

## Traits of performance and carcass of pigs fed *Arachis pintoi* forage meal under Ecuadorian Amazon conditions

### Rasgos del comportamiento y canal de cerdos alimentados con harina de forraje de *Arachis pintoi* en condiciones de la Amazonia ecuatoriana

V. Andrade-Yucailla<sup>1</sup>, J.C. Vargas-Burgo<sup>1</sup>, N. Acosta-Lozano<sup>2</sup>, and R. Lima-Orozco<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, km 1 ½ Vía a Santa Elena, La Libertad, Santa Elena, Ecuador

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV), Carretera a Camajuani km 5.5. Santa Clara, Villa Clara, Cuba

<sup>4</sup>Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UCLV, Carretera a Camajuani km 5.5. Santa Clara, Villa Clara, Cuba

Email: crisita\_2725@hotmail.com

In order to evaluate the traits of productive performance and carcass characteristics of pigs fed *Arachis pintoi* forage meal, 28 animals, with initial body weight of  $25.4 \pm 0.8$  kg and 50 days old were used, divided into two homogeneous groups (7 females and 7 castrated males in diets with 0 and 15% of inclusion of *A. pintoi* forage meal). Performance traits were evaluated in two different periods (45 and 90 days) and pigs for carcass study, at 90 days of fattening. Results showed that control group reached higher liveweight than the diet, which included 15% of *A. pintoi* forage meal (0.786; 0.734) ( $P < 0.001$ ), representing higher rate of liveweight daily gain and better food conversion (3.14; 3.22). However, performance of hot and cold carcass was similar ( $P > 0.05$ ), compared to *A. pintoi* group. The study of main cuts showed that this last group had a heavier loin, and sex only affected ( $P < 0.05$ ) loin length and back fat deposition. It can be concluded that pigs fed diets containing 15% of *A. pintoi* forage meal pigs reached more than 90 kg of liveweight and feed conversion inferior to 4, without affecting carcass performance.

Keywords: *Arachis pintoi*, pig, yield, carcass, different cuts

Socioeconomical and technological conditions of developing countries do not allow progress of a sustainable pig production, if they follow the parameters imposed by productive models transferred from developed countries (Parra *et al.* 2002). The decision of using foliage from the same scenario, where tropical pig rearing is practiced, has to take into account not only foliage yield and handling of factors that may positively modify it, but also nutritional values of these resources (Ly 2004). Specifically, *Arachis pintoi* resists grazing and continuous cuts due to the presence of stolons. It has a good association with grasses of aggressive growth, it is very good accepted by animals and has a great nutritional value for animals (Dávila *et al.* 2004). The use of forages for pig feeding brings about nutritional and physiological advantages that favor pig performance (Savón *et al.* 2005). Due

Para evaluar los rasgos del comportamiento productivo y características de la canal de cerdos alimentados con harina de forraje de *Arachis pintoi*, se utilizaron 28 animales con peso vivo inicial de  $25.4 \pm 0.8$  kg, con 50 días de edad, divididos en dos grupos homogéneos (7 hembras y 7 machos castrados en las dietas 0 y 15 % de inclusión de harina de forraje de *A. pintoi*). Los rasgos del comportamiento se evaluaron en dos periodos diferentes (45 y 90 días) y los cerdos para el estudio de la canal, a los 90 días de ceba. Los resultados mostraron que el grupo control alcanzó peso vivo mayor con respecto a la dieta, que incluyó 15 % de harina de forraje de *A. pintoi* (0.786; 0.734) ( $P < 0.001$ ), lo que representó mayor ritmo de ganancia diaria de peso vivo y mejor conversión alimentaria (3.14; 3.22). Sin embargo, el rendimiento de la canal, fría como caliente, fue similar ( $P > 0.05$ ) con respecto al grupo *A. pintoi*. El estudio de los cortes principales mostró que este último grupo presentó un lomo más pesado, y el sexo solo afectó ( $P < 0.05$ ) la longitud del lomo y la deposición de grasa dorsal. Se concluye que los cerdos alimentados con dietas que contienen harina de forraje de *A. pintoi* en 15 % alcanzaron más de 90 kg de peso vivo y conversión alimentaria inferior a 4, sin afectación en el rendimiento de la canal.

Palabras clave: *Arachis pintoi*, cerdo, rendimiento, canal, cortes diferenciados.

Las condiciones socioeconómicas y tecnológicas de los países en vías de desarrollo no permiten el progreso de la producción porcina de manera sustentable, si se siguen los parámetros impuestos por los modelos productivos transferidos de países desarrollados (Parra *et al.* 2002). La decisión de usar follajes procedentes del mismo escenario, donde se practica la porcicultura tropical, tiene que tener en cuenta no solo los rendimientos del follaje y la manipulación de los factores que los modifiquen favorablemente, sino también el valor nutritivo de estos recursos (Ly 2004). Particularmente, *Arachis pintoi* es una especie que resiste el pastoreo y los cortes sucesivos por la presencia de estolones. Se asocia bien con gramíneas de crecimiento agresivo, es muy aceptable por los animales y posee buen valor nutritivo para los animales (Dávila *et al.* 2004). La utilización de forrajes en la alimentación de los cerdos trae consigo ventajas nutricionales y fisiológicas,

to demands and quality requirements of pork market nowadays, it is necessary to know the mechanism of meat production to guarantee a good-quality product (Jerez-Timaure *et al.* 2013). In addition, the inclusion of *A. pintoi* forage meal, produced under Ecuadorian Amazon conditions, in diets for growing-fattening pigs, acceptable values of intake and nutrient digestibility are obtained (Andrade *et al.* 2015).

The objective of this research was to evaluate productive performance and carcass characteristics of growing-fattening pigs, fed *Arachis pintoi* forage meal.

### Materials and Methods

The research was conducted at Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica – CIPCA, de la Universidad Estatal Amazónica en el Programa Porcino. This institution is located in km 44, vía Puyo – Tena, Canton “Carlos Julio Arosemena Tola”, Napo province, at 700 m o.s.l., 1°13' 33.267" S and 78°01' 0" W and 4,000 mm of annual precipitation, 80 % of relative humidity and 25 °C average temperature.

*Arachis pintoi* forage meal production. Forage production started with established crops of CIAT-18751 (year 2012) forage peanut, which were previously performed a homogenization cut. An establishment period of 60 d was constituted. After this establishment period, the land was mowed in order to start the harvest of forage every 35 d for producing meal, according to recommendations of INEC (2010). This crop was fertilized with worm humus, at a rate of 12 t/ha/year. Harvest was performed at a cut height of 5 cm from the soil (Dávila *et al.* 2011).

Forage of each cut was dried in an artisanal bombo-shaped dryer (used for forage drying in the Ecuadorian Amazon region), with an operation of oil liquid gas, rotation and continuous hot air (160 °C) flow, and a drying capacity of 70 kg per hour. Later, in the food laboratory, samples were ground with a hammer grinder (Stihl, Ecuador), and a sieve with particle size of 1 mm. Each cut lot (1.1-1.3 t DM) was stored at 25 ± 2 °C until its use (only one cut lot was used for this study).

