermentations of four treatments were carried out with *in vitro* and *in situ* techniques, *B. dictioneura*, cacay meal and two mixtures of *B. dictioneura*: cacay meal (80:20 and 60:40, respectively). The inclusion of cacay cake decreased carbohydrates associated with the cellular wall and increased the concentrations of higher digestibility nutrients in the diet. Furthermore, the degradability of crude protein increased in 18% with the meal, and the digestibility of the *in situ* and *in vitro* dry matter in 6 and 38%, respectively. The main conclusion of this research is that the inclusion of cacay meal on a diet based on *B. dictioneura* improves the *in vitro* and *in situ* degradation of dry matter; however, further research is required as to evaluate the response of supplementation in an *in vivo* model.

Keywords: *Brachiaria dictioneura*, ruminants, supplementation.

1 Materiales y Métodos

El forraje cosechado fue *Brachiaria dictioneura* con una edad de rebrote de 32



días, sin fertilización, en la finca La Carolina, ubicada en el municipio de Cumaral, departamento del Meta. El predio presenta una altitud media de 550 msnm y una precipitación de 2800 mm anuales. La torta de cacay se adquirió comercialmente. El forraje y la torta fueron secados y molidos para su posterior análisis.

Los tratamientos evaluados *in vitro* o *in situ* consistieron en dos controles (forraje y torta de cacay) y dos mezclas de forraje y torta como se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Relación (%) entre *Brachiaria dyctioneura* (Bd) y torta de cacay (TC) en los tratamientos evaluados

Tratamiento	Bd	TC
1	100	0
2	80	20
3	60	40
4	0	100

Evaluación in vitro

Se empleó el método descrito por Tilley y Terry (1963). El fluido ruminal fue obtenido de un bovino fistulado y conservado en termos precalentados a 37°C. El fluido fue filtrado y gaseado con CO₂. En tubos de 50 ml se incubaron 0,5 g de alimento (el forraje y la torta sola o en mezcla), se adicionaron 37,5 ml de solución buffer (pH 6.7) y 12,5 ml de fluido ruminal,

provisto con tapones de caucho. Las mezclas fueron incubadas por triplicado en un baño de maría a 39°C y se agitaron cada hora durante 48 horas. Finalizada la fermentación, el contenido del tubo fue filtrado, el residuo se secó y se conservó para posterior análisis.

Evaluación in situ

Se empleó el procedimiento descrito por Oskorv *et al.* (1980). Brevemente, se hizo un pesaje inicial de las bolsas de tela, registrando el número de cada bolsa y el peso con y sin el material a ser evaluado. Se incluyeron 6 bolsas por cada hora de muestreo. Posteriormente, se agruparon las bolsas según los tiempos de evaluación. En un animal fistulado se introdujeron las bolsas. Los tiempos de evaluación fueron 0, 6, 24 y 48 horas. Una vez se cumplió el tiempo establecido para cada grupo se retiraron las bolsas del animal y se lavaron cuidadosamente. Las bolsas fueron secadas, pesadas y se conservaron para posterior análisis.

Análisis de laboratorio

En el forraje, la torta de cacay y los residuos de fermentación se determinó la materia seca (MS) y la proteína cruda (PC) (AOAC, 2005). Además, la concentración extracto etéreo (EE), cenizas (AOAC, 2005), fibra en detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) (Van Soest *et al.*, 1991)

fueron determinadas en el forraje y la torta de cacay. Se calculó la digestibilidad de la materia seca según lo descrito por Blümmel *et al.* (1997).

Análisis estadístico

Los datos de digestibilidad *in situ* de la materia seca y de la proteína cruda se ajustaron al modelo de Gompertz, que se describe a continuación:

$$y = ae^{-e^{b-cx}}$$

Donde Y es la digestibilidad en un tiempo x, a > 0 es la degradabilidad máxima, c es la tasa de degradación, b es la inflexión (e/a) y la tasa máxima de degradación (a*c)/e.

Los parámetros de degradación de la materia seca *in situ* fueron estimados a través del procedimiento nlin de SAS® (1998). Para la evaluación de la degradabilidad de la materia seca *in vitro* y de la proteína degradable, no degradable y los parámetros de degradación de la materia seca *in situ* se utilizó un modelo completo al azar, en donde la fuente de variación fueron las relaciones entre *Brachiaria distachneura* y torta de cacay, según lo descrito por Martínez *et al.* (2011).

2 Resultados y discusión

La suplementación alimenticia con

subproductos agroindustriales es considerada una opción que permite mejorar las características de la dieta, aumentar la productividad animal y disminuir los costos de producción (Sánchez *et al.* 2010). En este sentido, la inclusión de torta de cacay aumentó la concentración de PC, EE, contenido celular (CC), materia orgánica (MO) y carbohidratos no estructurales (CNE) y disminuyó las concentraciones de FDN, FDA y cenizas (tabla 1). El mejoramiento en el perfil nutricional supone una mejor disponibilidad de nutrientes para cubrir los requerimientos nutricionales de los animales.

