

Performance traits of growing pigs fed on diets of royal palm nut meal

Rasgos de comportamiento de cerdos en crecimiento, alimentados con dietas de harina de palmiche

D. Oliva, Mayuly Martínez, Leydis Jiménez and J. Ly

Instituto de Ciencia Animal, Apartado No. 24, San José de las Lajas, Cuba

Email: doliva@ica.co.cu

This study evaluated the feeding of fattening pigs with variable levels of royal palm nuts, fruit of the Cuban royal palm (*Roystonea regia* H.B.K. Cook). The royal palm nuts were ground together with the rest of the ingredients of the diet, after being dried in the open air. The royal palm nut meal contained 39.18 and 6.62 % of crude fiber and crude protein (Nx6.25), respectively. Performance traits were evaluated in 24 commercial crossbred pigs (Yorkshire x Landrace x Duroc), females and castrated males equal in proportion, with an initial average weight of 26 kg, randomly distributed in four treatments consisting of diets with 0, 10, 20 and 30 % of royal palm nut meal, on dry basis. A completely randomized design with 2x4 factorial arrangement was used. The factors were sex and the level of royal palm nut meal in the food. The test lasted 65 days. There was no effect ($P > 0.05$) on the sex x royal palm nut level interaction in any of the measurements. Neither effect ($P > 0.05$) was found in the final weight nor in the daily gain (706, 630, 660 and 680 g/day). It is highly recommended to feed growing pigs with diets containing up to 30% of royal palm nut meal. It is suggested to carry out performance tests in which pigs reach a slaughter weight equal or superior to 100 kg and studies in breeding sows.

Key words: *pigs, royal palm, intake, gain, food conversion*

Royal palm nut is the fruit of the Cuban royal palm tree (*Roystonea regia* H.B.K. Cook). Royal palm tree is one of the most numerous trees in Cuba, with an approximate existence between 12 and 15 million. With a mean production of 40-60 kg/palm/year, an average production of around 600 thousand tons of palm nuts per year is calculated (Valdiviá and Bicudo, 2011).

Palm nuts are one of the main energy alternative feed available in Cuba due to their high content of fat or oil, which has the double of digestible energy of fiber (Arias *et al.* 2016). Therefore, although fiber fraction of palm nuts showed a low digestive use due to its polymeric nature with β -glycosidic links (Bach Knudsen 2011), this is compensated by lipid digestibility, which is practically complete (Ayala and Ly 2017 and Ly *et al.* 2017).

At the Institute of Animal Science, Díaz *et al.* (1989) recommended the inclusion of royal palm nuts in the diets of growing pigs in a proportion of up to 40 %, for fattening animals at a level of 60 % and for pregnant sows at a level of 30 % in unconventional low energy density diets, mainly manufactured with food waste (half-cooked food) and sugar cane molasses. In studies conducted by Abeledo *et al.* (2004) and Díaz

Se evaluó la alimentación de cerdos en ceba con niveles variables de palmiche, fruto de la palma real cubana (*Roystonea regia* H.B.K. Cook). El palmiche se molió con el resto de los ingredientes de la dieta, después de secarse al aire libre. La harina de palmiche contenía 39.18 y 6.62 % de fibra cruda y proteína bruta (N x 6.25), respectivamente. Se evaluaron rasgos de comportamiento en 24 cerdos de cruce comercial (Yorkshire x Landrace x Duroc), machos castrados y hembras en igual proporción, con peso promedio inicial de 26 kg, distribuidos aleatoriamente en cuatro tratamientos. Las dietas consistieron en 0, 10, 20 y 30% de harina de palmiche, en base seca. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2 x 4. Los factores fueron el sexo y el nivel de harina de palmiche en el alimento. La prueba duró 65 días. No hubo efecto ($P > 0.05$) en la interacción sexo x nivel de palmiche en las medidas hechas. Tampoco se halló efecto ($P > 0.05$) en el peso final ni en la ganancia diaria (706, 630, 660 y 680 g/d). Es muy recomendable alimentar cerdos en crecimiento con dietas que contengan hasta 30% de harina de palmiche. Se sugiere realizar pruebas de comportamiento, en las que los cerdos alcancen un peso de sacrificio, igual o superior a 100 kg, además de estudios en cerdas reproductoras.

Palabras clave: *ganado porcino, palma real, consumo, ganancia, conversión alimentaria*

El palmiche es el fruto de la palma real cubana (*Roystonea regia* H.B.K. Cook). La palma real es uno de los árboles más numerosos de Cuba, existen aproximadamente entre 12 y 15 millones. Con una producción promedio de 40-60 kg/palma/año, se calcula un aproximado de 600 mil toneladas de palmiche al año (Valdiviá y Bicudo 2011).