*Formulated diets.* Two diets were prepared, a control (0 %) and an experimental (15 % of *A. pintoi* cv. CIAT – 18751 forage meal inclusion). These diets were isoproteic and isoenergetic (table 1), according to recommendations of NRC (2012) for each growth-fattening stage. Composition of *A. pintoi* forage meal was 910 g of dry matter (DM)/kg of meal, 259 g (CP)/kg DM, 12.9 MJ of digestible energy (DE)/kg DM, 10.6 MJ of metabolizable energy (ME)/kg DM, 205 g of crude fiber (CF)/kg DM.

*Animals and management.* An amount of 28 female and castrated male pigs of commercial crossing (Landrace x Duroc Jersey) were used (25.4 ± 0.8 kg of

que favorecen el comportamiento porcino (Savón *et al.* 2005). Debido a las exigencias y los requisitos de calidad que exige el mercado de carne de cerdo en la actualidad, es necesario conocer el mecanismo de la producción de carne para garantizar la calidad del producto (Jerez-Timaure *et al.* 2013). Además, cuando la harina de forraje de *A. pintoi*, producida en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana, se incluye en dietas para cerdos en crecimiento ceba se obtienen valores aceptables de consumo y digestibilidad de nutrientes (Andrade *et al.* 2015).

El objetivo de esta investigación consistió en evaluar rasgos de comportamiento productivo y características de la canal de cerdos en crecimiento-ceba, alimentados con harina de forraje de *Arachis pintoi*.

### Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica – CIPCA, de la Universidad Estatal Amazónica en el Programa Porcino. Esta institución está ubicada en el km 44, vía Puyo – Tena, Cantón “Carlos Julio Arosemena Tola”, Provincia de Napo, a los 700 m.s.n.m., 1°13' 33.267" latitud Sur y a 78°01' 0" longitud Oeste, 4000 mm de precipitación anual, 80 % de humedad relativa y temperatura promedio de 25 °C.

*Producción de harina de forraje de A. pintoi.* La producción de forraje se realizó a partir de cultivos establecidos de maní forrajero CIAT - 18751 (año 2012), a los que previamente se les realizó un corte de homogenización. Se constituyó un período de establecimiento de 60 d. Transcurrido este período de establecimiento, se segó para comenzar la cosecha del forraje cada 35 d para producir la harina, de acuerdo con las recomendaciones de INEC (2010). El cultivo se fertilizó con humus de lombriz, a razón de 12 t/ha/año. La cosecha se realizó a altura de corte de 5 cm del suelo (Dávila *et al.* 2011).

El forraje en cada corte se secó en un secadero artesanal (utilizado para secado de forrajes en la región amazónica de Ecuador) en forma de bombo, con funcionalidad a gas licuado de petróleo, rotación y flujo de aire caliente (160 °C) continuo, con capacidad de secado de 70 kg por hora. Posteriormente, en el laboratorio de alimentos, se molió en un molino de martillo (Stihl, Ecuador), provisto de criba para tamaño de partícula de 1 mm. Cada lote de corte (1.1-1.3 t MS) se almacenó a 25 ± 2 °C hasta su uso (para este estudio solo se uso un lote de corte).

*Dietas formuladas.* Se prepararon dos dietas, una control (0 %) y una experimental (15 % de inclusión de harina de forraje de *A. pintoi* cultivar CIAT – 18751). Se formularon isoproteicas e isoenergéticas (tabla 1), según las recomendaciones de la NRC (2012) para cada etapa de crecimiento-ceba. La composición de la harina de forraje de *A. pintoi* fue: 910 g de materia seca (MS)/kg de harina, 259 g PB/kg MS, 12.9 MJ de energía digestible (ED)/kg MS, 10.6 MJ de energía metabolizable (EM)/kg MS, 205 g de fibra bruta/kg MS.

*Animales y manejo.* Se emplearon 28 cerdos de ambos

Table 1. Characteristics of experimental diets (% on dry basis)

Raw material	Control		<i>A. pintoi</i>	
	Growth	Fattening	Growth	Fattening
<i>A. pintoi</i> FM	0.00	0.00	15.00	15.00
Corn meal	73.38	83.34	62.55	72.51
Soy cake	18.63	14.32	12.01	7.70
Fish meal	5.00	0.00	5.00	0.00
Vegetal fat	0.85	0.20	3.30	2.65
Antioxidants	0.03	0.03	0.03	0.03
NaCl	0.20	0.20	0.20	0.20
Mineral-vitamin nucleus	1.50	1.50	1.50	1.50
Antimycotics	0.03	0.03	0.03	0.03
Coccidiostats	0.03	0.03	0.03	0.03
Calcium carbonate	0.10	0.10	0.10	0.10
Calcium monophosphate	0.05	0.05	0.05	0.05
Methionine+ Cysteine	0.20	0.20	0.20	0.20
Composition, determined data				
DM	89.02	88.53	89.61	89.12
CP	18.00	14.00	18.00	14.00
CF	2.23	2.33	4.86	4.96
DE (MJ/kg MS)	14.27	14.27	14.55	14.55
ME (MJ/kg MS)	13.70	13.70	13.70	13.70

*A. pintoi* FM, Arachispinto forage meal; mineral vitamin nucleus [copper (12.0 mg), iron (135 mg), manganese (6.16 mg), zinc (135 mg), selenium (0.30 mg), choline (886 mg), thiamine (3.5 mg), riboflavin (5.05 mg), Vitamin A (515 UI) and Vitamin E (33.2 mg)]

<sup>1</sup>Determined in Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Pichincha, Ecuador, in accordance with Universidad de Florida (1970a, b, c, d, e) for DM, CP and CF, in accordance with Universidad de Florida (1974a, b, c), for DE and ME

initial LW), which were clinically healthy according to methodology of Cuesta *et al.* (2007). Animals were kept in individual pens and divided into two treatments, at a rate of 14 animals per treatment (seven females and seven males), a control diet (without the inclusion of *Arachis pintoi* forage meal) and an experimental diet (*A. pintoi* = 15 % of *A. pintoi* forage meal inclusion) for 90 d. Every 15 days, animals were weighed in fasting during the morning, to adjust feed intake to 25 °C, according to NRC (2012). Feed was offered to animals in two daily rations (8:00 and 14:00 h) and water was offered *ad libitum*. These animals were individually weighed before the beginning of the experiment and every 14 d. Pigs had 10 d to adapt to diets and to individual cage system before the beginning of the experiment.

