

Morphometric analysis of the gastrointestinal tract of rabbits fed mulberry forage and sugarcane stems

Análisis morfométrico del tracto gastrointestinal de conejos alimentados con forraje de morera y tallo de caña de azúcar

Ysnagmy Vázquez, M. Valdivié, I. Berrios and E. Sosa

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

Email: ysnagmy@ica.co.cu

An amount of 30 rabbits (New Zealand x Chinchilla), 40 d old and 600 ± 50 g of liveweight were used in a completely randomized design, to study the effect of an alternative feeding system with mulberry forage and sugar cane stems on gastrointestinal organs. The treatments were: control diet with restricted feed (100 g) plus mulberry forage *ad libitum* and an alternative system with sugar cane stem *ad libitum*, mulberry forage *ad libitum* and 30 g of feed/rabbit/d (experimental). At the end of fattening, animals were slaughtered and the different sections of the digestive tract were isolated. The entire gastrointestinal tract and digestive organs (stomach, small intestine, cecum and colon-rectum) were weighed full and empty. Accessory organs (liver and pancreas) and the spleen were also weighed. The length of small intestine, cecum and rectum was measured and the absolute, relative and metabolic weights of the different segments and organs described above were obtained. Rabbits fed with the experimental treatment had lower absolute weight of the full stomach (56.03 g) and empty (30.18 g), as well as lower absolute and metabolic weight of the empty cecum (19.52 g and 0.07 g LW^{0.75-1}, respectively). Absolute weight of the liver decreased ($P < 0.05$) with the inclusion of the alternative system. However, no differences were found in relative and metabolic weights. The use of the alternative system is feasible because it does not find a negative influence on the morphometry of the gastrointestinal organs of rabbits.

Keywords: *alternative feed, rabbits, sugar cane fiber, morphometry*

The peculiarities of the digestive system of rabbits allow to achieve a profitable use of fibrous sources in the diet, compared to other monogastric species, which may generate low productivity with this type of food (Nieves *et al.* 2009). These benefits, together with the increase of prices of dietary ingredients of vegetable origin, mainly alfalfa, cereals and soybean meal (FAO 2017) in the international market, require the development of unconventional feeding systems. Therefore, it is necessary to use energy and protein sources of national production that are cheaper, although animals reach a lower growth rate and more time is needed to achieve the slaughter weight (Valdivié *et al.* 2011).

In tropical countries, sugar cane is a food with many economic advantages, because it has no competition with any other cultivated by man, from the point of view of efficiency of solar energy capture per area (Savón 2015). The production of animal feed from sugar cane has always been considered as a real possibility for obtaining quantities of meat and milk, without the need to use imported cereals. Due to its insoluble fiber content (IF), it has a regulatory effect on gastrointestinal passage time and prevents microbial

Se utilizaron 30 conejos (Nueva Zelanda x Chinchilla), de 40 d de edad y 600 ± 50 g de peso vivo, en un diseño completamente aleatorizado, para estudiar el efecto en los órganos gastrointestinales de un sistema de alimentación alternativo con forraje de morera y tallo de caña de azúcar. Los tratamientos fueron: dieta control con pienso restringido (100 g) más forraje de morera *ad libitum* y un sistema alternativo con tallo de caña *ad libitum*, forraje de morera *ad libitum* y 30 g de pienso/conejo/d (experimental). Al finalizar la ceba, los animales se sacrificaron y se aislaron las diferentes secciones del tracto digestivo. El tracto gastrointestinal completo y los órganos digestivos (estómago, intestino delgado, ciego y colon - recto) se pesaron llenos y vacíos. También se pesaron los órganos accesorios (hígado y páncreas) y el bazo. Se midió la longitud del intestino delgado, ciego y colon recto y se obtuvieron los pesos absolutos, relativos y metabólicos de los diferentes segmentos y órganos antes descritos. Los conejos alimentados con el tratamiento experimental tuvieron menor peso absoluto del estómago lleno (56.03 g) y vacío (30.18 g), así como menor peso absoluto y metabólico del ciego vacío (19.52 g y 0.07 g PV^{0.75-1}, respectivamente). El peso absoluto del hígado disminuyó ($P < 0.05$) con la inclusión del sistema alternativo. Sin embargo, no se encontraron diferencias en los pesos relativos y metabólicos. Es factible el uso del sistema alternativo por no encontrar influencia negativa en la morfometría de los órganos gastrointestinales de los conejos.

