

## Rectal digestibility of nutrients in growing pigs, fed with taro silage (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Technical note

### Digestibilidad rectal de nutrientes en cerdos de crecimiento ceba, alimentados con ensilaje de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Nota técnica

W. Caicedo<sup>1</sup>, R. Rodríguez<sup>2</sup>, P. Lezcano<sup>3</sup>, J. Ly<sup>3</sup>, J.C. Vargas<sup>1</sup>, H. Uvidia<sup>1</sup>, E. Samaniego<sup>1</sup>, S. Valle<sup>1</sup> and L. Flores<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Tierra, km 2 ½ Vía a Napo. Pastaza, Ecuador

<sup>2</sup>Universidad de Granma, Facultad de Medicina Veterinaria, Centro de Estudios de Producción Animal. Bayamo, Cuba

<sup>3</sup>Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

<sup>4</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Panamericana Sur, km 1 ½.

Riobamba, Ecuador

Email: orlando.caicedo@yahoo.es

A total of eight castrated male pigs were used, from the Yorkshire x Landrace x Duroc commercial cross, with an average live weight of  $36.25 \pm 2.12$  kg. These animals were distributed at a rate of four pigs in two treatments: T1 control diet (corn and soybeans) and T2 with inclusion of 20% of taro silage with whey and molasses B of sugarcane in the diet. A completely randomized design was applied to determine the rectal digestibility of nutrients from the taro tubers silage (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) in growing pigs. The best coefficients ( $P < 0.05$ ) of rectal digestibility of dry matter (DM 91.20 %), organic matter (OM 93.33 %), crude protein (CP 85.08 %), crude fiber (CF 59.48 %) and digestible energy (DE 89.88 %) were showed by pigs fed 20 % silage in the diet. The rectal digestibility of DM, OM, CP, CF and DE showed high utilization rates, when including 20% taro tubers silage in the diet, which guaranteed a food with optimal nutritional characteristics for growing pigs.

Key words: pig feeding, use of nutrients, fermentation, molasses B, whey.

At present, the high price of cereals and soybeans has caused the increase in the cost of commercial feeding of pigs. Consequently, the economic gains of the producers have been affected and the final price to the consumer has increased. Therefore, it is necessary to do an intense work to reduce the cost of commercial feeding of pigs, since it represents 70 % of the total production cost of a pig (Méndez *et al.* 2016). The use of alternative sources in pig feeding is an appropriate strategy to obtain socially accessible and economically viable production systems that contribute to the preservation of biodiversity, without comparison with humans (Ly *et al.* 2014c).

In the tropical and subtropical regions of Ecuador, a wide variety of feasible resources are available for their use in pig feeding, including taro waste tubers (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). These are recognized as an excellent source of low-cost carbohydrates with respect to cereals or other types of tubers (Ologhobo and Adejumo 2011). It is common to ensiling food resources that, due to their perishable nature, cannot be stored without some type of processing that allows their conservation and the use of their nutritional value (Lezcano *et al.* 2014).

Se utilizaron ocho cerdos machos castrados, del cruce comercial Yorkshire x Landrace x Duroc, con peso vivo promedio de  $36.25 \pm 2.12$  kg. Estos animales se distribuyeron a razón de cuatro cerdos en dos tratamientos: T1 dieta control (maíz y soya) y T2 con inclusión de 20 % de ensilado de taro con suero de leche y miel B de caña de azúcar en la dieta. Se aplicó diseño completamente aleatorizado para determinar la digestibilidad rectal de nutrientes del ensilaje de tubérculos de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) en cerdos de crecimiento ceba. Los mejores coeficientes ( $P < 0.05$ ) de digestibilidad rectal de materia seca (MS 91.20 %), materia orgánica (MO 93.33 %), proteína bruta (PB 85.08 %), fibra bruta (FB 59.48 %) y energía digestible (ED 89.88 %) los presentaron los cerdos alimentados con 20 % de ensilado en la dieta. La digestibilidad rectal de MS, MO, PB, FB y ED mostró altos índices de aprovechamiento, al incluir 20 % de ensilado de tubérculos de taro en la dieta, lo que garantizó un alimento con óptimas características nutritivas para cerdos en crecimiento ceba.