**Carcasses.** At the end of growth-fattening experimental period, pigs had a fasting period for 24 h. They were weighed and moved to the slaughter house from Camal Municipal of Puyo, where stun, bleeding and meat cuts were performed (Gobierno Constitucional de la República del Ecuador 1996, NPPC 2000). Later, they were weighed to obtain weight of hot carcass, with head and legs, as well as weight of all viscera, including

sexos, hembras y machos castrados de cruce comercial (Landrace x Duroc Jersey) (25.4 ± 0.8 kg de PV inicial), clínicamente sanos según metodología de Cuesta *et al.* (2007). Los animales se alojaron en corrales individuales y se organizaron en dos tratamientos, a razón de 14 animales por tratamiento (siete hembras y siete machos), una dieta control (sin inclusión de harina de forraje de *A. pintoi*) y otra experimental (*A. pintoi* = 15 % de inclusión de harina de forraje de *A. pintoi*) durante 90 d. Cada 15 d, los animales se pesaron en ayuno durante la mañana para ajustar el consumo de alimento para ambientes a 25 °C, según el NRC (2012). El alimento se ofreció a los animales en dos raciones diarias (8:00 y 14:00 h) y el agua fue ofertó *ad libitum*. Los animales se pesaron de forma individual antes del comienzo del experimento y cada 14 d. Los cerdos tuvieron 10 d de adaptación a las dietas y al sistema de alojamiento individual, antes del comienzo del experimento.

**Canales.** Al concluir el período experimental de crecimiento-ceba, los cerdos se sometieron a un período de ayuno durante 24 h. Se pesaron y trasladaron a la sala de sacrificio del Camal Municipal de la ciudad de Puyo, donde se realizó el aturdimiento, desangrado y eviscerado (Gobierno Constitucional de la República del Ecuador 1996, NPPC 2000). Posteriormente, se pesaron para obtener

their contents. Carcasses were moved to a chamber, at 4 °C of temperature, for 24 h, up to their evaluation (Gobierno Constitucional de la República del Ecuador 1996, NPPC 2000).

Cold carcasses were weighed and moved in a refrigerated truck (Gobierno Constitucional de la República del Ecuador 1996) to the lab of the Escuela de Agroindustrias of the Universidad Estatal Amazónica, where their heads were removed and were longitudinally divided, in order to obtain right and left halves of each carcass. Each weight was recorded (Gobierno Constitucional de la República del Ecuador 1996, NPPC 2000).

Thickness of dorsal fat, carcass length and cut, were the quantitative characteristics evaluated according to criteria of the Gobierno Constitucional de la República del Ecuador (1996), Gómez *et al.* (2013).

For the cut, a set of 16 stainless steel knives (Tramontina, Brazil) and a cutting saw (Kentmaster 75, California, US) were used for carcasses. For weighing, Justus (Mod-75, 150 kg  $\pm$  20 g, Guayaquil, Ecuador) and Radwag (PS/R1, 3500 g  $\pm$  10 mg, Radom, Poland) scales were used. For measuring length, tape measure (Tajima EPK-30, 30 m  $\pm$  0.01 mm, Tajima, Japan) and slide gauge (Starrett 1200, 12 inches  $\pm$  0.0001 inches, Massachusetts, USA) were used accordingly.

*Statistics.* Characteristics of animal productive performance were liveweight, daily weight gain, food conversion, hot carcass weight, cold carcass, fat thickness in the main cuts and weight of main cuts. A completely random design was used, in a 2 $\times$ 2 factorial arrangement. Factors were diet and sex. Initial weight was considered as a concomitant variable and, in the cases with significance, treatment measures were fit. For mean comparison analysis, Tukey (1958) test was used.

In addition, a Pearson correlation analysis was performed, as well as a linear regression according to Steel *et al.* (1997), in order to know if there was association and important relation between variables nutrient intake and LW0.75. In the case of regression analysis, statistical criteria, model significance, determination coefficient ( $R^2$ ) and correlation coefficient ( $r$ ) were taken into consideration. For data analysis, statistical package SPSS ver. 21 (IBM Corporation 2012) was used.

## Results and Discussion

Table 2 shows the main indicators of productive performance. The animals, at the beginning of the experiment, showed similar LW ( $P > 0.05$ ), but at different periods of the evaluation (45 and 90 d) of the supply of studied diets. The control group reached a higher LW ( $P < 0.001$ ), which resulted in higher rate of LW daily gain and better feed conversion. However, the group receiving the diet with 15% of *A. pintoii* forage

el peso de la canal caliente, con la cabeza y las patas, al igual que el peso de todas las vísceras, incluido sus contenidos según corresponda. Las canales se trasladaron a una cava o cuarto frío, a temperatura de 4 °C, durante 24 h, hasta su evaluación (Gobierno Constitucional de la República del Ecuador 1996, NPPC 2000).

Las canales frías se pesaron y se trasladaron en un camión refrigerado (Gobierno Constitucional de la República del Ecuador 1996) al Laboratorio de la Escuela de Agroindustrias de la Universidad Estatal Amazónica, donde se les removió la cabeza y se dividieron longitudinalmente, para obtener las mitades derecha e izquierda de cada una. Se registró el peso respectivo (Gobierno Constitucional de la República del Ecuador 1996, NPPC 2000).

El espesor de la grasa dorsal, la longitud de la canal y el desposte, fueron características cuantitativas evaluadas, según criterios del Gobierno Constitucional de la República del Ecuador (1996), Gómez *et al.* (2013).

Para el desposte se utilizó un juego de 16 cuchillos de acero inoxidable (Tramontina, Brasil) y una sierra de corte (Kentmaster 75, California, US) para canales. Para el pesaje, se utilizaron las balanzas Justus (Mod-75, 150 kg  $\pm$  20 g, Guayaquil, Ecuador) y Radwag (PS/R1, 3500 g  $\pm$  10 mg, Radom, Polonia). Para las mediciones de longitud, se emplearon cintas métricas (TajimaEPK-30, 30 m  $\pm$  0.01 mm, Tajima, Japón) y pies de rey (Starrett 1200, 12 pulgadas  $\pm$  0.0001 pulgada, Massachusetts, USA), según correspondió.

*Estadística.* Los rasgos del comportamiento productivo de los animales fueron: peso vivo, ganancia media diaria, conversión alimentaria, peso caliente de la canal, canal fría, espesor de la grasa en los cortes principales y pesos de los cortes principales. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, en arreglo factorial 2 $\times$ 2. Los factores fueron dieta y sexo. El peso inicial se consideró como variable concomitante y, en los casos en los que fue significativo, se ajustaron las medias de los tratamientos. Para el análisis de la comparación de medias, se utilizó la dócima Tukey (1958).

Además, se realizó análisis de correlación de Pearson y regresión lineal según Steel *et al.* (1997), para conocer si existió asociación y relación importante entre las variables consumo de los nutrientes y el PV0.75. En el caso del análisis de regresión, se tuvieron en cuenta los criterios estadísticos, significación del modelo, coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y coeficiente de correlación ( $r$ ). Para el análisis de los datos, se utilizó el paquete estadístico SPSS ver. 21 (IBM Corporation 2012).

