

Cut age and N balance in pigs fed with *Moringa oleifera* foliage meal

Edad de corte y balance de N en cerdos alimentados con harina de follaje de *Moringa oleifera*

S. Mireles¹, E. Moreno¹, Pok Samkol², Y. Caro³ and J. Ly³

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara, La Venta del Astillero, Zapopan. Jalisco, México

²Centre for Livestock and Agriculture Development, (CelAgrid), Pnom Penh, Camboya

³Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba
Email: smireles@cucba.udg.mx

In order to study the influence of the cut age, every 60 or 120 days, of *Moringa oleifera* foliage on the N balance of pigs fed diets with 15% meal of this foliage, a change over design with six YxL pigs, castrated males was applied. These animals averaged approximately 15 kg of live weight. The moringa, with 60 or 120 d of cut, contained 11.0 or 23.3 % of crude fiber, and 23.3 or 19.8 % of crude protein, respectively. These cut ages were also evaluated by *in vitro* digestibility (pepsin / pancreatin and fecal). The rectal digestibility, such as the N retention, were significantly higher ($P < 0.05$) in the individuals fed with foliage cut every 60 d (75.9 and 40.6%) with respect to the obtained at 120 d of cut (70.0 and 29.3%). The experiment showed that the moringa foliage aging determines the decrease of the digestive exploitation and the N balance in pigs fed with diets containing this foliage.

Key words: pigs, digestibility, nutritional value, protein, *Moringa oleifera*

The studies on the nutritional value (Kambashi *et al.* 2014, Ly *et al.* 2014, 2016) and the performance traits (Mukumbo *et al.* 2014, Nduku 2014, Ortiz *et al.* 2015 and Brunelis *et al.* 2016) of pigs fed with moringa (*Moringa oleifera*) foliage meal diets have shown that animals can benefit with the inclusion of this foliage in the food. It has also been observed that there is no obvious effect of supplying that foliage in fresh form or as meal. Other factors, such as cut age, could show their marked influence on these indicators, in addition to explaining the non-coincident experimental results, reported by Pok *et al.* (2005). These authors found that aging in moringa leaves and other foliages can deteriorate their digestibility.

In other foliages, such as mulberry, it has been observed that when the cut interval increases, the nutritional value may decrease (Pok *et al.* 2014). The foliage aging is a direct consequence of the cut interval prolongation. In moringa it has been suggested that between 28 and 49d (de Melo 2012) or between 60 and 180 d (Brunelis *et al.* 2016) the chemical composition or the nutritional value may deteriorate.

Although there are available agronomic studies on the biomass yield and other characteristics of the

Para estudiar la influencia de la edad de corte, cada 60 o 120 d, de follaje de moringa (*Moringa oleifera*) en el balance de N de cerdos alimentados con dietas con 15 % de harina de este follaje, se aplicó un diseño de cambio con seis cerdos YxL, machos castrados. Esos animales promediaron, aproximadamente, 15 kg de peso vivo. La moringa, con 60 o 120 d de corte, contenía 11.0 o 23.3 % de fibra cruda, y 23.3 o 19.8 % de proteína cruda, respectivamente. Estas edades de corte también se evaluaron mediante la digestibilidad *in vitro* (pepsina/pancreatina y fecal). La digestibilidad rectal, como la retención de N, fueron significativamente superiores ($P < 0.05$) en los individuos alimentados con follaje cortado cada 60 d (75.9 y 40.6 %) con respecto a lo obtenido a los 120 d de corte (70.0 y 29.3 %). El experimento aquí descrito demostró que el envejecimiento del follaje de moringa determina la disminución del aprovechamiento digestivo y del balance de N en cerdos alimentados con dietas que contienen este follaje.