Palabras clave: alimentación porcina, aprovechamiento de nutrientes, fermentación, miel B, suero de leche.

En la actualidad, el alto precio de los cereales y la soya ha traído consigo el incremento del costo de la alimentación comercial de los cerdos. Consecuentemente, se han afectado las ganancias económicas de los productores y se ha incrementado el precio final al consumidor. Por ello, es necesario realizar un trabajo intenso para disminuir el costo de la alimentación comercial de los cerdos, ya que representa 70 % del costo de producción total de un cerdo (Méndez *et al.* 2016). La utilización de fuentes alternativas en la alimentación porcina constituye una estrategia muy adecuada para obtener sistemas de producción socialmente asequibles y económicamente viables, que contribuyan a la preservación de la biodiversidad, y que no compitan directamente con el hombre (Ly *et al.* 2014c).

En las regiones tropicales y subtropicales de Ecuador se dispone de gran variedad de recursos factibles para su utilización en la alimentación porcina, entre los que se incluyen los tubérculos de rechazo de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Estos son reconocidos como una excelente fuente de carbohidratos de bajo costo con respecto a los cereales u otros tipos de tubérculos (Ologhobo y Adejumo 2011). Es común ensilar recursos alimenticios que, por su carácter perecedero, no se

It has been provided that the amount and type of excretion of fecal material in pigs depends on several factors: age, environment, breed, nature of the diet, among others. That is why it is necessary to determine the use of nutrients in the diets to make balanced formulations, according to the category of animals (Galassi *et al.* 2017).

This has served as a basis for determining the rectal digestibility of nutrients from the taro tubers silage (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) in growing pigs.

The study was carried out in the pig facilities of the Instituto de Ciencia Animal (ICA) from Republic of Cuba. The temperature recorded during the study was 32 °C and the average relative humidity was 88 %. As experimental units, eight pigs from the Yorkshire x Landrace x Duroc commercial cross were used, with an average live weight of  $36.25 \pm 2.12$  kg. Each pig constituted an experimental unit. The animals were housed in individual pens, 1.0 m x 1.6 m (1.6 m<sup>2</sup>), located in a stable with walls and cement floor, equipped with a feeder and a nipple-type trough (Cruz *et al.* 2014).

The silage food was obtained by mixing 60% of cutter taro tubers, 35 % of whey and 5 % of molasses B of sugarcane. The mixture was placed in a plastic tank of 250 L capacity, covered under shade and allowed to ferment for eight days before use. The chemical composition of the silage was 28.33 % DM; 8.35 % of CP; 95.33 % OM; 3.25 % of CF; 4.67 % of ash and 16769 of GE kJ kg DM<sup>-1</sup>.

The treatments consisted of two experimental diets (table 1) that represented two treatments: T1 (conventional diet based on corn and soybean); T2 (inclusion of 20 % silage in the diet). Both diets were fitted to 14 % crude protein (Zanfi *et al.* 2014) and formulated in accordance with NRC (2012)

The experimental cycle was 9 days, seven of adaptation to the diets and two of faeces collection (days eight and nine). The faeces were collected by the rectal stimulation method (Ly *et al.* 2013). At the beginning of the experiment, the animals were weighed to fit the food intake at a rate of  $0.10 \text{ kg.DM.kg LW}^{0.75} \text{ day}^{-1}$ , served in a single meal 9:00 am, after collecting the food rejected from the previous day, throughout the experiment the pigs had free access to drinking water (Ly *et al.* 2014b)

A total of 100 g of fresh faeces/animal/day were collected, and then stored in freezing at -20 °C. Subsequently, the faeces of both days were mixed in equal parts, to obtain a representative sample per animal. The calculation of fecal output of materials was made according to Ly *et al.* (2009), and the diet digestibility was taken into account (100 - % of digestibility).

In the samples of the food and faeces were determined: DM, OM, CF, ashes and CP (N x 6.25), according to the procedures described by the AOAC (2005). The analyses were carried out at the Instituto

pueden almacenar sin algún tipo de procesamiento que permita su conservación y el aprovechamiento de su valor nutritivo (Lezcano *et al.* 2014).