## Resultados y Discusión

Los principales indicadores del comportamiento productivo se presentan en la tabla 2. Los animales, al inicio del experimento, presentaron similar PV ( $P > 0.05$ ), pero a diferentes períodos de evaluación (45 y 90 d) del suministro de las dietas estudiadas. El grupo control alcanzó un PV mayor ( $P < 0.001$ ), lo que se tradujo en mayor ritmo de ganancia diaria de PV y

meal inclusion reached a LW superior to 90 kg, at 90 d of fattening, which was a value considered as acceptable (NRC 1998).

The rate of gain shown by the diet containing *A. pintoii* was comparable to *Trichanthera gigantea* forage meal (522 g/d), included in a 15%. In both cases, the feed conversion experienced a slight, but significant variation (Ly 2004). However, the literature has reported performance traits of pigs, at the end of fattening, superior to 600 g/d in diets with 15% of inclusion of leaf meal of *Morus alba* or *Manihot esculenta* or *Leucaena leucocephala* (Ly 2004).

In addition, at 45 and 90 d of fattening, sex (female vs. male) showed influences ( $P < 0.01$ ) in LW (45 d: 51.1 vs. 51.8 kg; 90 d: 93.2 vs. 94.3 kg, respectively), the DMG (45 d: 0.574 vs. 0.588 kg/d; 90 d: 0.566 vs. 0.574 kg/d, respectively) and feed conversion, which were higher than those reported by González *et al.* (2011), using sweet potato foliar residues (0.557, 0.538 and 0.525), (e.g. in terms of DM: 45 d: 3.50 vs. 3.58; 90 d: 3.16 vs. 3.20, respectively), without existing interdependencies ( $P > 0.05$ ) between diet and sex (table 2).

In this regard, the NRC (2012) states that sex is one of the factors that is not related to feed, which has an important role in the productive performance of pigs.

Similarly, Mederos *et al.* (2009) report that domestic products may be included in rations for fattening pigs up to 20% of the diet, with acceptable productive response.

mejor conversión alimentaria. No obstante, el grupo que recibió la dieta con 15 % de inclusión de harina de forraje de *A. pintoii* alcanzó PV superior a 90 kg, a los 90 d de ceba, valor catalogado como aceptable (NRC 1998).

El ritmo de ganancia mostrado por la dieta que contenía *A. pintoii* fue comparable con la harina de forraje de *Trichanthera gigantea* (522 g/d), incluida en 15 %. En ambos casos, la conversión alimentaria experimentó variación ligera, pero significativa (Ly 2004). No obstante, se ha informado en la literatura rasgos de comportamiento de cerdos al finalizar ceba superiores a 600 g/d en dietas con 15 % de inclusión de harina de hojas de *Morus alba* o *Manihot esculenta* o *Leucaena leucocephala* (Ly 2004).

Además, a los 45 d como a los 90 d de engorde, el sexo (hembra vs. macho) mostró influencias ( $P < 0.01$ ) en el PV (45 d: 51.1 vs. 51.8 kg; 90 d: 93.2 vs. 94.3 kg, respectivamente), la GMD (45 d: 0.574 vs. 0.588 kg/d; 90 d: 0.566 vs. 0.574 kg/d, respectivamente) y la conversión alimentaria, valores que fueron superiores a los informados por González *et al.* (2011), al utilizar residuos foliares de boniato (0.557; 0.538 y 0.525), (ejemplo en términos de MS: 45 d: 3.50 vs. 3.58; 90 d: 3.16 vs. 3.20, respectivamente), sin existir interdependencias ( $P > 0.05$ ) entre la dieta y el sexo (tabla 2).

Al respecto, la NRC (2012) plantea que el sexo es uno de los factores no asociados al alimento, que tiene una función importante en el desempeño productivo de los cerdos.

De igual manera, Mederos *et al.* (2009) refieren que se pueden incorporar productos nacionales en raciones

Table 2. Traits of the productive performance of pigs fed diets, including or not, *A. pintoii* forage meal in 15 %

Indicators	Diets		SE±	P			
	Control	<i>A. pintoii</i>		D	S	DxS	bx
Live weight (kg)							
Initial	25.36	25.35	0.021	0.717	0.192	0.547	-
At 45 d	52.74	50.21	0.109	<0.001	0.001	0.255	0.272
At 90 d	96.10	91.38	0.108	<0.001	<0.001	0.964	0.856
LW gain (kg/d)							
From 0-45 d	0.608	0.553	0.002	<0.001	0.001	0.250	0.861
From 46-90 d	0.964	0.915	0.003	<0.001	0.009	0.290	0.225
From 0-90 d	0.786	0.734	0.001	<0.001	<0.001	0.919	0.253
Conversion (kg DM/kg increase in LW)							
From 0-45 d	3.44	3.63	0.015	<0.001	0.002	0.436	0.788
From 45-90 d	2.95	2.97	0.008	0.226	0.009	0.347	0.174
From 0-90 d	3.14	3.22	0.005	<0.001	<0.001	0.530	0.289
Conversion (g CP/ kg increase in LW)							
From 0-45 d	40.03	42.20	0.174	<0.001	0.001	0.392	0.801
From 45-90 d	47.37	47.54	0.133	0.337	0.009	0.276	0.228
From 0-90 d	44.53	45.52	0.073	<0.001	<0.001	0.794	0.286
Conversion (MJME/ kg increase in LW)							
From 0-45 d	3.15	3.32	0.014	<0.001	0.002	0.390	0.746
From 45-90 d	4.58	4.59	0.013	0.311	0.008	0.253	0.221
From 0-90 d	4.02	4.11	0.007	<0.001	<0.001	0.711	0.226

Animals with the highest metabolic liveweight (PV0.75) had lower daily intakes of DM per kg of PV0.75 (Figure 1), CP (Figure 2) and E (Figure 3), regardless of sex and diet. These relationships show high, negative and highly significant correlations ( $P < 0.001$ ), and demonstrate that pigs, fed diets with 15% of *A. pinto* forage meal inclusion, showed a similar pattern of daily intake per unit of metabolic weight.

de cerdos en ceba hasta 20 % de la dieta, con aceptable respuesta productiva.

