Indicadores de la fermentación cecal en dietas de harina de *Morus alba* variedad Yu 62[▲]**Indicators of cecal fermentation in diets of meal from *Morus alba* variety Yu 62[▲]**

George Enrique Vasallo Jamet <https://orcid.org/0000-0002-8130-5601>, Luis Enrique Dihigo-Cuttis <https://orcid.org/0000-0003-3843-0375> y Lourdes Lucila Savón-Valdés <https://orcid.org/0000-0001-9880-0310>

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba. *Correspondencia: george@ica.co.cu

Resumen

Objetivo: Caracterizar algunos indicadores de la fermentación cecal en dietas con harina de *Morus alba* L. variedad Yu 62.

Materiales y Métodos: Se efectuó la simulación *in vitro* del proceso digestivo en el segmento cecal del tracto gastrointestinal. Para esto, se utilizaron los ciegos de nueve conejos de ceiba, de 2 kg de peso vivo, de la raza híbrido (NZB x SGB). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, en el que se analizaron, las dietas con inclusión de harina de *M. alba* variedad Yu 62 (50 y 100 %) y *Medicago sativa* L. como control. Se determinaron indicadores de la fermentación cecal (ácido graso de cadena corta y pH) y los datos se analizaron en el sistema INFOSTAT.

Resultados: Se evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre los tratamientos, con marcado incremento de la concentración de los ácidos grasos de cadena corta totales, en las dietas con inclusión de harina de *M. alba*, al compararlas con el control *M. sativa*, lo que se debe a una proporción mayor de acetato y butirato, y menor de propionato en las dietas *M. alba*.

Conclusiones: La harina de *M. alba* variedad Yu 62 constituye un alimento alternativo, que puede sustituir a *M. sativa* en la alimentación cunícola, ya que favorece los indicadores de fermentación cecal.

Palabras clave: digestibilidad, harinas, *Medicago sativa*, *Morus alba*

Abstract

Objective: To characterize some indicators of cecal fermentation in diets of meal from *Morus alba* L. variety Yu 62.

Materials and Methods: The *in vitro* simulation of the digestive process in the cecal segment of the gastrointestinal tract was carried out. For such purpose, the ceca from nine fattening rabbits, of 2 kg live weight, of the hybrid breed (NZB x SGB), were used. A complete randomized design was used, in which the diets with inclusion of meal from *M. alba* variety Yu 62 (50 and 100 %) and *Medicago sativa* L. as control, were analyzed. Indicators of cecal fermentation (short chain fatty acids and pH) were determined and the data were analyzed in the INFOSTAT system.

Results: Significant differences ($p < 0,001$) were shown among the treatments, with marked increase of the concentration of total short-chain fatty acids, in the diets with inclusion of *M. alba* meal, when compared with the control *M. sativa*, which is due to a higher proportion of acetate and butyrate and lower proportion of propionate in the *M. alba* diets.

Conclusions: The mulberry forage meal constitutes an alternative feedstuff, which can substitute *M. sativa* in rabbit feeding and favor the cecal fermentation indicators.

Keywords: digestibility, meals, *Medicago sativa*, *Morus alba*

Introducción

En el mundo se realizan importantes esfuerzos para desarrollar el potencial nutricional de los recursos alimentarios disponibles en cada localidad, entre los que se ha dado especial importancia a los árboles y arbustos forrajeros. Entre las especies de árboles forrajeros tropicales, se destaca la morera (*Morus alba* L.). Esta planta se considera de conno-

tación especial por su alta producción de biomasa y composición bromatológica favorable, aspectos de gran utilidad para la fabricación de harina destinada a la alimentación de conejos (López *et al.*, 2014; Savón *et al.*, 2017).

En la cría de conejos, la fisiología digestiva de estos animales es una gran ventaja, ya que cuentan

[▲] Trabajo presentado en la V Convención Internacional Agrodesarrollo 2019 celebrada del 22 al 26 de octubre del 2019. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba.