La literatura sugiere que la disminución en la concentración de carbohidratos asociados a la pared (celulosa y hemicelulosa) y de lignina y el incremento de los nutrientes de mayor solubilidad, promueven una mayor digestibilidad de la materia seca (Vargas *et al.*, 2014). En este sentido, la digestibilidad de la materia seca *in situ e in vitro* de la *brachiaria* fue menor 6,4 y 28,8%, respectivamente, en relación a la mezcla que incluyó 40% de torta de cacay (Tabla 1 y 2).

La degradación de la materia seca no debe ser el único indicador que refleje la calidad de la dieta. Russell *et al.* (1992) sugieren que la dinámica y la sincronía de degradación de los nutrientes permiten una mayor eficiencia en la digestibilidad



del alimento, resultando en una mayor disponibilidad de nutrientes para los microorganismos del rumen y el hospedero.

Tabla 1. Composición química y degradabilidad *in vitro* en brachiaria, torta de cacay y sus mezclas.

Variable (%) ¹	Relación Brachiaria:Torta de Cacay				P <
	100:00:0 0	80:20:0 0	60:40:0 0	0,06944 4	
PC	9,0 ^d	15,2 ^c	20,8 ^b	39,2 ^a	**
FDN	67,1 ^a	57,3 ^b	46,7 ^c	22,6 ^d	**
FDA	31,5 ^a	27,1 ^b	22,5 ^c	7,6 ^d	**
EE	2,0 ^d	2,9 ^c	5,1 ^b	8,1 ^a	**
CN	7,9 ^a	7,4 ^{ab}	6,7 ^b	6,3 ^b	*
CC ²	32,9 ^d	42,7 ^c	53,3 ^b	77,5 ^a	**
HC ²	35,6 ^a	30,2 ^b	24,2 ^c	14,9 ^d	**
CNE ²	14,2 ^d	17,3 ^c	20,7 ^b	23,9 ^a	**
MO ²	92,3 ^c	92,6 ^{bc}	93,3 ^{ab}	93,7 ^a	*
DIVMS2 4	42,2 ^d	58,5 ^c	67,7 ^b	90,4 ^a	**
DIVMS4 8	51,0 ^d	62,1 ^c	71,6 ^b	90,8 ^a	**

¹. PC: Proteína cruda. FDN: Fibra en detergente neutro. CC: Contenido celular. FDA: Fibra en detergente ácido. HC: Hemicelulosa. CN: Cenizas. MO: Materia orgánica. EE: Extracto etéreo. CNE:

Carbohidratos no estructurales. DIVMS₂₄: Degradabilidad *in vitro* de la materia seca a las 24 horas.

DIVMS₄₈: Degradabilidad *in vitro* de la materia seca a las 48 horas.

². CC: 100-FDN. HC: FDN-FDA. CNE: 100-(PC+CN+EE+FDN). MO:100-CN

^{abc}. Letras diferentes entre columnas, diferencia entre tratamientos. * p<0,05. ** p<0,01.

Es por esto que los modelos de simulación de las dinámicas ruminales consideran las diferentes tasas de degradación de los nutrientes, lo cual permite explicar de una manera más

aproximada los procesos de fermentación ruminal (Van Amburgh *et al.*, 2015; NRC, 2001). En este sentido, la alimentación de rumiantes debe estar enfocada en la degradación sincrónica de los nutrientes, lo que permite una mayor síntesis de proteína microbial y un mayor rendimiento productivo del animal (Miller *et al.*, 2001).

Los resultados de este trabajo sugieren que la inclusión de torta de cacay aumenta la digestibilidad de la PC (Tabla 3). Algunos trabajos reportan que forrajes con bajas concentraciones de PC limitan el consumo potencial de materia seca (Minson, 1990) y presentan una alta proporción del nitrógeno ligado al FDA, resultando en una menor disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de los microorganismos ruminales y la limitada degradación de la materia seca (Sánchez *et al.*, 2010). En este trabajo, la inclusión de torta de cacay aumentó la degradabilidad *in situ* de la proteína cruda en un 18% al incluir 40% de torta de cacay. El incremento en la concentración de nutrientes de mayor solubilidad que promuevan la fermentación, permite explicar el aumento de la tasa de degradación (A) y de la tasa máxima de degradación (TMD) cuando se incluye 40% de torta de cacay respecto a la brachiaria (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros de fermentación *in situ* de la proteína cruda y la materia seca en brachiaria, torta de cacay y sus mezclas.