Los animales con mayor peso vivo metabólico (PV0.75) realizaron menores consumos diarios de MS por kg de PV0.75 (figura 1), PB (figura 2) y EM (figura 3), independientemente del sexo y de la dieta que recibieron. Estas relaciones manifiestan correlaciones altas, negativas y altamente significativas ( $P < 0.001$ ). Además, demuestran que los cerdos, alimentados con

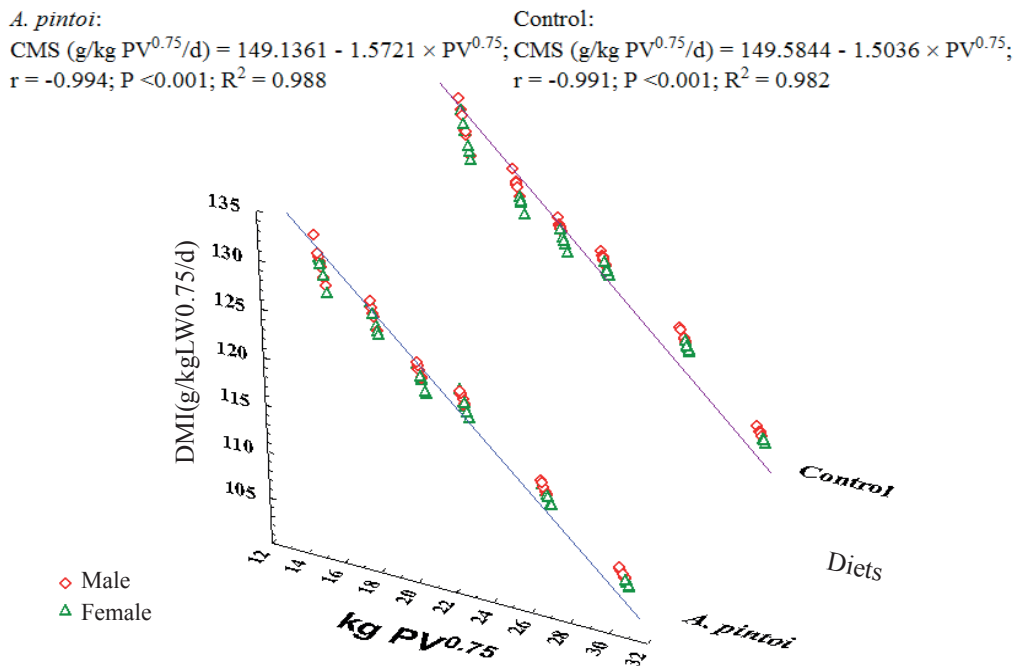


Figure 1. Dry matter intake (DMI) and metabolic live weight (LW0.75) of pigs fed diets, including or not, *A. pinto* meal at 15%.

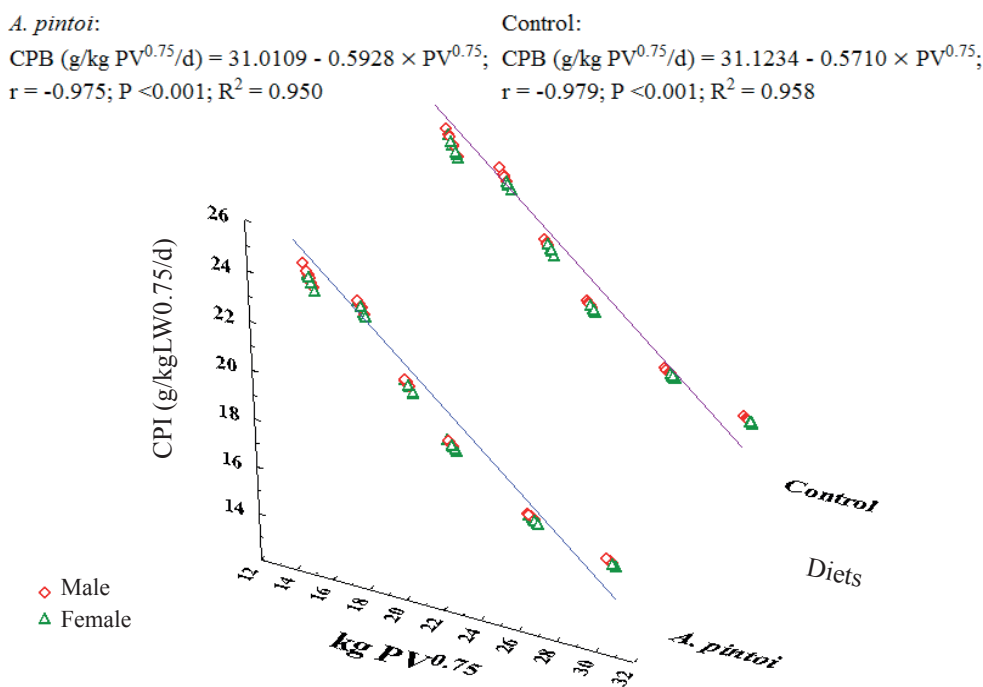


Figura 2. Crude protein intake (CPI) and metabolic live weight (LW0.75) of pigs fed diets, including or not, *A. pinto* meal in 15%

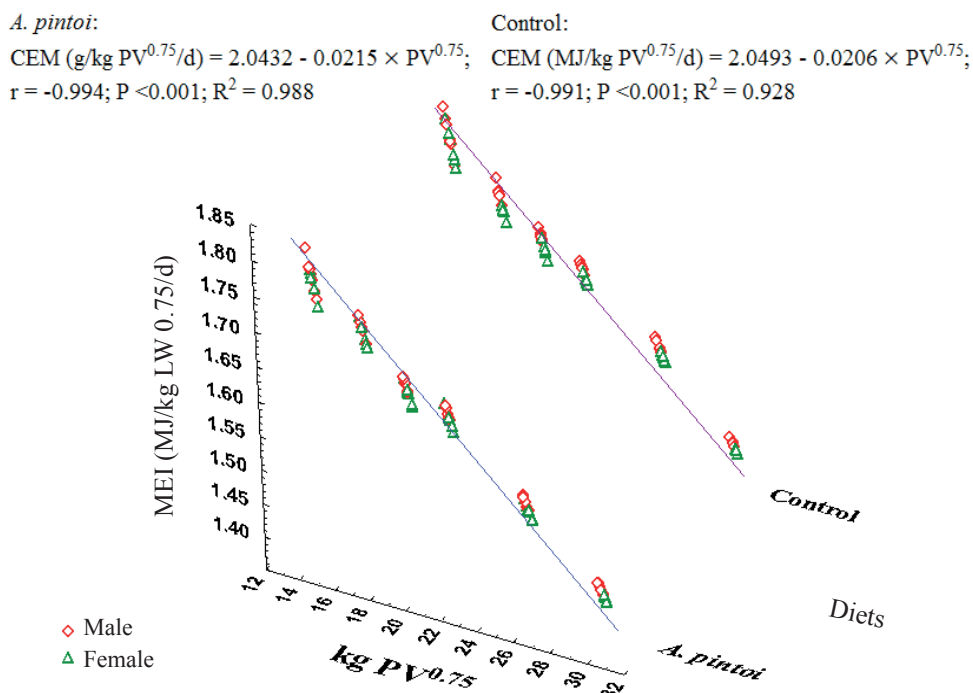


Figure 3. Metabolizable energy intake (MEI) and metabolic live weight (LW0.75) of pigs fed diets, including or not, *A. pinto* meal in 15 %

Carcasses. Although the animal performance indicators (table 2) were higher in the control diet, when compared to the diet that included 15% of *A. pinto* forage meal, the yield of the carcass, hot and cold, did not have differences ( $P > 0.05$ ) between both groups (table 3). The results, regarding the carcass yield, showed satisfactory indicators, and were comparable or superior to other researches. In Cuba, Ly (2004) reported 78% in diets with a 15% inclusion of *Morus alba* leaf meal. In Ecuador, Estupiñán and Vasco (2009) reported 70% in diets with 18 % inclusion of *Morus alba* leaf meal. Colina *et al.* (2010), in Venezuela, achieved 64% in diets with 25% inclusion of *Bactris gasipaes* fruit meal. And in Uruguay, Capra *et al.* (2011) reported 79.4%, using a feeding system with conventional diet, restricted with access to grazing.