Palabras clave: *alimentos alternativos, conejos, fibra caña de azúcar, morfometría*

Las particularidades del sistema digestivo de los conejos permiten lograr una utilización provechosa de fuentes fibrosas en la dieta, en comparación con otras especies monogástricas, que con este tipo de alimento pueden generar baja productividad (Nieves *et al.* 2009). Estas bondades, unido al aumento de los precios en el mercado internacional de los ingredientes dietéticos de origen vegetal, fundamentalmente alfalfa, cereales y harina de soya (FAO 2017) precisan el desarrollo de sistemas de alimentación no convencionales. Es por ello que es necesario el uso de fuentes de energía y proteína de producción nacional que resulten más baratas, aunque los animales alcancen una tasa de crecimiento más modesta y se necesite de más tiempo para lograr el peso de sacrificio (Valdivié *et al.* 2011).

En los países tropicales, la caña de azúcar es un alimento con muchas ventajas económicas, debido a que no tiene competencia con ningún otro cultivado por el hombre, desde el punto de vista de la eficiencia de la captación de energía solar por unidad de superficie (Savón 2015). La producción de alimento animal a partir de la caña de azúcar se ha visto siempre como una posibilidad real de obtener cantidades de carne y leche, sin necesidad de emplear cereales importados. Por su

disorders. It is a plant of great acceptance by rabbits (Figueredo and Peña 2012 and La O *et al.* 2015), which makes it an attractive energy source for unconventional feeding of this species.

Another source is trees with good potential for forage production (Savón *et al.* 2017). Promising species include mulberry (*Morus alba*, L.), which shows great adaptability to tropical conditions and is easily integrated into livestock production systems (Vázquez and Maraví 2017). This plant also stands out because its nutritional value is one of the highest among non-leguminous tropical forages (Huahuarunta 2015, Montejo 2016 and Martín *et al.* 2017). In rabbits, Pinzón and Pedraza (2014) and López *et al.* (2014) recommend mulberry as a tropical resource with potential as an alternative protein source in the diet of this species.

The use of dietary fiber in feeds causes changes in intestinal morphology of monogastric animals. Previous studies with these animals show that the amount and physical-chemical composition of fiber can influence the development of the digestive system (Gidenne 2015).

The objective of this research was to study the morphometry of digestive organs of fattening rabbits with an alternative feeding system with mulberry forage (*Morus alba*) and sugar cane stems (*Saccharum officinarum*).

Materials and Methods

An amount of 30 male and female rabbits, from New Zealand x Chinchilla crossing, with 40 d old and mean weight between 600 ± 50 g were used for 49 d. A feeding system was evaluated, with two variants that corresponded with two treatments: T1) control diet, which included restricted feed (100 g) plus fresh forage of mulberry *ad libitum* and T2) experimental diet, which included fresh sugar cane stem *ad libitum* plus fresh forage of mulberry *ad libitum* and 30 g of feed/rabbit/day.

Typical galvanized wire cages were used for fattening rabbits, in which five animals belonging to the same litter were housed. Animals received water at will and pelleted feed in mud feeders. Mulberry forage belonged to YU 62 variety. It was manually cut, at 60 d of regrowth, at a height of 30 cm above soil level. It was offered in the feeders for forage, located between cages. The sugar cane used belonged to the variety Jaronú-62. The stem was offered in two times, and was placed inside the cage, clean of leaves and straws. Moments before being offered to the animals, the stem was cut into the middle to 20 cm in length.

The animals were weighed and, prior to slaughtering, were desensitized by the concussion method described by Baumans *et al.* (1997). They were slaughtered 2 h and 30 min after food ingestion to extract their digestive organs (Martínez *et al.* 2008). The abdomen was opened

contenido en fibra insoluble (FI), tiene efecto regulador en el tiempo de tránsito gastrointestinal y evita trastornos microbianos. Es una planta de gran aceptación por parte de los conejos (Figueredo y Peña 2012 y La O *et al.* 2015), lo que la convierte en una fuente energética atractiva para la alimentación no convencional de esta especie.