El palmiche es uno de los principales alimentos alternativos energéticos disponibles en Cuba, debido a su alto contenido en grasa o aceite, que tiene el doble de energía digestible de la fibra (Arias *et al.* 2016). Por eso, aunque la fracción fibrosa del palmiche presente bajo aprovechamiento digestivo por su naturaleza polimérica con β -enlaces glucosídicos (Bach Knudsen 2011), esto se compensa con la digestibilidad de los lípidos, que es prácticamente completa (Ayala y Ly 2017 y Ly *et al.* 2017).

En el Instituto de Ciencia Animal, Díaz *et al.* (1989) recomendaron la inclusión del palmiche en las dietas para cerdos en crecimiento en proporción de hasta 40 %, en las destinadas a animales en ceba 60 % y para las cerdas gestantes 30 %. Se trata de dietas no convencionales, de baja densidad energética, fabricadas fundamentalmente con desperdicios de alimento (sancocho) y mieles de caña. En estudios realizados por Abeledo *et al.*

et al. (2010), royal palm nuts have been used in swine feeding, although certain factors such as genotype or particle size could have a negative influence on the data obtained in these circumstances (Ly *et al.* 2015).

The objective of this experiment was to determine performance traits in growing pigs fed diets partially replaced by royal palm nut meal.

Materials and Methods

Experimental design and animals. A completely randomized design with 2x4 factorial arrangement was used to study performance traits in 24 commercial crossbred pigs (Yorkshire x Landrace x Duroc), females and castrated males in the same proportion and with an initial mean weight of 26 kg. The animals belonged to the herd of the Institute of Animal Science. These pigs were randomly distributed in four treatments consisting of diets with 0, 10, 20 and 30 % of royal palm nut meal, on a dry basis (Table 1). The factors were sex and the level of royal palm nut meal in the food.

Preparation of the royal palm nut oil. The royal palm nut, with around 30 % of *in natura* DM was obtained in the El Uvero farm, belonging to the enterprise Flora y Fauna, in Jaruco municipality, Mayabeque province. Drying process of royal palm nut consisted of manually removing the palm nuts. Later, they were exposed to the sun by spreading the seeds in a drying plate, for 5 consecutive days, from 8:00 am to 4:30 p.m., picking up the material in bags before nightfall to avoid the increase of humidity due to the night dew.

Dry material was stored in bags, under roof, in buildings with adequate ventilation and low humidity level. It was ground together with the rest of the components of the diet of grains and cereals in the corresponding proportion every 5 days. This way, it was allowed to extend the useful life of the royal palm nut meal because it is known (Ly *et al.* 2005, Santana, 2006, Díaz *et al.* 2010, Valdivié and Castro (2010) and Caro *et al.* 2014) that royal palm nut rapidly becomes rancid, decreasing its biological quality and palatability by animals. In addition, grinding the nuts, rich in fat, was facilitated without clogging the mill. A representative sample of the lot was taken, to know its physical and chemical characteristics. Table 1 shows the characteristics of the chemical composition of the palm nuts that were used in the test.

Diet preparation. Diets were produced with grains and formulated to contain variable levels (0, 10, 20 and 30 % on dry basis) of royal palm nut meal. Table 2 shows the characteristics of diets.

Table 3 shows the nutrient content of experimental diets. As expected, as more royal palm nut meal was included in the feed, fiber percentage and fat in the diet increased, and crude protein content decreased. As a

(2004) y Díaz *et al.* (2010) se ha utilizado el palmiche en la alimentación porcina, aunque ciertos factores, como el genotipo o el tamaño de partícula, pudieron influir negativamente en los datos obtenidos en esas circunstancias (Ly *et al.* 2015).

El objetivo de este experimento fue determinar rasgos de comportamiento en cerdos en crecimiento, alimentados con dietas parcialmente sustituidas por harina de palmiche.

Materiales y Métodos

Diseño experimental y animales. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial 2 x 4, para estudiar rasgos de comportamiento en 24 cerdos de cruce comercial (Yorkshire x Landrace x Duroc), machos castrados y hembras en la misma proporción, con peso promedio inicial de 26 kg. Los individuos pertenecían a la piara del Instituto de Ciencia Animal. Se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos, que consistieron en dietas con 0, 10, 20 y 30% de harina de palmiche, en base seca (Tabla 1). Los factores fueron el sexo y el nivel de harina de palmiche en el alimento.

Preparación de la harina de palmiche. El palmiche, con aproximadamente 30 % de MS *in natura*, se obtuvo en la finca El Uvero, perteneciente a la empresa Flora y Fauna, en el municipio Jaruco, de la provincia Mayabeque. El proceso de secado consistió en desprender las semillas de palmiche de forma manual. Más tarde, se procedió a la exposición al sol mediante la extensión de las semillas en un plato de secado, durante cinco días consecutivos, desde 8:00 a.m. hasta 4:30 p.m. El material se recogió antes del anochecer para evitar el incremento de la humedad a causa del rocío nocturno.