Respecting the main cuts, only effect ( $P < 0.05$ ) of the diet on the loin weight was evidenced. Pigs fed with the diet that included the 15% inclusion of *A. pinto* foliage meal showed the best results. While the sex (female vs. male, respectively) affected ( $P < 0.01$ ) the weights of the hot carcass (74.5 vs. 83.4 kg) as cold (73.9 vs. 83.3 kg). Although the carcasses of pigs fed with 15 % of *A. pinto* foliage meal were numerically smaller, they were found in the range of the carcasses of pigs arriving at the slaughterhouse, according to Jerez-Timaure *et al.* (2013) study, who found carcasses weights between 57 and 85 kg in the slaughtered pig lots. The consulted literature reports that the weight of the main cuts is not affected by the inclusion of meals from local sources, provided that the weights and ages at slaughter are similar (Colina *et al.* 2010).

dietas con 15 % de inclusión de harina de forraje de *A. pinto*, manifestaron un patrón similar de consumo diario por unidad de peso metabólico.

Canales. A pesar de que los indicadores del comportamiento animal (tabla 2) fueron superiores en la dieta control, al compararlos con la dieta que incluyó 15 % de harina de forraje de *A. pinto*, el rendimiento de la canal, caliente como fría, no presentó diferencias ( $P > 0.05$ ) entre ambos grupos (tabla 3). Los resultados, en cuanto al rendimiento de la canal, mostraron indicadores satisfactorios, y fueron comparables o superiores a otros trabajos. En Cuba, Ly (2004) informó 78 % en dietas con 15 % de inclusión de harina de hojas de *Morus alba*. En Ecuador, Estupiñán y Vasco (2009) refirieron 70 % en dietas con 18 % de inclusión de harina de hojas de *Morus alba*. Colina *et al.* (2010), en Venezuela, lograron 64 % en dietas con 25 % de inclusión de harina del fruto de *Bactris gasipaes*. Y en Uruguay, Capra *et al.* (2011) informaron 79.4 %, al utilizar un sistema de alimentación con dieta convencional, restringido con acceso a pastoreo.

En cuanto a los cortes principales, solo se evidenció efecto ( $P < 0.05$ ) de la dieta en el peso del lomo. Los cerdos alimentados con la dieta que incluyó el 15 % de inclusión de harina de follaje de *A. pinto* mostró los mejores resultados. Mientras que el sexo (hembra vs. macho, respectivamente) afectó ( $P < 0.01$ ) los pesos de la canal caliente (74.5 vs. 83.4 kg) como fría (73.9 vs. 83.3 kg). A pesar de que las canales de los cerdos alimentados con 15 % de harina de follaje de *A. pinto* fueron numéricamente más pequeñas, se encontraron en el rango de las canales de los cerdos que llegan al matadero, según el estudio de Jerez-Timaure *et al.* (2013), quienes encontraron pesos de canales entre 57 y 85 kg en los lotes de cerdos sacrificados. La literatura consultada refiere que el peso de los cortes

Table 3. Carcass yield and main cuts in pigs fed diets, including or not, *A. pinto* forage meal in 15 %

Indicators (kg)	Diets		SE±	P			
	Control	<i>A. pinto</i>		D	S	DxS	bx
Hot carcass weight	80.79	77.08	1.265	0.090	0.003	0.992	0.345
HCY <sup>1</sup> , %	84.16	84.36	1.199	0.865	0.597	0.646	0.580
Cold carcass weight	80.31	76.96	1.265	0.136	0.003	0.841	0.326
CCY <sup>2</sup> , %	83.62	84.22	1.278	0.709	0.836	0.849	0.535
Head	7.37	7.13	0.150	0.326	0.830	0.893	0.753
Jowl	1.14	1.25	0.040	0.073	0.794	0.240	0.272
Sirloin	0.47	0.53	0.031	0.204	0.693	0.608	0.337
Loin	5.58	6.43	0.183	0.017	0.096	0.189	0.148
Ham	10.01	11.07	0.373	0.088	0.473	0.779	0.765
Arm	7.07	7.00	0.212	0.825	0.532	0.568	0.861
Bacon	0.94	0.96	0.009	0.199	0.376	0.773	0.416
Rib	4.05	3.95	0.142	0.717	0.935	0.829	0.205
Bondiola	3.04	3.13	0.219	0.723	0.179	0.286	0.379
Hide	3.84	4.07	0.245	0.539	0.675	0.560	0.777
Belly	0.97	1.07	0.049	0.161	0.580	0.724	0.292

<sup>1</sup>HCY: hot carcass yield<sup>2</sup>CCY: cold carcass yield

Referring to the weight of the different viscera and their contents (table 4), no effect ( $P > 0.05$ ) of the diet or sex was observed. However, the digestive system of pigs fed with 15% of *A. pinto* forage meal was slightly heavier than the digestive system of pigs fed with the control diet. This was apparently due to the higher fiber content in the former diet with respect to the latter (Ly 2008a).

In relation to the carcasses dimensions, main

principales no se afecta por la inclusión de harinas de fuentes locales, siempre que los pesos y las edades al sacrificio sean similares (Colina *et al.* 2010).

En cuanto al peso de las diferentes vísceras y sus contenidos (tabla 4), no se constató efecto ( $P > 0.05$ ) de la dieta ni del sexo. No obstante, el aparato digestivo de los cerdos alimentados con 15 % de harina de forraje de *A. pinto* fue ligeramente más pesado que el sistema digestivo de los cerdos que se alimentaron con la dieta control. Esto

Table 4. Weight of fat, viscera and their content in pigs fed diets, including or not, *A. pinto* forage meal in 15%

Indicators (kg)	Diets		SE±	P			
	Control	<i>A. pinto</i>		D	S	DxS	bx
Heart	0.44	0.49	0.024	0.154	0.051	0.145	0.308
Lung	1.31	1.39	0.188	0.717	0.335	0.893	0.400
Trachea	0.58	0.62	0.059	0.655	0.715	0.727	0.867
Liver	1.62	1.69	0.048	0.355	0.412	0.259	0.774
Kidneys	0.35	0.39	0.018	0.123	0.606	0.169	0.127
Pancreas	0.21	0.26	0.027	0.571	0.243	0.988	0.197
Tongue	0.46	0.46	0.018	0.677	0.960	0.812	0.345
Full stomach	1.41	1.32	0.108	0.522	0.306	0.043	0.250
Empty stomach	0.76	0.79	0.040	0.550	0.787	0.793	0.836
Small intestine	1.74	1.94	0.092	0.144	0.506	0.686	0.162
Large intestine	2.19	2.40	0.099	0.174	0.885	0.338	0.603
Fat	0.87	0.96	0.079	0.389	0.415	0.771	0.699
Full DT	13.10	14.06	0.294	0.051	0.967	0.299	0.703
Empty DT	10.85	11.38	0.338	0.326	0.485	0.934	0.580
Stomach content	0.65	0.53	0.116	0.429	0.298	0.064	0.254
Bile	0.07	0.08	0.006	0.108	0.662	0.176	0.389