Palabras clave: ganado porcino, digestibilidad, valor nutritivo, proteína, *Moringa oleifera*

Los estudios acerca del valor nutritivo (Kambashi *et al.* 2014 y Ly *et al.* 2014, 2016) y los rasgos de comportamiento (Mukumbo *et al.* 2014, Nduku 2014, Ortiz *et al.* 2015 y Brunelis *et al.* 2016) de cerdos alimentados con dietas de harina de follaje de moringa (*Moringa oleifera*) han demostrado que los animales se pueden beneficiar con la inclusión de este follaje en el alimento. Se ha observado además, que no existe efecto evidente de suministrar ese follaje en forma fresca o como harina. Otros factores, como la edad de corte, pudieran demostrar su influencia marcada en estos indicadores, además de explicar los resultados experimentales no coincidentes, informados por Pok *et al.* (2005). Estos autores hallaron que el envejecimiento en hojas de moringa y de otros foliages puede deteriorar su digestibilidad.

En otros foliages, como el de morera, se ha observado que cuando aumenta el intervalo de corte, el valor nutritivo puede disminuir (Pok *et al.* 2014). El envejecimiento del follaje es una consecuencia directa de la prolongación del intervalo de corte. En la moringa se ha sugerido que entre 28 y 49 d (de Melo 2012) o entre 60 y 180 d (Brunelis *et al.* 2016) la composición química o el valor nutritivo se puede deteriorar.

Aunque se dispone de estudios agronómicos sobre el rendimiento de biomasa y otras características del follaje de

moringa foliage, such as its nutritional value in sheep due to the cut age (de Melo 2012), there is not much information about the digestive indexes or the N balance of this foliage used in pigs feeding. This could be an important aspect to design pig feeding systems. Other factors, such as the inclusion level and the dry supply of moringa to pigs, have been studied by Ly *et al.* (2014, 2016).

The objective of this experiment was to determine how the cut age, every 60 or 120 d, can influence on the N balance of pigs fed with diets containing this foliage.

Materials and Métodos

A change over design with six YxL pigs, castrated males, which average approximately 15 kg of live weight was applied, to study the cut influence, every 60 or 120 d, of moringa (*Moringa oleifera*) foliage in the N balance of pigs fed diets with 15 % of meal from this foliage. The foliage percentage to be included in diets contributed, approximately, 20 % of the total dietary protein and its percentage presence in the diet was in accordance with other tests performed with pigs fed with moringa foliage.

The plots where the moringa was grown were located on the campus of the Universidad Real de Agricultura, in Chamcar Daung, near Phnom Penh, Cambodia, and were managed with the same procedures followed with mulberry plantations in this place (Pok *et al.* 2005). The foliage was collected only once, at 60 or 120 d of age. The material present in the terminal branches was included, and the ligneous and lignified parts were discarded. After sun drying, the foliage was milled to obtain approximately 15 kg of each of the moringa foliage meals destined to be included in the experimental diets. A representative sample of both was obtained by means of the quartering method, collecting 1 kg of dry tree material, cut at 60 or 120 d.

The analyzes in representative samples showed that these foliages contained 11.0 or 23.3 % of crude fiber, and 23.3 or 19.8 % of crude protein, respectively (table 1), figures that coincide with other reports by Pok *et al.* (2005), who worked with material that comes from the same experimental field of Chamcar Daung.

The diets formulated with this foliage were made with broken rice (41.6), rice bran (14.7) and fish meal (27.7 %) on a dry basis, plus vitamins and minerals (1.0 % on a dry basis, respectively). The nutrient content is shown in table 2.

The animals intake the diet distributed daily in two equal portions, at 9:00 a.m. and 3:00 p.m., according to an intake level of 0.1 kg DM/kg^{0.75}. There were two experimental periods of 14 d. In each period, the first seven days were adapted to the diet. Then there were two of fitted to individual metabolism cages and five of total excreta and urine collections, according

moringa, como por ejemplo su valor nutritivo en ovinos por efecto de la edad de corte (de Melo 2012), no existe mucha información sobre los índices digestivos o el balance de N de este follaje destinado a la alimentación de cerdos. Este pudiera ser un aspecto importante para diseñar sistemas de alimentación de ganado porcino. Otros factores, como el nivel de inclusión y el suministro seco de moringa a los cerdos, han sido estudiados por Ly *et al.* (2014, 2016).