El material seco se almacenó en sacos, bajo techo, en naves con adecuada ventilación y bajo nivel de humedad. Se molió, cada cinco días, con el resto de los componentes de la dieta de granos y cereales, en la proporción correspondiente. Se alargó así la vida útil de la harina de palmiche, pues se sabe (Ly *et al.* 2005, Santana 2006, Díaz *et al.* 2010, Valdivié y Castro (2010) y Caro *et al.* 2014) que el palmiche se enrancia con rapidez, lo que disminuye su calidad biológica y palatabilidad por parte de los animales. Además, se facilitó la molienda de los granos de palmiche ricos en grasa, sin atascar el molino. Posteriormente, se tomó una muestra representativa del lote para conocer sus características físicas y químicas. En la tabla 1 aparecen las características de la composición química del palmiche utilizado en la prueba.

Preparación de las dietas. Las dietas se confeccionaron con granos y se formularon para contener niveles variables de harina de palmiche (0, 10, 20 y 30 % en base seca). Las características de las dietas se muestran en la tabla 2.

En la tabla 3 se presenta el contenido de nutrientes de las dietas experimentales. Como era de esperar, en la medida que se incluyó más harina de palmiche en el alimento, aumentó el porcentaje de fibra y grasa

Table 1. Chemical composition of royal palm nut

Indicator	Percentage
Dry Matter ¹	30.0
Content under dry basis	
Ashes	4.57
Organic Matter	95.43
Crude Fiber	39.18
NDF	73.70
Ether Extract	20.26
NFE	29.36
Crude Protein, Nx6.25	6.62
Gross Energy ² , kJoule/g DM	22.29

¹ *In natura*² Calculate according to Nehring and Haenlein (1973)

Table 2. Composition of experimental diets (percentage under dry basis)

Ingredients	Royal palm nut meal, %			
	0	10	20	30
Maize meal	79.5	71.5	63.6	55.6
Soy bean meal	17.0	15.3	13.6	11.9
Royal palm nut meal	-	10.0	20.0	30.0
CaCO ₃	1.0	0.9	0.8	0.7
CaHPO ₄ ·2H ₂ O	0.5	0.4	0.4	0.4
NaCl	0.5	0.5	0.4	0.3
Premix ¹	1.5	1.4	1.2	1.1

¹ Vitamins and trace elements according to NRC (2012)

Table 3. Nutrient content of experimental diets (percentage under dry basis)

Indicator	Royal palm nut meal, %			
	0	10	20	30
DM	90.77	91.12	91.43	91.78
Ashes	1.94	2.20	2.46	2.73
Organic Matter	98.06	97.80	97.54	97.37
Crude Fiber	4.13	7.64	11.14	14.64
NDF	20.02	25.33	30.75	36.11
Ether Extract	3.03	4.75	6.47	8.20
NFE	76.28	71.59	66.90	62.20
Crude Protein, Nx6.25	14.62	13.82	13.03	12.23
Gross Energy, kJoule/g DM	18.36	18.75	19.16	19.55

result, the energy: protein ratio was also modified. No fits were made to establish isoproteic or isoenergetic diets.

Animals and management. All individuals included in the test were apparently healthy, without clinical symptoms of any disease, and conveniently dewormed. Animals were housed in individual pens with cement floors and steel frames, in an open stable. Each of these pens was provided with a feeding trough and drinking trough.

Pigs were randomly distributed in the four treatments, with six repetitions each and a 2x4 factorial arrangement, consisting of four diets supplied according to the recommended daily intake scale in Cuba in conventional feeding intensive systems during growth, according to the Porcine Breeding Manual of the Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP 2008). Table 4 shows the feeding scale used. Drinking water was always available. Animals were weighed at the beginning of the experiment and every fifteen days in order to know the evolution of body weight gain curve. The experiment concluded when animals reached around 70 kg of weight, about 65 days after having begun, as an approximate average.

Chemical analysis. Most of the nutrients, except

en la dieta, y decreció el contenido de proteína bruta. Como resultado, también se modificó la relación energía:proteína. No se hicieron ajustes para establecer dietas isoproteicas o isoenergéticas.

Animales y manejo. Todos los animales incluidos en la prueba estaban aparentemente sanos, sin síntomas clínicos de padecimiento de alguna enfermedad, y convenientemente desparasitados. Se alojaron en corrales individuales, con piso de cemento y armazón de acero, en un establo abierto. Cada uno de estos corrales estaba provisto de un comedero y bebedero.