Full DT: full digestive tract

Empty DT: empty digestive tract



cuts, stomach and intestines (table 5), the diets used influenced ( $P < 0.05$ ) on the carcass length, the hand and the stomach, where pigs that intake diets with 15 % inclusion of *A. pinto* forage meal exhibited longer canals, shorter hands and longer stomachs. However, both groups showed dimensions of their structures in the parameters of pigs with similar slaughter weight (Diéguez *et al.* 1995, Ly 2008b, Jerez-Timaure *et al.* 2013). The higher length of the stomach shown by pigs which intake a diet with 15 % inclusion of *A. pinto* forage meal is related to the role played by the higher fibrous content of this in the growth of the digestive organs (Ly 2008a).

In this study, the weight of the main cuts was found

se debió, al parecer, al mayor contenido de fibra en la dieta de los primeros respecto a estos últimos (Ly 2008a).

Respecto a las dimensiones de las canales, cortes principales, estómago e intestinos (tabla 5), las dietas empleadas influyeron ( $P < 0.05$ ) en la longitud de la canal, de la mano y del estómago, donde los cerdos que consumieron dietas con 15 % de inclusión de harina de forraje de *A. pinto* exhibieron canales más largas, manos más cortas y estómagos más largos. Sin embargo, ambos grupos mostraron dimensiones de sus estructuras en los parámetros de cerdos con similar peso al sacrificio (Diéguez *et al.* 1995, Ly 2008b, Jerez-Timaure *et al.* 2013). La mayor longitud del estómago mostrado por los cerdos que consumían una dieta con 15 % de inclusión

Table 5. Dimensions of the main cuts of pigs fed diets, including or not, *A. pinto* forage meal in 15%

Indicators (kg)	Diets		SE±	P			
	Control	<i>A. pinto</i>		D	S	DxS	bx
Carcass lenght	257.83	271.67	2.043	0.002	0.068	0.075	0.966
Arm lenght	76.83	70.57	2.811	0.132	0.074	0.563	0.190
Ham diameter	97.08	103.06	2.059	0.077	0.307	0.245	0.753
Rib lenght	69.03	68.28	1.572	0.627	0.743	0.133	0.106
Hand lenght	39.51	34.01	1.431	0.030	0.272	0.640	0.936
Leg lenght	44.88	39.85	1.820	0.097	0.382	0.602	0.774
Cane thickness	41.22	39.60	1.672	0.552	0.954	0.881	0.559
Stomach length	31.95	34.27	0.507	0.012	0.298	0.075	0.160
SI lenght, m	24.76	26.65	0.709	0.091	0.762	0.172	0.449

SI: Small intestine

in the ranges reported for pigs with similar live weight at slaughter (Sánchez 2003). However, in a spite of existing a numerically less heavy carcass in the group of pigs that received the diet with a 15 % inclusion of *A. pinto* foliage meal, some cuts (sirloin, loin, ham, bondiola) were slightly heavier in these pigs than in the control group. Apparently, this finding may be related to the lower thickness of the dorsal fat (table 7) of pigs fed with 15 % of *A. pinto* foliage meal.

When performing the analysis of the differentiated cuts it was found significance in the interaction ( $P < 0.05$ ) for ham length and large intestine length (table 6). The ham length in the male pigs that received the control diet had similar performance to the pigs of the same sex, which were fed with 15% of *A. pinto* foliage meal, and higher than the female sows of both groups and the males fed with 15% of *A. pinto* foliage meal performed similarly to the females from the two groups. The length of the large intestine of the male pigs which received the diet that included 15 % of *Arachis pinto* forage meal did not differ with the control females. They presented a longer intestine, with respect to the control diet males and the females fed with 15 % of *A. pinto* foliage meal.

The animals that intake the diet formulated with 15 % of *A. pinto* meal had lower ( $P < 0.05$ ) dorsal

de harina de forraje de *A. pinto* se relaciona al rol que juega el mayor contenido fibroso de esta en el crecimiento de los órganos digestivos (Ly 2008a).

En este estudio, el peso de los cortes principales se encontró en los rangos informados para cerdos con similares pesos vivos al sacrificio (Sánchez 2003). No obstante, a pesar de existir numéricamente una canal menos pesada en el grupo de cerdos que recibió la dieta con 15 % de inclusión de harina de follaje de *A. pinto*, algunos cortes (salonillo, lomo, jamón, bondiola) fueron ligeramente más pesados en estos cerdos que en los del grupo control. Al parecer, este hallazgo pudiera estar relacionado con el menor espesor de la grasa dorsal (tabla 7) de los cerdos que se alimentaron con 15 % de harina de follaje de *A. pinto*.

Al realizar el análisis de los cortes diferenciados se encontró significancia en la interacción ( $P < 0.05$ ) para la longitud del jamón y longitud del intestino grueso (tabla 6). La longitud del jamón en los cerdos machos que recibieron la dieta control presentó comportamiento similar al de los cerdos del mismo sexo, que se alimentaron con 15 % de harina de follaje de *A. pinto*, y superior al de las cerdas hembras de ambos grupos y los machos que se alimentaron con 15 % de harina de follaje de *A. pinto* se comportaron de forma similar a las hembras de los dos grupos. La longitud del intestino grueso de los cerdos machos que recibieron la dieta que incluyó 15 % de harina

Table 6. Length of ham and SI in pigs fed diets, including or not, *A. pinto* forage meal in 15%

Indicator	Sex	Diets		P bx	P
		Control	<i>A. pinto</i>		
Ham lenght, cm	F	76.13 <sup>b</sup>	78.96 <sup>b</sup>	0.003	0.0256
	SE±	1.07	1.20		
	M	85.28 <sup>a</sup>	80.53 <sup>ab</sup>	0.332	SE±=0.16 P=0.0294
	SE±	1.05	1.15		
SI lenght, m	F	7.56 <sup>c</sup>	8.07 <sup>a</sup>	0.332	SE±=0.16 P=0.0294
	M	7.98 <sup>ab</sup>	7.62 <sup>d</sup>		

SI: Small intestine

<sup>abc</sup> Means with unequal letters in the same row denote statistical differences between treatments for P < 0.05 (Tukey 1958)

fat thickness, as in other cuts (loin steak, chop, thin loin) of the dorsal region (table 7), with respect to the pigs that intake the control diet. These results seem to be related to the lower energy digestibility found in previous studies in pigs that intake a diet with a 15 % inclusion of *A. pinto* forage meal, according to Andrade *et al.* (2015), with respect to those who intake a control diet. As expected, pigs (castrated males) had lower dorsal fat thickness (26.9 mm) and, in other cuts, the dorsal region (loin steak: 27.1 mm, chopt: 17.5 mm, thin loin: 21.1 mm), in comparison with the sows (dorsal fat: 29.5 mm, loin steak: 30.1 mm, chop: 20.1, thin loin: 28.6 mm).

de forraje de *Arachis pinto* no difiere con las hembras del control. Presentaron un intestino grueso más largo, con respecto a los machos de la dieta control y las hembras alimentadas con 15 % de harina de follaje de *A. pinto*.