[▲] Paper presented in the 5th International Convention Agrodesarrollo 2019 celebrated on October 22-26, 2019. Plaza America Convention Center. Varadero, Cuba.

Recibido: 10 de julio de 2019

Aceptado: 20 de septiembre de 2019

Como citar este artículo: Vasallo-James, G.; Dihigo-Cuttis, L. E. & Savón-Valdés, Lourdes L. Inclusión de *Morus alba* Yu 62 en dietas para conejos y fermentación cecal *in vitro*. *Pastos y Forrajes*. 42 (4):296-299, 2019.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

con un tracto digestivo que se adapta al consumo de dietas ricas en carbohidratos estructurales; además de que en el ciego y en el colon proximal tiene lugar una importante actividad microbiana (Rebours *et al.*, 2017).

Los valores de la fermentación cecal (ácido graso de cadena corta, pH y amoníaco), influenciados por los nutrientes de la dieta (Knudsen, 2014), son indicadores que expresan la actividad del ecosistema cecal del conejo, por lo que el uso del contenido cecal en técnicas *in vitro* es de gran importancia.

El objetivo de este estudio fue caracterizar algunos indicadores de la fermentación cecal en dietas con harina de *M. alba* variedad Yu 62.

Materiales y Métodos

Localización del estudio. La investigación se desarrolló en el departamento de Ciencias Biofisiológicas del Instituto de Ciencia Animal de la República de Cuba (ICA), situado en el km 47 ½ de la Carretera Central, en el municipio San José de las Lajas, de la provincia Mayabeque, Cuba.

Alimentación. Se utilizaron forrajes de morera, variedad Yu 62, provenientes de la unidad experimental Guayabal, ubicada geográficamente en los 22° 53 de latitud norte y los 82° 02 de longitud oeste, a 92 msnm. En la unidad había disponibilidad de una hectárea, formada por tres campos de la variedad Yu-62, con dos años de establecida, en un suelo Ferralítico Rojo (Hernández-Jiménez *et al.*, 2015). Los pellets de alfalfa (*Medicago sativa* L.) se adquirieron en el Centro Nacional para la Producción de Animales de Laboratorio (CENPALAB).

Se formularon y confeccionaron dos dietas, con diferentes niveles de sustitución de *M. sativa* (50 y 100 %) por harina de *M. alba*, variedad Yu 62, y el control con alfalfa (tabla 1).

Animales, tratamiento y diseño. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, en el que se analizaron, por sextuplicado, las muestras de las dietas con inclusión de harina de morera, variedad Yu 62 (50 y 100 %) y alfalfa como control.

Tabla 1. Dietas experimentales correspondientes al período de ceba.

Alimento	Sustitución de <i>M. sativa</i> por harina de <i>M. alba</i> , %		
	0	50	100
Harina de <i>M. sativa</i>	45,0	22,5	0
Harina de <i>M. alba</i>	0	22,5	45,0
Harina de <i>Triticum aestivum</i> L.	10,0	20,0	20,0
Harina de <i>Zea mays</i> L.	21,0	10,0	8,0
Harina de <i>Glycine max</i> (L.) Merr.	17,0	18,0	20,0
Lisina	0,2	0,2	0,2
Metionina	0,2	0,2	0,2
NaCl (cloruro de sodio)	0,3	0,3	0,3
Azúcar	3,0	3,0	3,0
Aceite	1,0	1,0	1,0
Fosfato	0,9	0,9	0,9
Carbonato	0,1	0,1	0,1
Pre-mezcla vitaminas y minerales	1,4	1,4	1,4
Análisis calculado			
Proteína bruta, %	18,0	17,8	17,9
Energía metabolizable, MJ	10,8	10,7	10,7
Fibra bruta, %	12,8	13,8	14,7
FDN, %	24,0	26,9	29,7
FDA, %	16,6	18,1	19,5
Celulosa, %	13,0	14,3	15,6
Hemicelulosa, %	7,4	8,9	10,2
Lignina, %	3,6	3,8	3,9

