

Characterization of antinutrients in four silages of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) for pigs. Technical note

Caracterización de antinutrientes en cuatro ensilados de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) para cerdos. Nota técnica

W. Caicedo¹, R. Rodríguez², P. Lezcano³, J. Ly³, J.C. Vargas¹, H. Uvidia¹, S. Valle¹ and L. Flores⁴

¹Universidad Estatal Amazónica, Departamento de Ciencias de la Tierra, km 2 ½ vía a Napo. Pastaza, Ecuador

²Universidad de Granma, Facultad de Medicina Veterinaria, Centro de Estudios de Producción Animal. Bayamo, Cuba

³Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

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

Riobamba, Ecuador

Email: orlando.caicedo@yahoo.es

A total of 48 micro-silos of 2 kg capacity of taro tubers were used, distributed in four treatments (natural yogurt, whey, 5% sugarcane molasses B and 10% sugarcane molasses B), according to a completely randomized design, with the objective of characterizing the main antinutrients for pig feeding. In all silos, during the six days of research (0, 1, 2, 3, 4 and 5 d), the results showed that there were no significant differences ($P > 0.05$) for the calcium oxalate content. The alkaloids had a moderate (++) condition at day zero, and from the first to the fifth day they were present (+), there were absence (-) of flavonoids, tannins and saponins. According to the results, it is considered that the four silages of taro tubers have adequate antinutrient characteristics for their use in alternative pigs feeding.

Key words: *food for pigs, fermentation, molasses B, calcium oxalate, natural yogurt.*

The animal feeding systems are supported in the use of grains, mainly soybeans and corn, which are used in human feeding. At present, these grains are used in the manufacture of agro-fuels (ethanol and biodiesel). This explains the continuous search of alternative foods, which allow higher availability and low cost to elaborate the animals diets (Lezcano *et al.* 2014).

The roots, tubers, sugarcane molasses, as well as whey are alternatives foods. The tubers of (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) taro have excellent nutritive characteristics, also have a diverse range of phytochemical components: poisonous, toxic, antinutritional or absolutely unpleasant (Buntha *et al.* 2008). Among the main antinutritional factors of interest in taro tubers are calcium oxalate, tannins and alkaloids, saponins and flavonoids (Adedeji *et al.* 2011).

When using taro tubers without any treatment for pig feeding, these antinutrients limit the intake, digestion and absorption of nutrients in the food and, therefore, the productive parameters decrease (Gilani *et al.* 2012). However, if the tubers receive any type of treatment, such as milling, grinding, soaking, drying, heat and fermentation, these antinutrients are partially removed

Se utilizaron 48 microsilos de tubérculos de taro de 2 kg de capacidad, distribuidos en cuatro tratamientos (yogurt natural, suero de leche, miel B de caña de azúcar 5 % y miel B de caña de azúcar 10 %), según diseño completamente aleatorizado, con el objetivo de caracterizar los principales antinutrientes para la alimentación porcina. En todos los silos, durante los seis días de investigación (0, 1, 2, 3, 4 y 5 d), los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) para el contenido de oxalato de calcio. Los alcaloides tuvieron una condición de moderado (++) al día cero, y desde el primer al quinto día estuvieron presentes (+), hubo ausencia (-) de flavonoides, taninos y saponinas. Según los resultados, se considera que los cuatro ensilados de tubérculos de taro poseen adecuadas características en cuanto a antinutrientes para su utilización en la alimentación alternativa de cerdos.

Palabras clave: *alimento para cerdos, fermentación, miel B, oxalato de calcio, yogurt natural.*

Los sistemas de alimentación animal se soportan en la utilización de granos, principalmente soya y maíz, que también se utilizan en la alimentación humana. En la actualidad, estos granos se usan en la fabricación de agrocombustibles (etanol y biodiesel). Esto explica la búsqueda continua de alimentos alternativos, que permitan mayor disponibilidad y bajo costo para elaborar las dietas de los animales (Lezcano *et al.* 2014).

Las raíces, tubérculos, mieles de caña de azúcar, así como el suero de leche, son alimentos alternativos. Los tubérculos de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) poseen excelentes características nutritivas, también tienen un rango diverso de componentes fitoquímicos: venenoso, tóxico, antinutricional o absolutamente desagradable (Buntha *et al.* 2008). Entre los principales factores antinutricionales de interés en los tubérculos de taro se encuentran el oxalato de calcio, los taninos y alcaloides, las saponinas y los flavonoides (Adedeji *et al.* 2011).