Los cerdos se distribuyeron al azar en los cuatro tratamientos, con seis repeticiones cada uno, con arreglo factorial 2 x 4. Las dietas establecidas fueron cuatro, suministradas de acuerdo con la escala de consumo diario recomendada en Cuba en sistemas intensivos de alimentación convencional durante el crecimiento, según el Manual de Crianza Porcina del Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP 2008). En la tabla 4 se presenta la escala de alimentación utilizada. El agua de bebida siempre estuvo disponible. Los animales se pesaron al inicio del experimento y cada quince días para conocer la evolución de la curva de aumento de peso corporal. El experimento concluyó cuando alcanzaron un peso de aproximadamente 70 kg, cerca de 65 d después de haber comenzado.

Tabla 4. Feeding scale for growing pigs (humid basis)

Weight range, kg	Days	Amount, kg/day
22 - 25	7	2.2
26 - 30	7	2.2
31 - 35	7	2.3
36 - 40	7	2.4
41 - 45	7	2.4
46 - 50	7	2.6
51 - 55	7	2.6
56 - 60	7	2.8
61 - 65	7	2.8
Mean, 22 - 65	63	1.98

Source: IIP (2008)

NDF, that were measured according to Van Soest *et al.* (1991), were determined by duplicate in representative samples, regarding known procedures (AOAC 2005). As it is established (Arias *et al.* 2016), concentration of organic matter was obtained from subtracting ash percentage from 100, nitrogen-free extract (NFE) was the consequence of subtracting concentrations of ash, crude fiber, ether extract and crude protein (Nx6.25) from 100, while the heat content was estimated from the chemical composition of royal palm nut through the use of Nehring and Haenlein (1973) equation, as in the other cases (Arias *et al.* 2016; Ly *et al.* 2017). All chemical determinations were carried out by duplicate.

Statistical analysis. Data were processed according to a completely randomized design with 2x4 factorial arrangement, in which factors were sex and diet (Steel *et al.* 1997), and the statistical package InfoStat (Balzarini *et al.* 2001) was used for their management.

Results

During the test, no animal showed any symptom of discomfort that could indicate any disorder apart from the performance test.

No differences were found ($P>0.05$) in the interaction sex x diet in any measure. Table 5 shows data of performance test regarding sex.

Final weight of castrated males showed no differences ($P>0.10$). In addition, there was no effect of sex on daily mean gain nor on food conversion, of DM and protein.

Table 6 shows the effect of including variable levels of royal palm nut meal in the diets. There was no significant effect ($P>0.05$) on final weight nor on daily gain with the increase of royal palm nut in the food. In the case of protein conversion, there was no statistical difference among treatments but, from a biological point of view, there was a tendency ($P<0.078$) to be lower with the increase of royal palm nut meal in the diet for pigs.

Análisis químico. La mayoría de los nutrientes, con excepción de la FDN, que se midieron de acuerdo con van Soest *et al.* (1991) se determinaron por duplicado en muestras representativas, según los procedimientos reconocidos (AOAC 2005). Como está establecido (Arias *et al.* 2016), la concentración de materia orgánica resultó de restar de 100 el porcentaje de cenizas. El extracto libre de nitrógeno (ELN) fue la consecuencia de restar de cien la suma de las concentraciones de ceniza, fibra cruda, extracto etéreo y proteína bruta (Nx6.25). El contenido calorífico se estimó a partir de la composición química del palmiche, mediante el uso de la ecuación de Nehring y Haenlein (1973), como se ha hecho en otros estudios (Arias *et al.* 2016, Ly *et al.* 2017). Todas las determinaciones químicas se hicieron por duplicado.

Análisis estadístico. Los datos se procesaron de acuerdo con un diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial 2x4. Los factores fueron el sexo y la dieta (Steel *et al.* 1997) y la manipulación se realizó mediante el uso del paquete estadístico de InfoStat (Balzarini *et al.* 2001).

Resultados

Durante el transcurso de la prueba ningún animal mostró síntoma de malestar, que pudiera indicar algún trastorno de naturaleza ajena a la prueba de comportamiento.

No se encontraron diferencias ($P>0.05$) en la interacción sexo x dieta en ninguna medida. Los datos de la prueba de comportamiento, en cuanto al efecto de sexo se muestran en la tabla 5.

El peso final de los machos castrados no presentó diferencias ($P>0.10$). Tampoco hubo efecto del sexo en la ganancia media diaria ni en la conversión alimentaria, de MS como de proteína.