Se efectuó la simulación *in vitro* del proceso digestivo en el segmento cecal del tracto gastrointestinal. Para esto, se utilizaron los ciegos de nueve conejos de ceiba, de 2 kg de peso vivo, de la raza híbrido (NZB x SGB), que provenían del CENPALAB. El inóculo cecal se preparó según el método descrito por Pascual *et al.* (2000). Se adicionaron 100 mL del inóculo a cada tubo, después de ajustar el pH a 6,9, y se incubaron a 39 °C en baño termostático, durante 48 horas. Al terminar el período de incubación, se midió el pH y se tomaron 20 mL de cada muestra de contenido cecal, que se depositaron en un recipiente con 0,02 mL de ácido ortofosfórico, almacenados a -20 °C hasta el análisis de la concentración de ácidos grasos de cadena corta totales (AGCCt) e individuales (acético, propiónico y butírico), determinados por cromatografía gaseosa.

Análisis estadístico. Se hizo un análisis de varianza. Los datos se analizaron en el sistema INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2012). Se establecieron las correlaciones y, en los casos necesarios, la comparación entre medias se realizó mediante la aplicación de la dócima de LSD Fisher (1935) para $p < 0,05$.

Resultados y Discusión

En la tabla 2 se muestra la actividad fermentativa cecal, en la que hubo diferencias significativas ($p < 0,001$) entre los tratamientos, con marcado incremento de la concentración de los AGCCt en las dietas con inclusión de harina de morera al compararlas con el control (alfalfa). Esto se determinó por la mayor proporción de acetato y butirato, y menor de propianato en las dietas con morera (Pinzón, 2014). Se observó, además, mayor actividad fibrolítica, debido al alto contenido de hemicelulosa en dichas raciones, que es de mayor degradabilidad en el ciego (Gidenne *et al.*, 2015).

En las dietas con morera, la mayor digestibilidad de las proteínas y los carbohidratos ocurrió a nivel ileal, debido a que la proporción de aminoácidos digeribles de la morera y de la soya es superior (Dihigo,

2007), así como la inclusión de trigo, cuyo almidón es más digestible en el intestino delgado (Cossu, 2014).

Una de las peculiaridades de la morera es la ausencia de taninos condensados (Savón *et al.*, 2017), que precipitan las proteínas con interferencia en su digestibilidad (Legendre *et al.*, 2017). Los factores antes expuestos influyen en que la degradación de la proteína y el almidón a nivel cecal sea menor, lo que posibilita la producción adecuada de ácidos grasos de cadena corta con estabilidad del pH (Lardot, 2018).

Conclusiones

La harina de *M. alba* variedad Yu 62 constituye un alimento alternativo, que puede sustituir a *M. sativa* en la alimentación cunicola, ya que favorece los indicadores de fermentación cecal.

Agradecimientos

Se agradece al proyecto: *Investigaciones con Morus sp. para el desarrollo de tecnologías sostenibles de alimentación y salud humana y animal en Cuba*, liderado por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, con la participación del Instituto de Ciencia Animal, como sub-proyecto que financió las tareas desarrolladas.

Contribución de los autores

- George Enrique Vasallo-Jamet. Conceptualización, investigación, metodología, visualización, redacción, revisión y edición.
- Luis Enrique Dihigo-Cuttis. Conceptualización, análisis formal, adquisición de financiamiento, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, supervisión, validación, visualización, redacción, revisión y edición.
- Lourdes Lucila Savón-Valdés. Conceptualización, análisis formal, adquisición de financiamiento, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, supervisión, validación, visualización, redacción, revisión y edición.

Tabla 2. Actividad cecal en dietas con inclusión de harina de *M. alba* (variedad Yu 62).