Cuando se utilizan tubérculos de taro sin algún tratamiento para la alimentación de cerdos, estos antinutrientes limitan el consumo, la digestión y la absorción de nutrientes en el alimento y por ende, los indicadores productivos disminuyen (Gilani *et al.* 2012). No obstante, si los tubérculos reciben algún tipo

(Gefrom *et al.* 2013).

From these considerations, new compositions of agroindustrial by-products (taro tubers, whey, sugarcane molasses B) were studied to obtain silage food for pigs. The objective of this research was to characterize the main antinutrients in four silage foods from taro tubers (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) with natural yogurt, whey and sugarcane.

The laboratory study was carried out at the "Caicedo Livestock Farm" (Pastaza, Ecuador). As experimental units were used 48 plastic micro-silos of 2 kg capacity. Food was obtained by ensiling mixtures of cut taro tubers, natural yogurt, whey and 5 % and 10 % sugarcane molasses B (table 1).

A total of 48 samples, 250 g of silage, were collected, two per treatment on each day of study (0, 1, 2, 3, 4 and 5 d). They were homogenized and oven dried at 65 °C for 72 h. Then, they were milled and reduced to a 1 mm

Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 51, Number 1, 2017.

de tratamiento, como la molienda, trituración, remojo, secado, calor y fermentación, estos antinutrientes se eliminan parcialmente (Gefrom *et al.* 2013).

A partir de estas consideraciones se estudiaron nuevas composiciones de subproductos agroindustriales (tubérculos de taro, suero de leche, miel B de caña de azúcar) para la obtención de alimentos ensilados destinados a cerdos. El objetivo de esta investigación fue caracterizar los principales antinutrientes en cuatro alimentos ensilados de tubérculos de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) con yogurt natural, suero de leche y miel B de caña de azúcar para la alimentación porcina.

El estudio a escala de laboratorio se realizó en la "Granja Agropecuaria Caicedo" (Pastaza, Ecuador). Como unidades experimentales se utilizaron 48 microsilos plásticos de 2 kg de capacidad. Los alimentos se obtuvieron al ensilar mezclas de tubérculos de taro picados, yogur natural, suero de leche y miel B de caña de azúcar al 5 y 10 % (tabla 1).

Table 1. Taro tubers silages

Raw material inclusion, %	Silages			
	Natural yogurt	Whey	5 % of B molasses	10 % of B molasses
Cut taro tubers	60	60	60	60
Drinkable water for human consumption	39	-	-	-
Molasses B(83°Brix)	-	-	5	10
Natural yogurt	1	-	-	-
Whey	-	40	35	30
Total	100	100	100	100

particle size. They were stored at room temperature in hermetically sealed amber glass bottles until further analysis.

To quantify the calcium oxalate, the Ukpabi and Ejidoh (1989) method was used. This method involves the digestion of the sample, the precipitation of the oxalate content in the sample to remove ferrous ions with the addition of ammonium hydroxide solution and then the titration with permanganate solution (0.05 M KMnO_4) up to a weak pink color, which persisted for 30 seconds.

To perform the phytochemical screening, 10 g of silage powder were weighed and 150 mL of ethanol (90 % v/v) was added. Subsequently, it was refluxed for 4 h and with the alcoholic extracts; the phytochemical screening tests were carried out, developed by Rondina and Coussio (1969). Alkaloids, saponins, flavonoids (García 2004) and tannins (Lastra *et al.* 2000) were determined. The analyzes were performed three times. A system with crosses was used to specify the presence or absence of secondary metabolites in the micro-silos: abundant (+++), moderate (++) , present (+), and absent (-). A variance analysis according to a completely randomized design was performed and the Duncan (1955) test was applied

Se recolectaron un total de 48 muestras, de 250 g de ensilado, dos por tratamiento en cada día de estudio (0, 1, 2, 3, 4 y 5 d). Se homogenizaron y secaron en estufa a temperatura de 65 °C durante 72 h. Luego, se molieron y se redujeron a tamaño de partícula de 1 mm. Se conservaron a temperatura ambiente en frascos de vidrio de color ámbar, herméticamente cerrados, hasta su análisis posterior.