El objetivo de este experimento fue determinar cómo la edad de corte, cada 60 o 120 d, puede influir en el balance de N de cerdos alimentados con dietas que contienen este follaje.

Materiales y Métodos

Se aplicó un diseño de cambio con seis cerdos YxL, machos castrados, que promediaron aproximadamente 15 kg de peso vivo, para estudiar la influencia de corte, cada 60 o 120 d, de follaje de moringa (*Moringa oleifera*) en el balance de N de cerdos alimentados con dietas con 15 % de harina de este follaje. El porcentaje de follaje a incluir en las dietas aportó, aproximadamente, 20 % del total de proteína dietética y su presencia porcentual en la dieta estuvo de acuerdo con otras pruebas hechas con cerdos alimentados con follaje de moringa.

Las parcelas donde se cultivó la moringa se localizaron en el campus de la Universidad Real de Agricultura, en Chamcar Daung, cerca de Phnom Penh, Camboya, y se manejaron con los mismos procedimientos seguidos con plantaciones de morera en este lugar (Pok *et al.* 2005). El follaje se colectó una sola vez, a los 60 o 120 d de edad. Se incluyó el material presente en las ramas terminales, desestimándose las partes leñosas y lignificadas. Después de secado al sol, el follaje se molió para obtener, aproximadamente, 15 kg de cada una de las harinas de follaje de moringa destinadas a incluir en las dietas experimentales. Se consiguió una muestra representativa de ambas mediante el método de cuarteo, acopiándose 1 kg de material arbóreo seco, cortado a 60 o 120 d.

Los análisis en muestras representativas indicaron que estos foliages contenían 11.0 o 23.3 % de fibra cruda, y 23.3 o 19.8 % de proteína cruda, respectivamente (tabla 1), cifras que coinciden con otros informes de Pok *et al.* (2005), quienes trabajaron con material que procede del mismo campo experimental de Chamcar Daung.

Las dietas formuladas con este follaje se elaboraron con arroz partido (41.6), afrecho de arroz (14.7) y harina de pescado (27.7 %) en base seca, más vitaminas y minerales (1.0 % en base seca, respectivamente). El contenido de nutrientes se muestra en la tabla 2.

Los animales consumieron la dieta distribuida diariamente en dos raciones iguales, a las 9:00 a.m. y 3:00 p.m., de acuerdo con un nivel de consumo de 0.1 kg MS/kg^{0.75}. Hubo dos períodos experimentales de 14 d. En cada período, los primeros siete días fueron de adaptación a la dieta. A continuación hubo dos de ajuste a jaulas de metabolismo individuales y cinco de recolecta total de excretas y orina, de acuerdo con procedimientos

Table 1. Chemical composition of moringa foliage meal

Chemical composition, % DM	Cut age, d	
	60	120
Dry matter (in natura)	22.45	28.83
Ashes	7.75	15.66
Organic matter	92.35	84.65
Crude fiber	11.00	23.32
ADF	12.77	25.01
NDF	50.00	60.07
Crude protein, N x 6.25	23.33	19.86

Table 2. Chemical composition of diets with 15% moringa foliage meal, % on dry basis

Indicators	Cut age, d	
	60	120
Dry matter	88.85	89.05
Ashes	12.50	13.79
Organic matter	87.50	86.50
Crude fiber	5.30	7.15
ADF	4.50	7.45
NDF	18.06	19.57
Crude protein, Nx6.25	18.00	17.48

to procedures described by Ly *et al.* (2014). The DM, ash, crude fiber and N content were determined in the food and fecal samples, according to recognized techniques (AOAC 2016), while the concentration of NDF and ADF was measured according to the procedures described by van Soest *et al.* (1991). In urine, only N content was quantified (AOAC 2016). All determinations were carried out in duplicate.