Indicador	Dieta control	50 % de <i>M. alba</i>	100 % de <i>M. alba</i>	EE ±	Valor - P
pH	6,9 ^c	6,5 ^b	6,5 ^a	0,01	
AGCCt, mmol/L	73,8 ^a	91,1 ^b	103,6 ^c	0,75	
Acético, mmol/L	34,7 ^a	49,5 ^b	59,8 ^c	0,37	$p < 0,0001$
Propiónico, mmol/L	18,3 ^a	14,3 ^b	10,5 ^c	0,29	
Butírico, mmol/L	12,4 ^a	17,8 ^b	22,4 ^c	0,35	
Otros ácidos grasos, mmol/L	8,4 ^a	9,5 ^b	10,9 ^c	0,34	

Letras desiguales en una misma fila difieren para $p < 0,05$

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Referencias bibliográficas

- Cossu, María. E. Algunos conceptos sobre la nutrición del conejo para carne. En: *Tecnología de producción de conejos para carne*. Uruguay: Editorial INIA. p. 63-85, 2014.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, Mónica G.; Gonzalez, Laura; Tablada, Margot & Robledo, C. W. *InfoStat versión 2012*. Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>, 2012.
- Dihigo, L.E. *Características físico-química de productos tropicales y su impacto en la morfología digestiva del conejo*. Tesis en opción al grado académico de Doctor en Ciencias Veterinarias. San José de las Lajas, Cuba: Universidad Agraria de La Habana, 2007.
- Fisher, R. A. *The design of experiments*. Edinburgh, Scotland: Oliver and Boyd Ltd., 1935.
- Gidenne, T.; Lebas, F.; Savietto, D.; Dorchie, P.; Duperray, J.; Davoust, C. H. *et al. Le lapin. De la biologie à l'élevage*. France: Édition QUAE, 2015.
- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA, 2015.
- Knudsen, Christelle. *Stratégies de limitation de l'ingestion: optimisation des performances zootechniques, impacts physiologiques et conséquences sur la santé digestive*. Toulouse, Francia: École Doctorale Sciences Écologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries, 2014.
- Lardot, Bénédicte. *Les affections hépatobiliaires du lapin de compagnie*. Thèse pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire. Lyon, France: Université de Lyon, 2018.
- Légendre, H.; Hoste, H.; Gombault, P.; Routier, M.; Bannelier, C. & Gidenne, T. Valeur nutritive du sainfoin déshydraté, lors d'une forte substitution dans un régime à base de luzerne, dans l'alimentation du lapin en croissance. *17èmes Journées de la Recherche Cunicole*. Le Mans, France: INRA, ITIVA, 2017.
- López, B.; Iser, Maydelis; Cisnero, M.; Ramírez, J. L.; Valdivié, M. & Savón, Lourdes. Inclusión de la harina de morera (*Morus alba*) en el desempeño productivo de conejos. *Rev. prod. anim.* 2:2-8, 2014.
- Pascual, J.; Fernández-Carmona, J.; Fernández, Díaz, J. R.; Garcés, C.; Rubert-Alemán, J. & R., Llopis, J. & Muelas, R. Nutritive evaluation of rabbit diets by different *in vitro* digestibility. *Methods. World Rabbit Sci.* 8:385-389, 2000.
- Pinzón, O. F. *Evaluación del efecto del uso de bloques multinutricionales basados en morera sobre los parámetros productivos de conejos Nueva Zelanda*. Trabajo presentado como requisito parcial para optar por el título de Zootecnista. Departamento de Boyacá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2014.
- Rebours, G.; Vastel, P.; Bouchier, M.; Faussier, G. & Reys, S. Comparaison de deux méthodes de dosage de la fraction de ligneuse sur des matières premières fibreuses: impact sur le risque de trouble digestifs chez le lapin en croissance. *17èmes Journées de la Recherche Cunicole*. Le Mans, France: INRA, ITIVA, 2017.
- Savón, Lourdes L.; Gutiérrez, Odilia & Febles, G., Eds. *Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean*. San José de las Lajas, Cuba: EDICA, 2017.