El efecto de incluir niveles variables de harina de palmiche en la dieta se muestra en la tabla 6. No hubo efecto significativo ($P>0.05$) en el peso final ni en la ganancia diaria con el aumento del contenido de harina de palmiche en la dieta, aunque la conversión alimentaria de MS aumentó ligeramente con el incremento de

Table 5. Performance traits of pigs fed royal palm nut meal. Effect of sex

Indicator	Castrated males	Females	SE $\pm$	p
n	12	12	-	-
Weight, kg				
Initial	26.2	26.2	0.32	0.262
Final	72.6	70.1	0.58	0.249
Intake, kg DM/day ¹	2.45	2.41	-	-
Gain, grams	680	658	22	0.496
Conversion,				
kg DM/kg gain	3.60	3.67	0.13	0.702
kg protein/kg gain	0.469	0.504	0.066	0.208

¹Intake at scale. For details, see full text

Table 6. Performance traits of pigs fed royal palm nut meal. Effect of inclusion level

Indicator	Royal palm nut meal, %				SE $\pm$	P
	0	10	20	30		
n	6	6	6	6	-	-
Weight, kg						
Initial	26.5	26.4	26.4	26.7	0.46	0.950
Final	73.8	68.9	70.9	71.6	1.61	0.394
Intake, kg DM/day ¹	2.42	2.43	2.44	2.43	-	-
Gain, g/day	706	630	660	680	31	0.397
Conversion,						
kg DM/kg gain	3.43	3.85	3.69	3.57	0.18	0.440
kg protein/kg gain	0.501	0.531	0.480	0.435	0.060	0.078

¹Intake at scale. For some details, see full text

Discussion

Data related to nutrient content of royal palm nuts used in this research showed similar characteristics to those of the representative samples from the western part of the country or from other places in Cuba (Ly *et al.* 2005, Caro *et al.* 2015 and Arias *et al.* 2016). Therefore, it was considered that the experimental results were representative of royal palm nuts existing in Cuba, or at least from the western part.

Except data of Batista (2015), who studied feeding of castrated male and female pigs in groups with royal palm nut meal, there were no antecedents of this research belonging to the effect of sex on pigs fed royal palm nuts (Ly *et al.* 2015). Results found in the present study with animals individually housed, are in accordance with the generally accepted fact that castrated male pigs show better performance traits than females (Tribble 1991). About this matter, Batista (2015) also found better performance traits in castrated males regarding females. This information may be valuable for the design of feeding systems of developing female pigs for being used as reproducers fed with royal palm nut meal, from which there are no references either (Wahlstrom 1991).

The inclusion of royal palm nut meal for replacing from 0 up to 30 % of the diet was due to the well-known fact that pig fattening by agreement, the pig

palmiche en el alimento. En el caso de la conversión de proteína, no hubo diferencia estadística entre los tratamientos, pero desde el punto de vista biológico la tendencia fue a ser menor ($P < 0.078$) con el aumento de la harina de palmiche en la dieta de los cerdos.

Discusión

Los datos relativos al contenido de nutrientes del palmiche mostraron características similares a las de las muestras representativas del occidente de Cuba o de otros lugares del país (Ly *et al.* 2005, Caro *et al.* 2015 y Arias *et al.* 2016). Por consiguiente, se consideró que los resultados experimentales fueron característicos de un palmiche representativo del que existe en Cuba o, al menos, en su parte oeste.

Con excepción de los datos de Batista (2015), quien estudió la alimentación de cerdos machos castrados y hembras, alimentados en grupo con harina de palmiche, no existían antecedentes de esta investigación, en cuanto al efecto de sexo en los cerdos alimentados con palmiche (Ly *et al.* 2015). Los resultados que aquí se informan, con animales alojados individualmente, están en concordancia con lo generalmente aceptado. Esto es, los cerdos machos castrados exhiben mejores rasgos de comportamiento que las hembras (Tribble 1991). Sobre este particular, Batista (2015) también refirió mejores rasgos de comportamiento en cerdos machos castrados con respecto a hembras. Esta

state enterprise provides 70 % of food needs and pig farmers supply the remaining 30 % (Batista 2015 and Arias 2016). In the substitution range designed in the present experiment, it could be logical to expect that an increase of royal palm nut meal in the food should have negative consequences in the performance traits due to the growing inclusion of fiber fraction in the food (Wenk 2001, Bach Knudsen 2011, Kerr and Shurson 2013, Lindberg 2014 and Jha and Berrococo 2015). Such thing did not happen and there could be many causes for these results. First of all, royal palm nut meal was obtained here when grinding this food resource with the rest of ingredients of the diet formula, which assured a very efficient grinding of food, with an evident reduction of particle size. It is well known that a decrease of particle size contributes to a better digestive use of food (Kim *et al.* 2005 and Ly 2008). Consequently, it determines better performance traits (Mavromichalis *et al.* 2000; Ngoc *et al.* 2011). On the other hand, rectal digestibility indexes found with the same diets in another parallel experiment (Oliva *et al.* 2017), are in agreement with this hypothesis.