Otra de las fuentes son las plantas arbóreas con buen potencial para la producción de forraje (Savón *et al.* 2017). Entre las especies prometedoras se encuentra la morera (*Morus alba*, L.), que muestra gran adaptabilidad a las condiciones tropicales y se integra fácilmente en los sistemas de producción ganadera (Vázquez y Maraví 2017). Esta planta también se destaca porque su valor nutricional es uno de los más altos entre los forrajes tropicales no leguminosos (Huahuarunta 2015, Montejo 2016 y Martín *et al.* 2017). En conejos, Pinzón y Pedraza (2014) y López *et al.* (2014) recomiendan la morera como recurso tropical con potencialidades como fuente proteica alternativa en la alimentación de esta especie.

El uso de fibra dietética en los piensos provoca modificaciones en la morfología intestinal en los animales monogástricos. Estudios previos realizados con estos animales demuestran que la cantidad y composición fisico-química de la fibra puede influir en el desarrollo del aparato digestivo (Gidenne 2015).

El objetivo de este trabajo fue estudiar la morfometría de los órganos digestivos de conejos en ceba con un sistema de alimentación alternativo con forraje de morera (*Morus alba*) y tallo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

Materiales y Métodos

Se utilizaron 30 conejos durante 49 d de ambos sexos, del cruce Nueva Zelanda x Chinchilla, con 40 d de edad y peso promedio entre 600 ± 50 g. Se evaluó un sistema de alimentación con dos variantes que se correspondieron con dos tratamientos: T1) dieta control, que incluyó pienso restringido (100 g) más forraje fresco de morera *ad libitum* y T2) dieta experimental, que incluyó tallo de caña fresco *ad libitum* más forraje fresco de morera *ad libitum* y 30 g de pienso/conejo/día.

Se utilizaron jaulas típicas de alambre galvanizado para conejos de ceba, en las que se alojaron cinco animales pertenecientes a la misma camada. Los animales recibieron agua a voluntad y pienso peletizado en comederos de barro. El forraje de morera fue de la variedad YU 62. Se cortó de forma manual, a los 60 d de rebrote, a altura de 30 cm sobre el nivel del suelo. Se ofreció en los peines para forrajes, ubicados entre una jaula y otra. La caña que se utilizó fue de la variedad Jaronú-62. El tallo se ofertó en dos ocasiones, y se colocó dentro de la jaula, limpio de hojas y pajas. Momentos antes de ofertarse a los animales, se troceó al medio a 20 cm de longitud.

Los animales se pesaron y, previo al sacrificio, se insensibilizaron por el método de la contusión según la técnica descrita por Baumans *et al.* (1997). Se sacrificaron 2 h y 30 min después de la ingestión del alimento para extraerles los órganos digestivos (Martínez

and the different portions of the gastrointestinal tract (GIT) were separated. The entire GIT and digestive organs (stomach, small intestine, cecum and colon-rectum) were weighed full and empty, as well as accessory organs (liver and pancreas) and the spleen. In the case of the small intestine (SI), cecum and colon-rectum, their length was also measured. Absolute (g), relative (g g LW⁻¹) and metabolic (g g LW^{0.75-1}) weights of the different segments and organs described above were obtained.

Analysis of variance was applied, according to completely randomized design. For the comparison of means, the F of Fisher (1935) test was used for P<0.05. For the statistical processing of data, INFOSTAT software, version 2012 (Di Rienzo *et al.* 2012) was used.

Results and Discussion

Table 1 shows absolute, relative and metabolic weight of different sections of the GIT (full and empty), as well as the length of the SI, cecum and colon-rectum.

Rabbits fed 30 g of feed + mulberry forage *ad libitum* + sugar cane stem *ad libitum* had lower absolute weight of full and empty stomach (P<0.05). However, there were no differences in this organ with respect to relative and metabolic weights. There was a decrease in the weight of empty cecum, in the absolute weight as in the metabolic weight (P<0.05) with respect to the

et al. 2008). El abdomen se abrió y se separaron las diferentes porciones del tracto gastrointestinal (TGI). El TGI completo y los órganos digestivos (estómago, intestino delgado, ciego y colon - recto) se pesaron llenos y vacíos, así como órganos accesorios (hígado y páncreas) y el bazo. En el caso del intestino delgado (ID), ciego y colon – recto, se midió además su longitud. Se obtuvieron los pesos absolutos (g), relativos (g g PV⁻¹) y metabólicos (g g PV^{0.75-1}) de los diferentes segmentos y órganos antes descritos.