Variable ¹	Relación Brachiaria:Torta de Cacay				P <
	100:0	80:20	60:40	0:100	
	%				
PCD	77.2 ^d	89.0 ^c	94.2 ^b	99.9 ^a	***
PCND	22.8 ^a	11.0 ^b	5.8 ^c	0.1 ^d	***
A	71.8 ^b	72.1 ^b	76.7 ^b	98.5 ^a	***
C	0.05 ^b	0.08 ^b	0.1 ^b	0.3 ^a	***
DPI	26.4 ^b	26.5 ^b	28.2 ^b	36.3 ^a	***
TMD	1.4 ^b	2.2 ^b	2.7 ^b	12.2 ^a	***
	h				
HPI	1.8 ^a	-1.1 ^b	-1.4 ^b	0.7 ^{ab}	***

¹. PCD: Proteína cruda degradable. PCND: Proteína cruda no degradable. A: Degradación máxima de la materia seca. C: Tasa de degradación. DPI: Degradación al punto de inflexión. TMD: tasa máxima de degradación. HPI: Hora al punto de inflexión.

^{abc}. Letras diferentes entre columnas, diferencia entre tratamientos. *** p<0,001.

Es evidente que existe una diferencia importante entre la digestibilidad de la materia seca reportada en la técnica *in vitro* respecto a la *in situ*. Sin embargo, la digestibilidad incrementa al aumentar la inclusión de torta de cacay sin importar la metodología empleada. La técnica *in vitro* se considera una técnica estática y cerrada, que permite la evaluación de un gran número de muestras en un corto periodo de tiempo (Bhatta *et al.*, 2009). Sin embargo, debido a las condiciones metodológicas pueden variar los procesos de fermentación,

como por ejemplo no existe flujo de saliva, absorción de ácidos grasos volátiles o tasas de paso. Esta particularidad resulta en la modificación de poblaciones ruminales (ausencia de protozoarios) y la fermentación ruminal (pH alcalinos y altas concentraciones de acetato) respecto a condiciones reales (Posada *et al.*, 2014; López, 2005). Por su parte, la técnica *in situ* representa la digestibilidad en un solo órgano (en este caso el rumen) desconociendo la fermentación que se realice en otros compartimentos del tracto (colón o ciego) y limitando la posibilidad de evaluar la degradabilidad diferenciada debido al paso del alimento (López, 2005).

3 Conclusiones y Recomendaciones

En conclusión, la inclusión de torta de cacay mejora las características composicionales de la dieta. Además, incrementa la digestibilidad de la materia seca y de la proteína cruda tanto en técnicas *in vitro* como *in situ*. Sin embargo, estos resultados deben ser evaluados en condiciones *in vivo* para corroborar el efecto positivo de la inclusión de la torta de cacay en la alimentación de rumiantes.

Referencias

1. A.O.A.C. 2005. Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C., USA.
2. Ariza, C., Afanador, G., Avellaneda, Y., García, G., Loaiza, A., Mayorga,



- O., Mejía, G., Ortiz, R., Rubiano, A., Malagón, K., Montañés, D., Ordoñez, C., Pérez, C., Ramos, Y., Reina, A. y Rodríguez, S. 2012. Glicerina y subproductos del biodiesel: Alternativa energética para la alimentación de aves y cerdos. Editorial Simbiosis Ciencia & Publicidad. Bogotá, Colombia.
3. Bhatta, R., Tajima, K., Takusari, N., Higuchi, K., Enishi, O. y Kurihara, M. 2007. Comparison of *in vitro* and *in vivo* techniques for methane production from ruminant diets. *Asia-Aust J Anim Sci* 20: 1049-1056.
 4. Blümmel, M., Makkar, HPS. y Becker, K. 1997. In vitro gas production: a technique revisited. *J Anim Physiol An N*, 77:24-34
 5. Carulla J., Cárdenas E., Sánchez N. y Riveros C. 2004. Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. En: Memorias del V seminario internacional en reproducción y metabolismo en bovinos. Universidad de Caldas, Manizales.
 6. Castro, E., Mojica, JE., León, JM., Pabón, ML., Carulla, JE. y Cárdenas, EA. 2008. Productividad de pasturas y producción de leche bovina bajo pastoreo de gramínea y gramínea + *Lotus uliginosus* en Mosquera, Colombia. *Rev Med Vet Zoot*, 55:9-21.
 7. FAO. 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La ganadería a examen. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
 8. Fedegan. 2006. Plan estratégico para la ganadería 2019. Federación colombiana de ganaderos Ed: San Martín Obregon & Cia. Bogotá, Colombia
 9. Holmann F., Rivas L., Carulla J., Rivera B., Giraldo L., Guzmán S., Martínez M., Medina A. y Farrow, A. 2003. Evolución de los sistemas de producción de leche y su interrelación con los mercados: Un análisis del caso colombiano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), International Livestock Research Institute (ILRI) and Systemwide Livestock Program (SLP). Documento de trabajo #193. Cali, Colombia. Vargas, J., Pabón, M. y Carulla, J. 2014. Producción de metano in vitro en mezcla de gramíneas-leguminosas del trópico alto colombiano. *Arch. Zootec.* 63 (243): 397-407.