It should also be considered the important contribution of lipid substances within royal palm nuts to the diet, and that they have demonstrated a high digestive use (Ayala and Ly 2017). This way, even though fiber fraction of royal palm nuts determines a decrease of the energy density of diet, ether extract, mainly constituted by medium chain fatty acids or long chain unsaturated acids, usually shows a very efficient digestive use (Ly 2008), and, without doubts, this tends to counteract this negative effect of fiber fraction. The high contribution of fats to increase energy density of food is well-known (Nehring and Haenlein 1973).

Another cause could be that guaranteeing a constant and homogeneous feeding, such as the one carried out in this research, could contribute the good results. In previous experiments, together with the supply of royal palm nuts without grinding to the animals, mixing it with sugar cane molasses, could contribute to worsening performance traits of economic interest, like those reported in other researches (García *et al.* 2001 and Abeledo *et al.* 2004).

Finally, the use of a feeding at scale like the one suggested under Cuban conditions of commercial fattening (IIP 2008) could contribute to an improvement of performance traits because it is also very well-known that, under *ad libitum* feeding conditions, food conversion has a remarkable deterioration (Tribble 1991 and Patience *et al.* 2015). This subject requires more research.

It is advisable to feed growing pigs with diets that contain up to 30 % of royal palm nut meal. It is suggested to conduct performance traits in other categories, like reproducer sows.

información pudiera ser valiosa para el diseño de sistemas de alimentación de cerdas en desarrollo, con vistas a ser reproductoras alimentadas con harina de palmiche, de lo que tampoco hay referencias (Wahlstrom 1991).

La inclusión de harina de palmiche en sustitución, desde 0 hasta 30% de la dieta, obedeció a que en la ceba de cerdos por convenio, la empresa estatal porcina acuerda suministrar 70 % de las necesidades de alimento para el engorde de los animales, mientras que el porcicultor debe suplir 30 % (Batista 2015 y Arias 2016). En el rango de sustitución que se diseñó en este experimento, en principio, se pudiera esperar que el incremento de la harina de palmiche en el alimento debiera tener consecuencias adversas en los rasgos de comportamiento, debido a la incorporación creciente de la fracción fibrosa en la comida (Wenk 2001, Bach Knudsen 2011, Kerr y Shurson 2013, Lindberg 2014 y Jha y Berrococo 2015). Esto no sucedió, y varias pudieran ser las causas. En primer lugar, la harina de palmiche se obtuvo al moler este recurso alimentario con el resto de los ingredientes de la fórmula dietética, lo que aseguró una molida muy eficiente, con reducción evidente del tamaño de partícula. Es conocido que la disminución del tamaño de partícula contribuye a un mejor aprovechamiento digestivo del alimento (Kim *et al.* 2005 y Ly 2008) y, en consecuencia, determina mejores rasgos de comportamiento (Mavromichalis *et al.* 2000; Ngoc *et al.* 2011). Por otra parte, los índices de digestibilidad rectal, hallados con estas mismas dietas en otro experimento hecho en paralelo (Oliva *et al.* 2017), están en concordancia con esta hipótesis.

También se pudiera considerar el aporte importante a la dieta de sustancias lipídicas presentes en el palmiche, que han mostrado alto aprovechamiento digestivo (Ayala y Ly 2017). De esta manera, si bien la fracción fibrosa del palmiche determina una disminución en la densidad energética de la dieta, el extracto etéreo, constituido fundamentalmente por ácidos grasos de cadena media, o insaturados de cadena larga, suele mostrar un aprovechamiento digestivo muy eficiente (Ly 2008). Indudablemente, ello tiende a contrarrestar ese efecto negativo de la fracción fibrosa. Se sabe además, la alta contribución de las grasas a elevar la densidad energética del alimento (Nehring y Haenlein 1973).

En tercer lugar, el garantizar una alimentación constante y homogénea, como la que se refiere en esta investigación, pudo contribuir a los buenos resultados. En experimentos anteriores, unido al suministro de palmiche a los animales, sin que estuviese molido, el hecho de mezclarlo con melaza de caña de azúcar pudo contribuir a empeorar los rasgos de comportamiento que son de interés económico, como los informados por García *et al.* (2001) y Abeledo *et al.* (2004).