Se aplicó análisis de varianza, según diseño completamente aleatorizado. Para la comparación de medias se utilizó la dócima F de Fisher (1935) para P<0.05. Para el procesamiento estadístico de los datos, se empleó el software INFOSTAT, versión 2012 (Di Rienzo *et al.* 2012).

Resultados y Discusión

La tabla 1 muestra el peso absoluto, relativo y metabólico de las diferentes secciones del TGI (llenas y vacías), así como la longitud del ID, ciego y colon – recto.

Los conejos alimentados con 30 g de pienso + forraje de morera *ad libitum* + tallo de caña *ad libitum* tuvieron menor peso absoluto del estómago lleno y vacío (P < 0.05). Sin embargo, no hubo diferencias en este órgano en lo que respecta a los pesos relativos y metabólicos. Se observó disminución en el peso del ciego vacío, en el peso absoluto como en el metabólico

Table 1. Effect on morphometry of GIT of rabbits fed mulberry forage and sugar cane stem

Indicators	Treatments		SE (±)	Probability values
	Control ¹	Experimental ²		
Absolute weight, g				
Full stomach	65.71	56.03	2.73	P= 0.019
Empty stomach	35.01	30.18	1.57	P= 0.0388
Full cecum	48.39	51.41	1.66	P= 0.2106
Empty cecum	21.35	19.52	0.60	P= 0.042
Relative weight, g g LW ⁻¹				
Full stomach	3.55	3.08	0.17	P= 0.0735
Empty stomach	1.89	1.65	0.08	P= 0.0657
Full cecum	2.61	2.82	0.10	P= 0.1763
Empty cecum	1.06	1.17	0.04	P= 0.0621
Metabolic weight, g g LW ^{0.75-1}				
Full stomach	0.23	0.2	0,01	P= 0.0521
Empty stomach	0.12	0.11	0.005	P= 0.0533
Full cecum	0.17	0.18	0.006	P= 0.1748
Empty cecum	0.08	0.07	0.002	P= 0.0499
Length, m				
Small intestine	2.41	2.37	0.11	P= 0.7928
Cecum	0.41	0.44	0.06	P= 0.7352
Colon-rectum	1.08	1.14	0.12	P= 0.7373

¹100 g of feed + mulberry forage *ad libitum*

²30 g of feed + mulberry forage *ad libitum* + sugar cane stem *ad libitum*

control of 1.83 g and 0.01 g g LW^{0.75-1}, respectively. The length of the SI was not affected by sugar cane stem intake, mainly because the transit time through this organ is very fast (40-100 min) and no major changes occur (Carabaño and Piquer 1998). The length of the cecum and the colon-rectum did not show differences either.

Although the values are among the ranges reported in the literature (Pérez 1990), the decrease of stomach weight could be caused by less time of stay of digesta in that organ, due to the increase of passage speed caused by the increase of IF in the diet (Gidenne and Lebas 2006) to include sugarcane. Similar performance was described by Dihigo *et al.* (2001), by including sugar cane meal replacing alfalfa in diets for fattening rabbits.

Regarding cecum weight, the result is consistent with digestive physiology of the rabbit and is related to the contribution of IF. A high intake of this fiber, in general, reduces passage time, which is attributed to an increase in its motility. According to Cherbut *et al.* (1994), this is because celluloses are responsible for grouping the contractions in the myoelectric complex.

Several authors (Savón 2005 and Dihigo *et al.* 2008) suggest that there is a direct relationship between the content of IF (cellulose, hemicellulose) in the diet and the passage speed of nutrients through the GIT. This increase of passage rate of digesta leads to greater emptying of the cecum and promotes higher food intake, as reported in a previous study by Vázquez *et al.* (2016). This performance was similar to that described by Nieves *et al.* (2012), when evaluating the use of fresh foliage of *Tithonia diversifolia* and *Morus alba* in the feeding of fattening rabbits.