Para cuantificar el oxalato de calcio, se utilizó el método de Ukpabi y Ejidoh (1989). Este método implica la digestión de la muestra, la precipitación del contenido de oxalato en la muestra para eliminar iones ferrosos con la adición de solución de hidróxido de amonio y luego, la titración con solución de permanganato (0.05 M KMnO_4) a un color débil rosa, que persistió durante 30 segundos.

Para realizar el tamizaje fitoquímico, se pesaron 10 g de polvo de los ensilados y se añadieron 150 mL de etanol (90 % v/v). Posteriormente, se reflujo por 4 h y con los extractos alcohólicos se realizaron los ensayos del tamizaje fitoquímico, desarrollados por Rondina y Coussio (1969). Se determinaron alcaloides, saponinas, flavonoides (García 2004) y taninos (Lastra *et al.* 2000). Los análisis se realizaron por triplicado. Se utilizó un sistema de cruces para especificar la presencia o ausencia de metabolitos secundarios en los microsilos: abundante (+++), moderado (++) , presente (+), y ausente (-). Se realizó un análisis de

with the statistical program Infostat (Di Rienzo *et al.* 2012).

The four silages of taro tubers at day zero had high calcium oxalate content, and did not had significant differences ($P > 0.05$), with values ranging from: (4.03 mg 100 g.DM⁻¹) 10% molasses B; (4.10 mg 100 g.DM⁻¹) natural yogurt; (4.12 mg 100 g.DM⁻¹) whey and (4.12 mg 100 g.DM⁻¹) molasses B 5%. At the end of the first day of fermentation, there was a reduction in the oxalate content in all silages (0.040 mg 100 g.DM⁻¹), a performance that remained similar until the fifth day of study (table 2).

The tenor of calcium oxalate in the micro-silos was high at day zero of study. This content is nutritionally

varianza según diseño completamente al azar y se aplicó la décima de Duncan (1955) con el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.* 2012).

Los cuatro ensilajes de tubérculos de taro al día cero presentaron contenido alto de oxalato de calcio, y no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$), con valores que oscilaron entre: (4.03 mg 100 g.MS⁻¹) miel B 10 %; (4.10 mg 100 g.MS⁻¹) yogurt natural; (4.12 mg 100 g.MS⁻¹) suero de leche y (4.12 mg 100 g.MS⁻¹) miel B 5%. Al transcurrir el primer día de fermentación, hubo reducción en el contenido de oxalato en todos los ensilajes (0.040 mg 100 g.MS⁻¹), comportamiento que se mantuvo de forma similar hasta el quinto día de estudio (tabla 2).

Table 2. Oxalate content in taro tuber silages (mg 100 g.DM⁻¹)

Days	Silages				SE±	P value
	Natural yogurt	Whey	5 % of B molasses	10 % of B molasses		
0	4.10	4.12	4.12	4.03	0.005	P=0.5736
1	0.04	0.04	0.04	0.04	0.002	P=0.4913
2	0.04	0.04	0.04	0.04	0.002	P=0.6072
3	0.04	0.04	0.04	0.04	0.005	P=0.7777
4	0.04	0.04	0.04	0.04	0.005	P=0.9475
5	0.04	0.04	0.04	0.04	0.005	P=0.9526

No significant differences ($P < 0.05$) were found per rows according to Duncan (1955)

elevated for pigs may cause severe irritation to the mucous membranes. In addition, the oxalates form complex with proteins and inhibit their digestion and absorption, in addition to affecting the normal growth of the animals (Martens *et al.* 2014).

From the first to the fifth day, the calcium oxalate was reduced to 0.04mg 100 g.DM⁻¹ in all silages. This performance can be associated to the cutting of tubers, to the presence of lactic acid bacteria that provides the natural yogurt and whey, an environment that allows the increase of lactic acid and the reduction of pH efficiently in the environment. This allows the rupture and calcium oxalate release (Igbabul *et al.* 2014). This could also be explained by the oxalate degradability described for some strains of *Lactobacillus* (oxalil-CoAdescarboxilase and formil-CoAtransferase) and by the metabolism of non-volatile organic acids during the fermentation process (Anbazhagan *et al.* 2013).

In all silages, alkaloids at day zero had a moderate condition (++). From day one to five were present (+) and saponins, flavonoids and tannins were absent (-) during the study days.