Por último, el seguir una alimentación a escala, como la sugerida en condiciones cubanas de ceba comercial (IIP 2008), pudo contribuir a mejorar los rasgos de comportamiento, ya que en condiciones de alimentación *ad libitum*, la conversión alimentaria experimenta un

Acknowledgements

This research was financed by the Project "Use of palm products in the production of pigs and rabbits" (PY P131-LH002.24). This evaluation would not be possible without the collaboration of workers of "El Uvero" farm, belonging to the enterprise Flora y Fauna, Mayabeque, who provided the royal palm nuts without cost. Thanks also to workers from plant of concentrated feed of the Institute of Animal Science due to their special care for grinding the royal palm nuts used in this experiment. In addition, thanks to technicians, mainly Ms. Olga Martínez, from the Instituto de Investigaciones Porcinas, Punta Brava, where chemical analysis of food for this experiment were carried out.

deterioro notable (Tribble 1991 y Patience *et al.* 2015). Este tema requiere de investigaciones futuras.

Es recomendable alimentar cerdos en crecimiento con dietas que contengan hasta 30 % de harina de palmiche. Se sugiere realizar pruebas de comportamiento en otras categorías, como son las cerdas reproductoras.

Agradecimientos

Se agradece al proyecto "Uso de productos de palma en la producción de ganado porcino y cunícula" (PY P131-LH002.24) por el financiamiento para esta investigación. Esta evaluación no hubiera sido posible sin la cooperación de los trabajadores de la granja "El Uvero", perteneciente a la Empresa de Flora y Fauna, en Mayabeque, quienes suministraron el palmiche sin costo alguno. Los autores desean expresar su gratitud a los trabajadores de la planta elaboradora de alimentos concentrados del Instituto de Ciencia Animal, por su especial cuidado en la molienda del palmiche utilizado en este experimento. También se agradece a los técnicos, particularmente a la Sra. Olga Martínez, del Instituto de Investigaciones Porcinas, en Punta Brava, donde se llevó a cabo el análisis químico de los alimentos utilizados en la investigación.

References

- Abeledo, C., Santana, I., Pérez, I. & Brache, F. 2004. Rasgos de comportamiento y canal de cerdos Criollo y CC21 alimentados con palmiche como única fuente de energía. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11(2):96-104
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists (AOAC) (18th edition) (W. Horwitz y G.W. Latimer, editores). Gaithersburg
- Arias, R. 2016. Caracterización química y químico-física de palmiche artemiseño y del consumo de alimento en cerdos jóvenes. Thesis MSc. Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana, pp 55
- Arias, R., Reyes, J.L., Bustamante, D., Jiménez, L., Caro, Y. & Ly, J. 2016. Caracterización química e índices químico-físicos de palmiches artemiseños para cerdos. *Livestock Research for Rural Development*, 28(3): Available: <http://www.lrrd.org/lrrd/28/3/arias.html>
- Ayala, L. & Ly, J. 2017. Factores que influyen en la digestibilidad de nutrientes en el cerdo y variaciones en el valor nutritivo del palmiche. In: *Seminario Internacional de Porcicultura Tropical*. La Habana, versión electrónica disponible en disco compacto ISBN 978 959 7208
- Bach Knudsen, K.E. 2011. Effects of polymeric carbohydrates on growth and development in pigs. *Journal of Animal Science*, 89(8):1965-1980
- Balzarini, G.M., Casanoves, F., Di Rienzo, I.A., González, A. & Robledo, C.W. 2001. Manual del Usuario (versión 1). InfoStat. Universidad de Córdoba. Córdoba (Argentina), pp 311
- Batista, R. 2015. Rasgos de comportamiento en cebras porcinas alimentadas con harina de palmiche en convenios de Granma. Thesis MSc. Universidad de Granma. Bayamo, pp 61
- Caro, Y., Bustamante, D., Arias, R., Pérez, N., Batista, R., Contino, Y., Almaguer, R., Castro, M. & Ly, J. 2015. Estudios de la composición química de palmiches cubanos destinados a alimentar ganado porcino y cunícula, *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 22:2;79-81
- Caro, Y., Bustamante, D., Arias, R., Reyes, J.L., Herrera, M., Contino, Y. & Ly, J. 2014. Uso del palmiche (*Roystonea regia* H.B.K. Cook) en la alimentación animal en cooperativas del centro y occidente de Cuba. Datos preliminares. In: *VI Encuentro Internacional de Jóvenes Agropecuarios*. San José de las Lajas, ISBN 978 959 7171 50 8.
- Díaz, J., Lezcano, P. & Román, B. 1989. Molasses B for lactating sow feeding. *Cuban J. Agric. Sci.* 23:14
- Díaz, C., Batista, R., Grageola, F., Lemus, C. & Ly, J. 2010. Patrón de consumo de cerdos Criollo Cubano alimentados con palmiche (*Roystonea regia* H.B.K. Cook). *Livestock Research for Rural Development*, 22(3): Available: <http://www.cipav.org.co/lrrd/22/3/diaz223.html>
- García, A., Rosabal, M. & Martínez, R.M. 2001. Comportamiento en la montaña de cerdos criollos x CC21 alimentados con dietas de palmiche y bajas en proteína. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 8(1):55-61
- IIP. 2008, Manual de Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina. Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP), La Habana, pp 83
- Jha, R. & Berrocoso, J.D. 2015. Review dietary fiber utilization and its effects on physiological functions and gut health of swine. *Animal*, 9(9):1441-1452
- Kerr, B.G. & Shurson, G.C. 2013. Strategies to improve fiber utilization in swine. *Journal of Animal Science and Biotechnology*,