Table 2 shows that the inclusion of the sugar cane stem did not affect absolute, relative and metabolic weight of pancreas and spleen, so it is likely that with the contribution of sugar cane IF, the specific functions of these organs will not increase. Hence, it could be inferred the presence of very few metabolic implications of a specific type with unconventional sources for the feeding of fattening rabbits. There is evidences that show an increase of the absolute weight of these organs in different animal species, from the use of other unconventional food sources, an aspect that was not expressed in this study.

Regarding the liver, absolute weight decreased ($P < 0.05$) in the animals fed sugar cane stem (table 2). It is likely that the increase in passage speed, caused by the increase of IF in the diet, diminished the function of the liver to degrade food and, therefore, also the weight of this organ (Savón 2005 and Dihigo *et al.* 2008). This aspect did not deteriorate the liver glycogen deposit, as there were no differences in relation to metabolic weight and liveweight.

($P < 0.05$) con respecto al control de 1.83 g y 0.01 g PV^{0.75-1} respectivamente. La longitud del ID no se afectó por el consumo de tallo de caña, debido fundamentalmente a que el tiempo de tránsito por este órgano es muy rápido (40-100 min) y no ocurren cambios importantes (Carabaño y Piquer 1998). La longitud del ciego y del colon-recto tampoco mostró diferencias.

Aunque los valores se encuentran entre los rangos informados en la literatura (Pérez 1990), la disminución del peso del estómago pudiera estar dado por menos tiempo de permanencia de la digesta en ese órgano, debido al aumento de la velocidad de tránsito causada por el incremento de FI en la dieta (Gidenne y Lebas 2006) al incluir la caña de azúcar. Similar comportamiento fue descrito por Dihigo *et al.* (2001), al incluir harina de caña de azúcar en sustitución de la alfalfa en dietas para conejos en ceba.

Respecto al peso del ciego, el resultado está de acuerdo con la fisiología digestiva del conejo y tiene relación con el aporte de FI. Un alto consumo de esta fibra, por lo general, reduce el tiempo de tránsito, lo que se atribuye a un aumento de su motilidad. Según Cherbut *et al.* (1994), esto se debe a que las celulosas son las responsables de agrupar las contracciones en el complejo mioeléctrico.

Varios autores (Savón 2005 y Dihigo *et al.* 2008) plantean que existe una relación directa entre el contenido de FI-(celulosa, hemicelulosa) en la dieta y la velocidad con que los nutrientes transitan por el TGI. Este aumento de la tasa de pasaje de la digesta conduce a mayor vaciado del ciego y propicia mayor consumo de alimento, como informa un estudio previo de Vázquez *et al.* (2016). Este comportamiento fue similar al descrito por Nieves *et al.* (2012), al evaluar el uso de follaje fresco de *Tithonia diversifolia* y *Morus alba* en la alimentación de conejos de engorde.

En la tabla 2 se puede observar que la inclusión del tallo de caña no afectó el peso absoluto, relativo y metabólico del páncreas y el bazo, por lo que es probable que con el aporte de FI de la caña no se incrementen las funciones específicas de estos órganos. De aquí que se podría inferir la presencia de muy pocas implicaciones metabólicas de tipo específicas con fuentes no convencionales para la alimentación de los conejos de ceba. Existen evidencias del incremento en el peso absoluto de estos órganos en diferentes especies animales, a partir de la utilización de otras fuentes de alimentos no convencionales, aspecto que no se manifestó en este estudio.

Respecto al hígado, el peso absoluto disminuyó ($P < 0.05$) en los animales alimentados con tallo de caña (tabla 2). Es probable que el aumento de la velocidad de tránsito, causado por el incremento de FI en la dieta disminuyera la función del hígado para degradar el alimento y por tanto, también el peso de éste órgano (Savón 2005 y Dihigo *et al.* 2008). Este aspecto no deterioró el depósito de glucógeno hepático, al no existir diferencias en relación con el peso vivo y metabólico.