Se ha documentado que la cantidad y el tipo de excreción de material fecal en los cerdos depende de varios factores: edad, ambiente, raza, naturaleza de la dieta, entre otros. Es por ello que resulta necesario determinar el aprovechamiento de los nutrientes de las dietas para realizar formulaciones balanceadas, de acuerdo con la categoría de los animales (Galassi *et al.* 2017).

Lo anterior ha servido de base para determinar la digestibilidad rectal de nutrientes del ensilaje de tubérculos de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) en cerdos de crecimiento ceba.

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones porcinas del Instituto de Ciencia Animal (ICA) de la República de Cuba. La temperatura registrada durante el estudio fue de 32 °C y la humedad relativa promedio de 88 %. Como unidades experimentales se utilizaron ocho cerdos, del cruce comercial Yorkshire x Landrace x Duroc, con peso vivo promedio de  $36.25 \pm 2.12$  kg. Cada cerdo constituyó una unidad experimental. Los animales se alojaron en corrales individuales, de 1.0 m x 1.6 m (1.6 m<sup>2</sup>), situados en un establo con paredes y piso de cemento, provistos de un comedero y un bebedero del tipo tetina (Cruz *et al.* 2014).

El alimento ensilado se obtuvo al mezclar 60 % de tubérculos de taro troceados, 35 % de suero de leche y 5 % de miel B de caña de azúcar. La mezcla se colocó en un tanque plástico de 250 L de capacidad, tapado, bajo sombra y se dejó fermentar durante ocho días antes de su utilización. La composición química del ensilado fue de 28.33 % de MS; 8.35 % de PB; 95.33 % de MO; 3.25 % de FB; 4.67 % de cenizas y 16769 de EB kJ kg MS<sup>-1</sup>.

Los tratamientos consistieron en dos dietas experimentales (tabla 1) que representaron dos tratamientos: T1 (dieta convencional basada en maíz y soya); T2 (inclusión de 20 % de ensilado en la dieta). Ambas dietas se ajustaron a 14 % de proteína cruda (Zanfi *et al.* 2014) y se formularon de acuerdo con NRC (2012).

El ciclo experimental fue de nueve días, siete de adaptación a las dietas y dos de recolección de heces (días ocho y nueve). Las heces se recolectaron por el método de estimulación rectal (Ly *et al.* 2013). Al comienzo del experimento, los animales se pesaron para ajustar el consumo de alimento a razón de  $0.10 \text{ kg.MS.kg PV}^{0.75} \text{ día}^{-1}$ , servido en una sola comida, 9:00 a.m, luego de recolectar el alimento rechazado del día anterior y en todo el experimento los cerdos tuvieron libre acceso al agua de bebida (Ly *et al.* 2014b).

Se colectaron 100 g de excretas frescas/animal/día, luego fueron almacenadas en congelación a -20 °C. Con posterioridad, se mezclaron las excretas de ambos días en partes iguales, para obtener una muestra representativa por animal. El cálculo de la salida fecal de materiales se hizo de acuerdo con Ly *et al.* (2009), y se tuvo en cuenta la digestibilidad de la dieta (100 - % de digestibilidad).

En las muestras del alimento y excretas se determinó:

Table 1. Composition and contribution of experimental diets

Ingredients, % on dry basis	Silage inclusion levels, %	
	0	20
Yellow corn	62.00	42.00
Wheat bran	10.00	10.00
Soybean meal	24.00	24.00
Silage food	-	20.00
Monocalcium phosphate	2.40	2.40
Calcium carbonate	0.50	0.50
Sodium chloride	0.50	0.50
Mineral premixture pigs <sup>1</sup>	0.45	0.45
Choline chloride	0.15	0.15
Analysis, % on dry basis		
DM	88.67	84.65
OM	93.80	94.50
CP	14.00	14.00
CF	3.40	3.24
Ash	5.50	4.80
GE ( kcal kg DM-1)	17734.00	17877.00

<sup>1</sup>Each kg contains: vitamin A, 4125 U.I.; vitamin D<sub>3</sub>, 900 U.I.; vitamin E, 24.8 UI; vitamin K<sub>3</sub>, 1.80 mg; vitamin B1, 0.60 mg; vitamin B2, 1.88 mg; pantothenic acid, 9 mg; nicotinic acid, 18 mg; folic acid, 0.180 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 1.20 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 0.012 mg; biotin 0.060 mg; choline, 120mg; manganese, 64 mg; copper, 7.2 mg; iron, 48 mg; zinc, 66 mg; selenium, 0.22 mg; iodine, 0.60 mg.

de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador. It was considered that the OM concentration was equal to the difference 100 - percent of ash. The DE was estimated according to Noblet and Perez (1993);  $DE = 949 + (0.789 \times GE) - (43.2 \times \% \text{ ashes}) - (41.2 \times \% \text{ NDF})$ . The analyses were carried out in triplicate for each nutrient. Analysis of variance was performed and Duncan (1955) test was applied, with the statistical program Infostat (Di Rienzo *et al.* 2012).