The alkaloids at day zero had a moderate condition (++) in the silages, according to Talwana *et al.* (2009). This corresponds directly to the calcium oxalate content quantified at zero day of research. The evaluation of present, (+) between the first and fifth day of research, can be considered an advantage, since when alkaloids are abundant in foods, they can

El tenor de oxalato de calcio en los microsilos fue alto en el día cero de estudio. Este contenido es elevado desde el punto de vista nutricional para los cerdos, ya que puede causar una severa irritación en las membranas de la mucosa. Además, los oxalatos forman complejos con las proteínas e inhiben su digestión y absorción, además de afectar el normal crecimiento de los animales (Martens *et al.* 2014).

Desde el primer hasta el quinto, el oxalato de calcio se redujo hasta 0.04mg 100 g.MS⁻¹ en todos los ensilajes. Este comportamiento puede estar asociado al troceado de los tubérculos, a la presencia de bacterias ácido lácticas que aporta el yogurt natural y el suero de leche, entorno que posibilita el incremento del ácido láctico y la reducción del pH eficientemente en el medio. Con ello se permite la ruptura y liberación del oxalato de calcio (Igbabul *et al.* 2014). Esto también podría explicarse por la capacidad de degradación de oxalato descrita para algunas cepas de *Lactobacillus* (oxalil-CoAdescarboxilasa y formil-CoAtransferasa) y por el metabolismo de ácidos orgánicos no volátiles durante el proceso de fermentación (Anbazhagan *et al.* 2013).

En todos los ensilados, los alcaloides al día cero tuvieron una condición de moderado (++). Del día uno hasta el cinco estuvieron presentes (+) y las saponinas, flavonoides y taninos estuvieron ausentes (-) durante los días de estudio.

Los alcaloides al día cero presentaron una condición de moderado (++) en los ensilados, según Talwana *et al.*(2009). Esto se corresponde directamente con el contenido de oxalato de calcio cuantificado en el día cero de investigación. La valoración de presente, (+) entre el

influence on the low intake of the animals, due to the bitter taste that have these metabolites (Savón *et al.* 2007). However, a change can be seen because of fermentation, as reported by Kasproicz-Potocka *et al.* (2016).

The saponins, flavonoids and tannins were absent during this study. Martínez-Aguilar *et al.* (2012) stated that these assessments may vary, if quantitative determinations are used. Although in this study this effect could also be influenced by the variety of taro used (Caicedo 2013).

According to the results, it is considered that the four silages of taro tubers have adequate characteristics, as regards antinutrients, for their use in the alternative pigs feeding.

Acknowledgments

Thanks to the National Secretary of Higher Education, Science, Technology and Innovation (SENESCYT) of Ecuador for financing this research.

Agradecimientos

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

References

- Adedeji, I. A., Olapade-Ogunwole, F., Farayola, C. O. & Adejumo, I. O. 2011. "Productivity Effects of Occupational Hazards among Poultry Farmers and Farm Workers in Osogbo Local Government Area of Osun State". *International Journal of Poultry Science*, 10(11): 867–870, ISSN: 1682-8356, DOI: 10.3923/ijps.2011.867.870.
- Anbazzhagan, K., Sasikumar, P., Gomathi, S., Priya, H. P. & Selvam, G. S. 2013. "In vitro degradation of oxalate by recombinant *Lactobacillus plantarum* expressing heterologous oxalate decarboxylase". *Journal of Applied Microbiology*, 115(3): 880–887, ISSN: 1365-2672, DOI: 10.1111/jam.12269.
- Buntha, P., Borin, K., Preston, T. R. & Ogle, B. 2008. "Digestibility and nitrogen balance studies in pigs fed diets with ensiled taro (*Colocasia esculenta*) leaves as replacement for fish meal". *Livestock Research for Rural Development*, 20(suppl.), ISSN: 0121-3784, Available: <<http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd20/supplement/bunt2.htm>>, [Consulted: March 21, 2017].
- Caicedo, W. 2013. Potencial nutritivo del ensilaje de tubérculos de papa china, (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) para la alimentación de cerdos. M.ScThesis, Universidad de Granma, Bayamo, Cuba, 40 p.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C. W. 2012. InfoStat. version 2012, [Windows], Universidad Nacional de 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.
- García, E. D. 2004. "Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación". *Pastos y Forrajes*, 27(2): 101–117, ISSN: 0864-0394.
- Gefrom, A., Ott, E. M., Hoedtke, S. & Zeyner, A. 2013. "Ensiling remoistened legume seeds and influence of conservation on contents of alkaloids, oligosaccharides, phytate-phosphorus and tannins". *Züchtungskunde*, 85(2): 154–168, ISSN: 0044-5401.
- Gilani, G. S., Xiao, C. W. & Cockell, K. A. 2012. "Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality". *The British Journal of Nutrition*, 108(Suppl. 2): 315–332, ISSN: 1475-2662, DOI: 10.1017/S0007114512002371.
- Igbabul, B. D., Amove, J. & Twadue, I. 2014. "Effect of fermentation on the proximate composition, antinutritional factors and functional properties of cocoyam (*Colocasia esculenta*) flour". *African Journal of Food Science and Technology*, 5(3): 67–74, ISSN: 2141-5455.
- Kasproicz-Potocka, M., Borowczyk, P., Zaworska, A., Nowak, W., Frankiewicz, A. & Gulewicz, P. 2016. "The Effect of Dry Yeast Fermentation on Chemical Composition and Protein Characteristics of Blue Lupin Seeds". *Food Technology and Biotechnology*, 54(3): 360–366, ISSN: 1330-9862, DOI: 10.17113/ftb.54.03.16.4459.
- Lastra, H., Rodríguez, E., Ponce de León Rego, H. & González, M. 2000. "Método analítico para la cuantificación de taninos en el extracto acuoso de romerillo". *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 5(1): 17–22, ISSN: 1028-4796.
- Lezcano, P., Berto, D. A., Bicudo, S. J., Curcelli, F., Figueiredo, P. G. & Valdivie, M. I. 2014. "Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento". *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(3): 41–47, ISSN: 0188-7890.
- Martens, S. D., Hoedtke, S., Avila, P., Heinritz, S. N. & Zeyner, A. 2014. "Effect of ensiling treatment on secondary compounds and amino acid profile of tropical forage legumes, and implications for their pig feeding potential". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6): 1107–1115, ISSN: 1097-0010, DOI: 10.1002/jsfa.6375.