Table 2. Effect on accessory organs and spleen of rabbits fed mulberry forage and sugar cane stem

Indicators	Treatments		SE (\pm)	Probability values
	Control ¹	Experimental ²		
	Absolute weight, g			
Liver	52.07	47.01	1.66	P=0.0409
Spleen	1.44	1.42	0.08	P=0.8868
Pancreas	6.12	6.14	0.10	P=0.9275
	Relative weight, g g LW ⁻¹			
Liver	2.81	2.57	0.09	P=0.0832
Spleen	0.08	0.08	0.005	P=0.9406
Pancreas	0.33	0.34	0.01	P=0.7104
	Metabolic weight, g g LW ^{0.75-1}			
Liver	0.18	0.17	0.005	P=0.0612
Spleen	0.0053	0.0052	0.0003	P=0.8099
Pancreas	0.0217	0.0220	0.0006	P=0.7409

¹100 g of feed + mulberry forage *ad libitum*

²30 g of feed + mulberry forage *ad libitum* + sugar cane stem *ad libitum*

Conclusions

The results of this study indicate that it is feasible to use the alternative feeding system with mulberry forage and sugar cane stem, since it does not cause changes in the morphometry of the GIT or in accessory organs, nor in the spleen of fattening rabbits that have been studied.

Conclusiones

Los resultados de este estudio indican que es factible utilizar el sistema de alimentación alternativo con forraje de morera y tallo de caña de azúcar, ya que no ocasiona trastornos en la morfometría del TGI ni en los órganos accesorios, así como tampoco en el bazo de los conejos en ceba que han sido estudiados.

References

- Baumans, V., Bernoth, E.M., Bromage, N., Bunyan, J., Erhardt, W., Flecknell, P., Gregory, N., Hackbarth, H., Morton, D. & Warwick, M. C. 1997. Recommendations for euthanasia of experimental animals: Part 2. *Laboratory Animals*, 31(1): 1–32. ISSN: 0023-6772, 1758-1117.
- Carabaño, R. & Piquer, J. 1998. The digestive system of the rabbit. In : C de Blas and Wiseman. *The nutrition of the Rabbit*. Ed., CAB Publishing. Wallingford, UK. pp 1-16. ISBN. 0 85199 279 X.
- Cherbut, C., Des VConnes, B., Scnel, M., Martine, R., Galmiche, J.P. & Delort, J.L. 1994. Involvement of small intestinal motility in blood glucose response to dietary fibre in man. *Brit. J. Nutr.* 71(5):675-685. ISSN: 0007-1145.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C. 2012. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Versión 1.0 para Windows. Available: < <http://www.infostat.com.ar> >.
- Dihigo, L.E., Savón, L., Hernández, Y., Domínguez, M. & Martínez, M. 2008. Caracterización físico-química de las harinas de morera (*Morus alba*), pulpa de cítrico (*Citrus sinensis*) y harina de caña (*Saccharum officinarum*) para la alimentación de los conejos. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 42(1): 65-69, ISSN: 2079-3480.
- Dihigo, L.E., Savón, L. & Sierra, F. 2001. Morphometric studies of the gastrointestinal tract and internal organs of rabbits consuming sugarcane meals. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 35(4): 337-341, ISSN: 2079-3480.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2017. *Food Outlook. Biannual Report of Global Markets*. Roma. Edición digital. 152. Available: <<http://www.fao.org/3/a-i7343e.pdf>>, [Consulted: November 22, 2017].
- Figueredo, O. & Peña, J.L. 2012. Propuesta de variantes de alimentación sostenible para la ceba del conejo. I Taller Internacional de Extensión, Innovación y Transferencia de Tecnologías para la Producción Animal. Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
- Fisher RA 1935. *The design of experiments*. Edinburgh: Oliver Boyd.
- Gidenne, T. 2015. Dietary fibres in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review. *Animal* 9(2):227-242, ISSN: 1751-7311.
- Gidenne, T. & Lebas, F. 2006. Feeding behaviour in Rabbits. In: Bels, V. *Feeding in domestic vertebrates, from structure to behaviour*. Cab international Ed. Wallingford UK, 179-194. ISBN: 9781845930639.
- Huahuarunta, J. 2015. Determinación del valor nutritivo de la morera (*Morus alba*) a los 45 y 60 días de rebrote para su uso en la alimentación animal. Degree Thesis, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú, 53 p.
- La O, AL., Valdiviá, M., Mora, M.L. & Acosta, Y. 2015. Alimentación cunícola con follajes tropicales y caña de azúcar. *Rev. prod. anim.* 27(1): 43-48. ISSN:0258-6010.
- López, B., Iser, M., Cisneros, M., Ramírez, J.L., Valdiviá, M. & Savón, L. 2014. Inclusión de la harina de Morera (*Morus alba*) en el desempeño productivo de conejos. *Rev. Prod. Anim.* 26:(2). ISSN:2224-7920.