In the course of the days the food was completely intake, without any sign of rejection or aversion. After 7 days, the intake was established at 1.66 kg DM day<sup>-1</sup>. The digestibility of the DM, OM, CP, CF and DE (table 2), showed significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatments and was higher in the treatment that included 20 % silage.

The treatment that included 20% of silage in the

MS, MO, FB, cenizas y PB (N x 6.25), según los procedimientos descritos por la AOAC (2005). Los análisis se realizaron en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador. Se consideró que la concentración de MO fue igual a la diferencia 100 – por ciento de ceniza. La ED se estimó según Noblet y Perez (1993);  $ED = 949 + (0.789 \times EB) - (43.2 \times \% \text{ cenizas}) - (41.2 \times \% \text{ FDN})$ . Los análisis se hicieron por triplicado para cada nutriente. Se realizó análisis de varianza y se aplicó la dócima de Duncan (1955), con el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.* 2012).

En el transcurso de los días el alimento fue consumido completamente, sin ningún síntoma de rechazo o aversión. A los 7 días el consumo se estableció en 1.66 kg de MS día<sup>-1</sup>. La digestibilidad de la MS, MO, PB, FB y ED (tabla 2), presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos y fue mayor

Table 2. Rectal digestibility of nutrients of taro tubers silage in growing pigs

Variables	Silage inclusion levels, %		SE ±	P value
	0	20		
Live weight, kg	41.50	41.38	----	-----
DM, %	89.58	91.20	0.36	P<0.0188
OM, %	92.45	93.33	0.14	P<0.0042
CP, %	83.20	85.08	0.30	P<0.0046
CF, %	58.28	59.48	0.26	P<0.0168
DE, %	89.15	89.88	0.20	P<0.0439

diet had higher use of nutrients, probably due to the presence of lactic acid bacteria (LAB) and the soluble carbohydrates provided by molasses B, a favorable medium for the development of these microorganisms. The presence of LAB creates a favorable environment in the gastrointestinal tract of pigs for the production of antimicrobial substances, which favors the exclusion of pathogenic bacteria and with it, higher absorption of nutrients (Giang *et al.* 2010).

In a study developed by Chen *et al.* (2005), in which mixtures of probiotics were used: *Lactobacillus acidophilus* ( $1.0 \times 10^7$  CFU/g), *Saccharomyces cerevisiae* ( $4.3 \times 10^6$  CFU/g), *Bacillus subtilis* ( $2.0 \times 10^6$  CFU/g) was reported increased in the dry matter digestibility of the diet. Cai *et al.* (2015), when using a combination of *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens* strains, at a rate of  $1.5 \times 10^5$  CFU/g in a conventional diet, achieved improvements in the utilization rates of the DM, CP and CF and DE. This is due to the enzyme production capacity of these microorganisms (Giang *et al.* 2011), among which are referred as most important  $\alpha$ -amylase, arabinose, cellulase, dextranase, levansucrase, maltase, alkaline protease, neutral protease and  $\beta$ -glucanase

When considering the rectal digestibility of energy in tubers, Ly *et al.* (2014a) state that it is higher than 85 % when they are subject to some processing, such as drying, cooking and fermentation, if they are compared with what they have in their natural condition, which was evidenced in this research. This state is similar to that obtained in the traits of productive performance during the growing and fattening of pigs.

The rectal digestibility of DM, OM, CP, CF and DE showed high utilization rates, when including 20 % of taro tubers silage in the diet, which guarantees a food with optimum nutritional characteristics for growing pigs.

### Acknowledgments

Thanks to the Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) from Ecuador for the financing for the development of this research.