Additionally, in each of the two experimental periods of the balance test, two samples of foliage were taken on days 1 and 5 of collection, so that there were four samples for each cut age, which were compared according to a simple classification. These samples were used to determine *in vitro* digestibility, simulating digestion to the ileum, in two steps, or to the rectum, in three steps, with the inclusion of the fecal inoculum, according to the Dierick *et al.* (1985) and Lowgren (1992) methodologies.

With the measures of rectal digestibility, the pattern of fecal output of materials was established, according to Ly (2008) proposal. The data were analyzed using a general linear model with an appropriate statistical package (SAS Institute Inc. 2002). The analysis of variance technique was used for the means contrast (Steel and Torrie 1980).

Results and Discussion

When processing the data biometrically, according to the applied change design, (Gill and Magee 1976 and

descritos por Ly *et al.* (2014). En las muestras de alimento y heces fecales se determinó el contenido de MS, cenizas, fibra cruda y N, de acuerdo con técnicas reconocidas (AOACr 2016), mientras que la concentración de FDN y FDA se midió según los procedimientos descritos por van Soest *et al.* (1991). En la orina solamente se cuantificó el contenido de N (AOAC 2016). Todas las determinaciones se llevaron a cabo por duplicado.

Adicionalmente, en cada uno de los dos períodos experimentales de la prueba de balance, se tomaron dos muestras de follaje en los días 1 y 5 de recolección, de manera que se contó con cuatro muestras por cada edad de corte, que se contrastaron según una clasificación simple. Estas muestras se usaron para determinar la digestibilidad *in vitro*, simulando la digestión hasta el íleon, en dos pasos, o hasta el recto, en tres, con la inclusión del inóculo fecal, de acuerdo con las metodologías de Dierick *et al.* (1985) y Lowgren (1992).

Con las medidas de digestibilidad rectal, se estableció el patrón de salida fecal de materiales, según la propuesta de Ly (2008). Los datos se analizaron mediante un modelo lineal general con un paquete estadístico apropiado (SAS Institute Inc. 2002). Se usó la técnica del análisis de varianza para el contraste de medias (Steel y Torrie 1980).

Resultados y Discusión

Al procesar los datos biométricamente, de acuerdo con el diseño de cambio aplicado, (Gill y Magee 1976

Gill 1978), there was not significant effect ($P \leq 0.05$) of the period, and so proceeded accordingly.

The changes in the chemical composition of the foliage in the different cut ages correspond to those registered in agronomic practices applied in different conditions to other forage species (Casanova *et al.* 2010 and Khuc Thi Hue *et al.* 2012) and also to the moringa. (Ramos *et al.* 2015 and Brunelis *et al.* 2016).

It was found that with higher cut age the rectal digestibility of DM significantly decreased ($P < 0.031$), like that of N. Crude fiber showed a certain numerical inclination to be less digestible in the treatment with cut age of 120 d. The rectal output of materials increased as regards the fresh ($P < 0.050$) and dry ($P < 0.053$) material. This same tendency seemed to occur with the rectal outlet of water ($P < 0.097$). In diets containing moringa foliage, the decrease in rectal DM digestibility seems to be concomitant with this increase in fecal material outlet (Ly *et al.* 2016), as occurs with other shrub and tree species (Ly 2004).

The figures of the N balance are shown in table 3. The retention of N was significantly ($P < 0.001$) higher in the animals fed with foliage cut every 60 d (40.6 %) with respect to the one cut at 120 d (29.3 %) (table 4). The results observed in pigs fed with young or senescent moringa foliage agree with those obtained in other tree species, subjected to cuts every 60 d (Ly *et al.* 2014, 2016).