primer y quinto día de investigación, se puede considerar una ventaja, ya que cuando los alcaloides se encuentran abundantes en los alimentos, pueden influir en el bajo consumo de los animales, debido al sabor amargo que tienen estos metabolitos (Savón *et al.* 2007). Sin embargo, se puede ver un cambio por efecto de la fermentación, como lo informan Kasproicz-Potocka *et al.* (2016).

Las saponinas, flavonoides y taninos estuvieron ausentes durante este estudio. Martínez-Aguilar *et al.* (2012) manifestaron que estas valoraciones pueden variar, si se utilizan determinaciones cuantitativas. Aunque en este estudio también este efecto puede estar influenciado por la variedad de taro utilizada (Caicedo 2013).

Según los resultados, se considera que los cuatro ensilados de tubérculos de taro poseen adecuadas características, en cuanto a antinutrientes, para su utilización en la alimentación alternativa de cerdos.

- Martínez-Aguilar, Y., Martínez-Yero, O., Escalona-Arias, A., Soto-Rodríguez, F. & Valdivié-Navarro, M. 2012. "Chemical composition and phytochemical screening of leaf and shoot powder of *Anacardium occidentale* L. (cashew tree)". *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(1): 1–10, ISSN: 1028-4796.
- Rondina, R. V. D. & Coussio, J. D. 1969. "Estudio fitoquímico de plantas medicinales". *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 6: 22, Available: <<https://books.google.com.cu/books?id=QIM-cAAACAAJ>>, [Consulted: March 21, 2017].
- Savón, L., Scull, I., Orta, M. & Martínez, M. 2007. "Integral forage meals of three tropical legumes for poultry feeding. Chemical composition, physical properties and phytochemical screening". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 41(4): 359–3061, ISSN: 2079-3480.
- Talwana, H. A. L., Serem, A. K., Ndabikunze, B. K., Nandi, J. O. M., Tumuhimbisel, R., Kaweesil, T., Chumo, E. C. & Palapala, V. 2009. "Production Status and Prospects of Cocoyam (*Colocasia esculenta* (L.) Schott.) in East Africa". *Journal of Root Crops*, 35(1): 98–107, ISSN: 0378-2409.
- Ukpabi, U. J. & Ejidoh, J. I. 1989. "Effect of deep oil frying on the oxalate content and the degree of itching of cocoyams (*Xanthosoma* and *Colocasia* spp.)". In: *Technical Paper, V Annual Conference of the Agricultural Society of Nigeria*, Owerri, Nigeria: Federal University of Technology, pp. 3–6.

Received: February 2, 2017