- 4:1. Available: <http://www.jasbsci.com/content/3/1/11>
- Kim, J.C., Mullan, B.P. & Pluske, J.P. 2005. A comparison of waxy versus non-waxy wheats in diets for weaner pigs: effect of particle size, enzyme supplementation, and collection day on total tract apparent digestibility and pig performance. *Animal Feed Science and Technology*, 120(1):51-65
- Lindberg, J.E. 2014. Fiber effects in nutrition and gut health in pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5:15. Available: <http://www.jasbsci.com/content/5/1/15>
- Ly, J. 2008. Fisiología Nutricional del Cerdo. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, pp 165 (ISBN 968 833 077 9)
- Ly, J., Ayala, L. & Delgado, E. 2017. Valor nutritivo del palmiche y factores que lo afectan. *Livestock Research for Rural Development*, 29 (84). Available: <http://www.lrrd/lrrd/29/4/jly.html>
- Ly, J., Castro, M., García, A., Almaguer, R., Arias, R., Batista, R., & Grageola, F. 2015. Cane molasses and royal palm (*Roystonea regia* H.B.K. Cook) nuts for pigs. Relationships between digestive indices and performance traits. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 22:165-169
- Ly, J., Sarmiento, L. & Santos, R. 2005. Las Palmas como Fuente de Alimento para Cerdos en el Trópico. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Serie Manuales 9. Mérida, pp. 188 ISBN 970 698 04508.
- Mavromichalis, I., Hancock, J.D., Senne, B.W., Gugle, T.L., Kennedy, G.A., Hines, R.H. & Wyatt, C.L. 2000. Enzyme supplementation and particle size of wheat in diets for nursery and finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 78(10):3086-3095
- Nehring, K. & Haenlein, G.F.V. 1973. Feed evaluation and ration calculation based in net energyFAT. *Journal of Animal Science*, 36(4):949-964
- Ngoc, Tram Thi Bich, Len, Ninh Thi, Ogle, B. & Lindberg, J.E. 2011. Influence of particle size and multi-enzyme supplementation of fibrous diets on total tract digestibility and performance of weaning (8-20 kg) and growing (20-40 kg) pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 169(1):89-95
- NRC. 2012. Nutrient Requirements of Swine. National Academic Press. Washington, District of Columbia, pp 338-405
- Oliva, D., Ly, J., Martínez, M., Jiménez, L. & Rodríguez, Y. 2017. Digestibilidad rectal de nutrientes en cerdos en crecimiento alimentados con dietas de harina de palmiche. In: Seminario Internacional de Porcicultura Tropical. La Habana, ISBN 978 949 7208
- Patience, J., Rossoni-Serao, M. & Gutiérrez, N. 2015. A review of feed efficiency in swine biology and application. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(1):33
- Santana, I., García, A., Abeledo, C. & Macías, M. 2006. Evaluación de distintos factores que influyen en la ceba de cerdos Criollo Cubano. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 13:65.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. & Dickey, M. 1997. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach (tercera edición). McGraw-Hill Book Company In Company. New York, pp 666
- Tribble, L.F. 1991. Feeding growing-finishing pigs. In: *Swine Nutrition* (E.R. Miller, D.E. Ullrey y A.J. Lewis, editores). Butterworth-Heinemann. Toronto, p 509-516 ISBN 0 409 90095 8.
- Van Soest, J.P., Robertson, J.B. & Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(6):3583-3597
- Valdiviá, M. & Bicudo, S. 2011. Alimentação de animais monogástricos. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. UNESP. Editora FEPAF. Botucatu, Brazil.
- Valdiviá, M. & Castro, M. 2010. Palmiche. Alimentación de cerdos, aves y conejos. Artículos técnicos. *Revista ACPA*. Número 2.
- Wahlstrom, R.C. 1991. Feeding developing gilts and boars. In: *Swine Nutrition* (E.R. Miller, D.E. Ullrey y A.J. Lewis, editores). Butterworth-Heinemann. Toronto, p 517-526 ISBN 0 409 90095 8.
- Wenk, C. 2001. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Animal Feed Science and Technology*, 90(1):21-33

Received: November 28, 2017