The results of the test with animals were congruent with those of the samples digested *in vitro* in two or three steps (table 5), with highly significant differences ($P < 0.001$) in all opportunities in favor of the *in vitro* DM digestibility, organic matter and N. The magnitude of *in vitro* digestibility values, measured with pepsin/pancreatin (Dierick *et al.* 1985), were high and corresponded to those reported by Ly *et al.* (2001) and Pok *et al.* (2005) in studies conducted in the same laboratory. With the digestion method in three steps, which would add the information corresponding to the digestion in the large intestine (Lowgren 1992), digestibility values were always higher than those

y Gill 1978), no se halló efecto significativo ($P \leq 0.05$) del período, y así se procedió en consecuencia.

Los cambios en la composición química del follaje en las distintas edades de corte se corresponden con los registrados en prácticas agronómicas aplicadas en condiciones disímiles a otras especies forrajeras (Casanova *et al.* 2010 y Khuc Thi Hue *et al.* 2012) y también a la moringa (Ramos *et al.* 2015 y Brunelis *et al.* 2016).

Se encontró que con mayor edad de corte la digestibilidad rectal de MS disminuyó significativamente ($P < 0.031$), al igual que la del N. La fibra cruda mostró cierta inclinación numérica a ser menos digestible en el tratamiento con edad de corte de 120 d. La salida rectal de materiales se incrementó en lo concerniente al material fresco ($P < 0.050$) y seco ($P < 0.053$). Esta misma tendencia pareció ocurrir con la salida rectal de agua ($P < 0.097$). En dietas contentivas de follaje de moringa, la disminución en la digestibilidad rectal de MS parece ser concomitante con este aumento de salida de materiales fecales (Ly *et al.* 2016), como ocurre con otras especies arbustivas y arbóreas (Ly 2004).

Las cifras del balance de N se muestran en la tabla 3. La retención de N fue significativamente ($P < 0.001$) superior en los individuos alimentados con follaje cortado cada 60 d (40.6 %) con respecto al que se cortó a los 120 d (29.3 %) (tabla 4). Los resultados observados en cerdos alimentados con follaje joven o senescente de moringa concuerdan con los obtenidos en otras especie arbóreas, sometidas a cortes cada 60 d (Ly *et al.* 2014, 2016).

Los resultados de la prueba con animales fueron congruentes con los de las muestras digeridas *in vitro* en dos o en tres pasos (tabla 5), con diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en todas las oportunidades a favor de la digestibilidad *in vitro* de MS, materia orgánica y N. La magnitud de los valores de digestibilidad *in vitro*, medidos con pepsina/pancreatina (Dierick *et al.* 1985), fueron altos y se correspondieron con los informados por Ly *et al.* (2001) y Pok *et al.* (2005) en estudios realizados en el mismo laboratorio. Con el método de digestión en tres pasos, que añadiría la información correspondiente a la digestión en el intestino grueso (Lowgren 1992), se

Table 3. Fecal indexes in young pigs fed with moringa foliage diets

Indicator	Cut age, d		SE ±	P
	60	120		
n	6	6	-	-
Rectal digestibility, %				
DM	82.2	78.3	1.95	0.031
Crude fiber	49.5	45.3	2.82	0.240
N	75.9	70.0	1.14	0.001
Fecal DM, %	31.09	33.35	0.86	0.038
Rectal output, g/kg of ingested DM				
Fresh material	571	649	32	0.050
Dry material	178	217	46	0.053
Water	393	432	19	0.097

Table 4. Retention indexes of N in Young pigs, fed with moringa foliage diets

Indicator	Cut age , d		SE ±	P
	60	120		
n	6	6	-	-
N balance, g/day				
Intake	19.03	18.48	0.36	0.197
Fecal excretion	4.59	5.54	0.32	0.017
Digestion	14.42	12.95	0.29	0.050
Urinary excretion	6.79	7.52	0.31	0.057
Total excretion	11.30	13.06	0.33	0.057
Retention	7.73	5.42	0.12	0.001
Retained N, % of intake	40.6	29.3	0.67	0.001
Retained N, % of digestion	53.5	41.9	1.33	0.001

Table 5. *In vitro* digestibility of moringa foliage cut with 60 or 120 d, %

Indicator	Cut age , d		SE ±	P
	60	120		
n	4	4	-	-
Pepsin/pancreatin ¹				
Dry matter	48.7	39.7	1.18	0.001
Organic matter	47.0	35.0	1.30	0.001
N	57.0	30.0	3.23	0.001
Fecal ²				
Dry matter	55.5	48.5	0.94	0.001
Organic matter	63.0	50.0	1.28	0.001
N	63.0	41.0	1.40	0.001

¹Dierick *et al.* (1985)²Lowgren (1992)

found with the incubation with pepsin/pancreatin.