- Martín, G., Noda, L., Pentón, F., González, Y., Martínez, M., Díaz, S. & Savón, L. 2017. *Morus alba*, L. Una planta multipropósito para la producción animal en Cuba. Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. 7(1). ISSN: 2304-0105.
- Martínez, M., Savón, L., Dihigo, L.E., Rodríguez, R., Sierra, F., Orta, M., Hernández, Y., Rodríguez, V., Domínguez, M y Sarduy, L. 2008. Indicadores morfométricos del tracto gastrointestinal y sus órganos accesorios con la inclusión de follaje de *Lablab purpureus* en las raciones para pollos de engorde. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 42(2): 191-194. ISSN: 2079-3480.
- Montejo, I. L. 2016. Efecto de la deshidratación del follaje de plantas forrajeras proteica en la calidad y conservación de las harinas. M.Sc. Thesis, EEPF Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Cuba, 96 p.
- Nieves, D., Pérez, J., Jiménez, N., Calles, H., Pineda, T. y Vilorio, W. 2012. Uso de follaje fresco de árnica (*Tithonia diversifolia*) y morera (*Morus alba*) en la alimentación de conejos. Revista ACADEMIA. XI (22): 113-123, ISSN 1690-3226.
- Nieves, D., Teran, O., Vivas, M., Arciniegas, G., González, C. & Ly, J. 2009. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. Rev. Cient. (Maracaibo). 19:173-180. ISSN 0798-2259.
- Pérez, R. 1990. La cría del conejo en Cuba. Dpto Prod Complementaria. Ministerio del Azúcar, La Habana, Cuba. 100 pp.
- Pinzón, O.F. & Pedraza, Y.A. 2014. Evaluación del efecto del uso de bloques multinutricionales basados en morera sobre los parámetros productivos de conejos Nueva Zelanda. Degree Thesis, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD, Tunja, Colombia, 98 p.
- Savón, L. 2000. Uso de fuentes fibrosas como alternativa alimentaria para aves, cerdos y conejos. Informe Final Proyecto, CITMA.
- Savón, L. 2005. Alimentación no convencional de especies monogástricas: Utilización de alimentos altos en fibra. VIII Encuentro de nutrición y producción de animales monogástricos. Curso de alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. Memorias. Guanare, Portuguesa, Venezuela. ISBN 980-248-149-1.
- Savón, L. 2015. Physiological aspects of the use of non-traditional feeds for nonruminant species. Journal of Agricultural Science, 49(3):251-278. ISSN: 0034-7485.
- Savón, L., Guitierrez, O. & Febles, G. 2017. Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Instituto de Ciencia Animal, Cuba. 294 p. ISBN: 978-959-7171-72-0.
- Valdiviá, M., Mora, L y La O, A.L. 2011. Colmo de cana-de-açúcar (limpo de folhas e palha). In: Valdiviá, M. & Bicudo, S.J. Ed. Alimentação de animais Monogástricos. Mandioca e outros alimentos ñao-convencionals. P. 155-170. ISBN: 978-85-98187-39-6.
- Vásquez, H. & Maraví, C. 2017. The effect of organic fertilization (biol and compost) on the establishment of morera (*Morus alba* L.). RICBA 1(1):33-39. ISSN: 2521-5485.
- Vázquez, Y., Valdiviá, M., Berrios I. & Sosa, E.C. 2016. Sistemas de alimentación con forraje de *Morus alba* y tallo de caña de azúcar para conejos en ceba. Nota técnica. REDVET, 17 (12):1-7. ISSN: 1695-7504.

Received: April 18, 2018