### Agradecimientos

Se agradece a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) de Ecuador por el financiamiento para el desarrollo de esta investigación.

### References

- AOAC 2005, ISBN: 978-0-935584-87-5, Available: <<http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>>, [Consulted: September 22, 2016].
- Cai, L., Indrakumar, S., Kiarie, E. & Kim, I. H. 2015. "Effects of a multi-strain species-based direct-fed microbial on growth performance, nutrient digestibility, blood profile, and gut health in nursery pigs fed corn-soybean meal-based diets". *Journal of Animal Science*, 93(9): 4336-4342, ISSN: 1525-3163, DOI: 10.2527/jas.2015-9056.
- Chen, Y. J., Son, K. S., Min, B. J., Cho, J. H., Kwon, O. S. & Kim, I. H. 2005. "Effects of Dietary Probiotic on Growth Performance, Nutrients Digestibility, Blood Characteristics and Fecal Noxious Gas Content in Growing Pigs, Effects of Dietary Probiotic on Growth Performance, Nutrients Digestibility, Blood Characteristics and Fecal Noxious Gas Content in Growing Pigs". *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 18(10): 1464-1468, ISSN: 1011-2367, DOI: 2005.18.10.1464.
- Cruz, E., Almaguel, R. E., Grageola, F. & Ly, J. 2014. "Miel rica o maíz como fuentes de energía para cerdos en crecimiento. Salida fecal de materiales en animales alimentados *ad libitum*". *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 21(1):

en el tratamiento que se incluyó 20 % de ensilado.

El tratamiento que incluyó 20 % de ensilado en la dieta tuvo mayor aprovechamiento de los nutrientes, debido probablemente a la presencia de bacterias ácido lácticas (BAL) y a los carbohidratos solubles aportados por la miel B, medio propicio para el desarrollo de estos microorganismos. La presencia de BAL crea un ambiente favorable en el tracto gastrointestinal de los cerdos por la producción de sustancias antimicrobianas, lo que favorece la exclusión de bacterias patógenas y con ello, absorción mayor de nutrientes (Giang *et al.* 2010). En un estudio desarrollado por Chen *et al.* (2005), en el que se utilizaron mezclas de probióticos: *Lactobacillus acidophilus* ( $1.0 \times 10^7$  CFU/g), *Saccharomyces cerevisiae* ( $4.3 \times 10^6$  CFU/g), *Bacillus subtilis* ( $2.0 \times 10^6$  CFU/g) se informó incremento en la digestibilidad de la materia seca de la dieta. Cai *et al.* (2015), al utilizar una combinación de cepas de *Bacillus subtilis* y *Bacillus amyloliquefaciens*, a razón de  $1.5 \times 10^5$  UFC/g en una dieta convencional, lograron mejoras en los índices de utilización de la MS, PB y FB y ED. Esto se debe a la capacidad de producción de enzimas de estos microorganismos (Giang *et al.* 2011), entre las que se refieren como más importantes  $\alpha$ -amilasa, arabinosa, celulasa, dextranasa, levansucrasa, maltasa, proteasa alcalina, proteasa neutra y  $\beta$ -glucanasa.

Al considerar la digestibilidad rectal de la energía en tubérculos, Ly *et al.* (2014a) manifiestan que es superior a 85 % cuando estos se someten a algún procesamiento, como el secado, la cocción y la fermentación, si se comparan con la que poseen en su condición natural, lo que se evidenció en esta investigación. Este estado es análogo al obtenido en los rasgos de comportamiento productivo durante el crecimiento y engorde de los cerdos.

La digestibilidad rectal de la MS, MO, PB, FB y ED presentó altos índices de aprovechamiento, al incluir 20 % de ensilado de tubérculos de taro en la dieta, lo que garantiza un alimento con óptimas características nutritivas para cerdos en crecimiento ceba.

23–26, ISSN: 1026-9053.

- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C. W. 2012. InfoStat. version 2012, [Windows], Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, Available: <<http://www.infostat.com.ar/>>.
- Duncan, D. B. 1955. "Multiple Range and Multiple F Tests". *Biometrics*, 11(1): 1–42, ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001478.
- Galassi, G., Malagutti, L., Rapetti, L., Crovetto, G. M., Zanfi, C., Capraro, D. & Spanghero, M. 2017. "Digestibility, metabolic utilisation and effects on growth and slaughter traits of diets containing whole plant maize silage in heavy pigs". *Italian Journal of Animal Science*, 16(1): 122–131, ISSN: 1828-051X, DOI: 10.1080/1828051X.2016.1269299.
- Giang, H. H., Viet, T. Q., Ogle, B. & Lindberg, J. E. 2010. "Growth performance, digestibility, gut environment and health status in weaned piglets fed a diet supplemented with potentially probiotic complexes of lactic acid bacteria". *Livestock Science*, 129(1): 95–103, ISSN: 1871-1413, DOI: 10.1016/j.livsci.2010.01.010.
- Giang, H. H., Viet, T. Q., Ogle, B. & Lindberg, J. E. 2011. "Effects of Supplementation of Probiotics on the Performance, Nutrient Digestibility and Faecal Microflora in Growing-finishing Pigs". *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(5): 655–661, ISSN: 1011-2367, DOI: 10.5713/ajas.2011.10238.
- Lezcano, P. P., Berto, D. A., Bicudo, S. J., Curcelli, F., Gonzáles, F. P. & Valdivie, N. M. I. 2014. "Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento". *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(3): 41–47, ISSN: 0188-7890.
- Ly, J., Almaguel, R., Ayala, L., Lezcano, P., Romero, A. & Delgado, E. 2014a. "Digestibilidad rectal y ambiente gastrointestinal de cerdos jóvenes alimentados con dietas de levadura torula. Influencia de la fuente de carbohidratos". *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 21(3): 134–139, ISSN: 1026-9053.
- Ly, J., Almaguel, R., Lezcano, P. & Delgado, E. 2014b. "Miel rica o maíz como fuente de energía para cerdos en crecimiento. Interdependencia entre rasgos de comportamiento, digestibilidad rectal y órganos digestivos". *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 21(2): 66–69, ISSN: 1026-9053.
- Ly, J., Marrero, L., Mollineda, A. & Castro, M. 2009. "Studies of digestibility in growing pigs fed final and high-test sugarcane molasses". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 43(2): 173–176, ISSN: 2079-3480.
- Ly, J., Reyes, J. L., Delgado, E., Ayala, L. & Castro, M. 2013. "Harina de palmiche para cerdos en ceba. Influencia del peso corporal en la digestibilidad rectal y salida fecal de materiales". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 47(3): 283–287, ISSN: 0034-7485.
- Ly, J., Samkol, P., Phiny, C., Caro, Y., Bustamante, D., Almaguel, R. E., Díaz, C. & Delgado, S. E. 2014c. "Balance of N in young pigs fed on Moringa (*Moringa oleifera*) fresh foliage". *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 21(4): 164–167, ISSN: 1026-9053.
- Méndez, L. J. M., Rodríguez, O. L., Mandujano, C. J. C., Reyes, D. L. C. C. & Banda, I. H. 2016. "Yuke: Alimento alternativo para cerdos a base de yuca: Determinando su rentabilidad y viabilidad económica". *Revista Global de Negocios*, 4(7): 53–61, ISSN: 2328-4641, 2328-4668.
- Noblet, J. & Perez, J. M. 1993. "Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis". *Journal of animal science*, 71(12): 3389–3398, ISSN: 0021-8812, DOI: 10.2527/1993.71123389x.
- NRC (National Research Council) 2012. *Nutrient Requirements of Swine*. 11th ed., Washington D.C., USA: National Academies Press, 400 p., ISBN: 978-0-309-22423-9.
- Ologhobo, A. D. & Adejumo, I. 2011. "Effects of differently processed taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) on growth performance and carcass characteristics of broiler finishers". *International Journal of AgriScience*, 1(4): 244–248, ISSN: 2228-6322.
- Zanfi, C., Colombini, S., Mason, F., Galassi, G., Rapetti, L., Malagutti, L., Crovetto, G. M. & Spanghero, M. 2014. "Digestibility and metabolic utilization of diets containing whole-ear corn silage and their effects on growth and slaughter traits of heavy pigs". *Journal of Animal Science*, 92(1): 211–219, ISSN: 1525-3163, DOI: 10.2527/jas.2013-6507.

**Received: February 16, 2017**