The results of this study showed the advantages in the chemical composition and nutritional value of young moringa foliage with 60 d cut. This explains the few benefits obtained in tests to determine performance traits in pigs fed with foliage of more than 60 d (Mukumbo *et al.* 2014, Nduku 2014 and Lima 2016) or with abundant content of lignified material (Ly 2004).

It was demonstrated that the aging of moringa foliage determines the decrease of the digestibility and the N balance, as well as higher fecal outlet of materials in pigs fed with diets containing this tree foliage.

hallaron valores de digestibilidad siempre superiores a los encontrados con la incubación con pepsina/pancreatina.

Los resultados de este estudio demostraron las ventajas en la composición química y el valor nutricional del follaje de moringa joven con 60 d de corte. Esto explica los pocos beneficios obtenidos en pruebas para determinar rasgos de comportamiento en cerdos alimentados con follaje de más de 60 d (Mukumbo *et al.* 2014, Nduku 2014 y Lima 2016) o con contenido abundante de material lignificado (Ly 2004).

Se demostró que el envejecimiento del follaje de moringa determina la disminución de la digestibilidad y del balance de N, así como mayor salida fecal de materiales en cerdos alimentados con dietas que contengan este follaje arbóreo.

References

- AOAC, G. W. 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed., Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5, Available: <<http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>>, [Consulted: September 22, 2016].
- Brunelis, V., Pérez, E., Fonseca, N., Suárez, F. D., Labrada, A. & Verdecia, L. 2016. "Inclusión de harina de follaje de *Moringa oleifera* en dietas para cerdos en crecimiento". Revista Computadorizada de Producción Porcina, 23(1): 38–45, ISSN: 1026-9053.
- de Melo, S. S. N. S. 2012. Valor nutritivo de fenos de moringa (*Moringa oleifera* Lam) com diferentes idades de corte. M.Sc. Thesis, Universidade Federal de Rio Grande do Norte, Macaíba, 60 p.
- Dierick, N., Vervaeke, I., Decuyper, J. & Henderickx, K. 1985. "Protein digestion in pigs measured in vivo and *in vitro*". In:

- Digestive Physiology in the Pig, Copenhagen: Beretning Statens Husdyrbrugsforsog, pp. 329–332.
- Gill, G.L. 1998. Change over design; sequence of treatments. Estimation of residual effects of treatments. In: Design and analysis of experiments in animal and biological science. Iowa State University. Ames, 1: 179.
- Gill, G.L. & Magos, M.T. 1976. "Balanced two period change over design for several treatments." *Journal of Animal Science*. 42 (4): 775-780.
- Kambashi, B., Picron, P., Boudry, C., Théwis, A., Kiatoko, H. & Bindelle, J. 2014. "Nutritive value of tropical forage plants fed to pigs in the Western provinces of the Democratic Republic of the Congo". *Animal Feed Science and Technology*, 191(Supplement C): 47–56, ISSN: 0377-8401, DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.01.012.
- Khuc Thi Hue, Do Thi Thanh Van, Ledin, I., Wredde, E. & Sporadly, E. 2012. "Effect of harvesting frequency, variety and leaf maturity on nutrient composition, hydrogen, cyanide content and cassava foliage yield." *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 25 (12): 1692-1700.
- Lima, T.S. 2016. Utilisacao do feno de moringa (*Moringa oleifera* Lam) no alimentacao de suinos en crescimento e terminacao. Thesis Dr. Sci. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. pp. 85.
- Lowgren, W. 1992. An *in vitro* method for studying digestion of dietary components and the energy value of pig feeds. Ph.D. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 102 p.
- Ly, J. 2004. "Árboles tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas." *Revista Computarizada de Producción Porcina*. 11 (2): 5-27. ISSN: 1026-9053
- Ly, J. 2008. "Studies on factors affecting faecal output in growing pigs. An approach to the effect of level of feed intake and of sex". *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 15(3): 255–260, ISSN: 1026-9053.
- Ly, J., Pok, S., Chiev, P., Caro, Y., Bustamante, D., Almaguer, R., Diaz, C. & Delgado, E. 2014. "Balance de N en cerdos jóvenes alimentados con follaje fresco de moringa (*Moringa oleifera*)". *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 21(4): 164–167, ISSN: 1026-9053.
- Ly, J., Samkol, P., Phiny, C., Bustamante, D. & Caro, Y. 2016. "Balance de N en cerdos con harina de follaje de *Moringa oleifera*". *Revista Bio Ciencias*, 3(4): 349–358, ISSN: 2007-3380, DOI: 10.15741/185.
- Ly, J., Samkol, P. & Preston, T. R. 2001. "Nutritional evaluation of tropical leaves for pigs: pepsin/pancreatin digestibility of thirteen plant species". *Livestock Research for Rural Development*, 13(5), ISSN: 0121-3784, Available: <<http://lrrd.cipav.org.co/lrrd13/5/ly135.htm>>, [Consulted: October 25, 2017].
- Mukumbo, F. E., Maphosa, V., Hugo, A., Nkukwana, T. T., Mabusela, T. P. & Muchenje, V. 2014. "Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on finisher pig growth performance, meat quality, shelf life and fatty acid composition of pork". *South African Journal of Animal Science*, 44(4): 388–400, ISSN: 2221-4062, DOI: 10.4314/sajas.v44i4.9.
- Nduku, X. P. 2014. Effects of dietary inclusion of *Moringa oleifera* leaf meal on growth performance, physico-chemical attributes, oxidative stability and sensory quality of pork. M.Sc. Thesis, University of Fort Hare, Alice, 136 p.
- Ortiz, J., Palacios, V., Dzib, D., Sierra, A., Sanguinés, R., Bojorquez, J. & Sarmiento, L. 2015. "Efecto del consumo de *Moringa oleifera* sobre el crecimiento del cerdo Pelón de Yucatán". *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 6: 452–459, ISSN: 2253-7325, 2253-9727.
- Pok, S., Bun, Y. & Ly, J. 2005. "Physico-chemical properties of tropical tree leaves may influence its nutritive value for monogastric animal species". *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 12(1): 31–34, ISSN: 1026-9053.
- Pok, S., Caro, Y. & Ly, J. 2014. "Edad de corte y valor nutritivo para cerdos de harina de follaje de morera (*Morus alba*) vietnamita". In: X Taller Internacional "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical", Varadero, Matanzas, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes, ISBN: 978-959-7138-18-1.
- Ramos, O., Castillo, J. & Sandoval, J.J. 2015. "Effect of cutting intervals and height in forage productivity of *Moringa oleifera*". *Bio Ciencias*. 3 (3): 187-194. ISSN: 2007-3380.
- SAS Institute Inc. 2002. Statistical Analysis Software SAS/STAT®. version 9.0, Cary, N.C., USA, Available: <http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#>.
- Steel, R. G. D. & Torrie, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. McGraw-Hill, 664 p., ISBN: 978-0-07-060926-6, Google-Books-ID: HxXvAAAAMAAJ, Available: <<https://books.google.com/cu/books?id=HxXvAAAAMAAJ>>, [Consulted: October 25, 2017].
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewis, B. A. 1991. "Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition". *Journal of Dairy Science*, 74(10): 3583–3597, ISSN: 0022-0302, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

Received: February 2, 2017