Los animales que consumieron la dieta formulada con 15 % de harina de *A. pinto* presentaron menor (P<0.05) espesor de la grasa dorsal, al igual que en otros cortes (lomo bife, chuleta, lomo fino) de la región dorsal (tabla 7), con respecto a los cerdos que consumían la dieta control. Estos resultados parecen estar relacionados con la menor digestibilidad de la energía constatada en estudios previos en cerdos que consumieron una dieta con 15 % de inclusión de harina de forraje de *A. pinto*, según informes de Andrade

Table 7. Thickness of dorsal fat and other cuts of the dorsal region of pigs fed diets that included or not *A. pinto* forage meal in 15%

Indicators (kg)	Diets		SE±	P			
	Control	<i>A. pinto</i>		D	S	DxS	bx
Dorsal fat	32.40	24.02	0.328	<0.001	0.001	0.996	0.881
Rolled loin fat	26.11	21.06	1.842	0.087	0.150	0.971	0.547
Loin steak fat	29.78	27.45	0.460	0.009	0.003	0.742	0.980
Chop fat	19.35	18.32	0.284	0.035	0.001	0.773	0.545
Thin loin fat	27.65	26.06	0.388	0.023	<0.001	0.836	0.793

It is concluded that pigs fed diets containing *A. pinto* forage meal in 15% showed acceptable performance characteristics (in a period of 90 days of fattening reached more than 90 kg of live weight and a feed conversion of lower than 4). The carcass yield, main cuts and organs of the pigs under study were not affected by the inclusion of *A. pinto* forage meal in the diet, although they showed higher weight and size of the digestive tract in those pigs that intake in their diet *A. pinto* forage meal. In addition, the dorsal fat thickness and in other cuts (loin steak, chop, thin loin) of the dorsal region, was lower in the pigs fed *A. pinto* forage meal. These results show that this diet constitutes a viable alternative to use local resources (eg

*et al.* (2015), con respecto a aquellos que consumían una dieta control. Como se esperaba, los cerdos (machos castrados) presentaron menor espesor de la grasa dorsal (26.9 mm) y, en otros cortes, de la región dorsal (lomo bife: 27.1 mm; chuleta: 17.5 mm; lomo fino: 21.1 mm), en comparación con las cerdas (grasa dorsal: 29.5 mm; lomo bife: 30.1 mm; chuleta: 20.1; lomo fino: 28.6 mm).

Se concluye que los cerdos alimentados con dietas que contienen harina de forraje de *A. pinto* en 15 % mostraron rasgos de comportamiento productivo aceptables (en un período de 90 d de ceba alcanzaron más de 90 kg de peso vivo y una conversión alimentaria inferior a 4). El rendimiento de la canal, los cortes principales y los órganos de los cerdos en estudio no se afectaron por la

*A. pintoii*) as a feeding source replacing conventional foods, especially in regions such as the Ecuadorian Amazon.

inclusión de harina de forraje de *A. pintoii* en la dieta, aunque evidenciaron mayor peso y dimensión del aparato digestivo en aquellos cerdos que consumieron en su dieta harina de forraje *A. pintoii*. Además, el espesor de la grasa dorsal y en otros cortes (lomo bife, chuleta, lomo fino) de la región dorsal, fue inferior en los cerdos alimentados con harina de forraje de *A. pintoii*. Estos resultados demuestran que esta dieta constituye una alternativa viable para utilizar los recursos locales (ej. *A. pintoii*) como fuente de alimentación en sustitución de alimentos convencionales, especialmente en regiones como la Amazonia ecuatoriana.

## References

- Andrade, V., Lima, R. & Vargas, J. 2015. "Evaluación de la digestibilidad *in vivo* y concentración energética de dietas con harina de forraje de *Arachis pintoii* para cerdos en crecimiento y ceba". Revista Computadorizada de Producción Porcina, 22(4): 209–212, ISSN: 1026-9053.
- Capra, G., Repiso, L., Fradiletti, F., Martínez, R., Cozzano, S. & Márquez, R. 2011. "Efecto de la dieta de cerdos en crecimiento sobre el valor nutritivo y la aptitud tecnológica de la carne y grasa". INNOTECH, (6): 11–20, ISSN: 1688-6593.
- Colina, J. J., Jerez, N. C., Araque, H. E. & Rico, D. 2010. "Carcass and yield of meat pieces in growing pigs, fed meal of *Bactris gasipaes* H.B.K (peach-palm) and lysine". Cuban Journal of Agricultural Science, 44(4): 373–378, ISSN: 2079-3480.
- Cuesta, M., Montejo, E. & Duvergel, J. 2007. Medicina Interna Veterinaria. vol. 1, La Habana, Cuba: Félix Varela, 325 p., ISBN: 978-959-07-0497-0.
- Dávila, C., Castro, F. & Urbano, D. 2004. "Efecto de la presión de pastoreo y fertilización NPK en la producción de forraje de la asociación kikuyo-maní forrajero en el estado Mérida". Zootecnia Tropical, 22(3): 157–166, ISSN: 0798-7269.
- Dávila, C., Urbano, D. & Castro, F. 2011. "Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre tres variedades de maní forrajero (*Arachis pintoii*) en el estado Mérida: II. Características morfológicas y producción de semilla". Zootecnia Tropical, 29(1): 7–15, ISSN: 0798-7269.
- Diéguez, F. J., Ly, J., Maza, I., Savigni, F. & Tosar, M. 1995. "Morfometría de organos vitales de cerdos criollos y CC21". Livestock Research for Rural Development, 6(3), ISSN: 0121-3784, Available: <<http://www.fao.org/ag/AGa/agap/FRG/lrrd/lrrd6/3/3.htm>>, [Consulted: January 5, 2017].
- Estupiñán, K. & Vasco, D. 2009. "Evaluación de Harina de Forraje de Morera (*Morus alba*) en un Sistema de Levante – Ceba de Porcinos en Confinamiento". Revista Tecnológica - ESPOL, 22(1), ISSN: 1390-3659, Available: <<http://learningobjects2006.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/94>>, [Consulted: January 5, 2017].
- Gobierno Constitucional de la República del Ecuador 1996. Ley de mataderos. no. 964, Quito, Ecuador, pp. 4–17.
- Gómez, C. B., Rodríguez, C. M., Zambrano, D. C. & González, M. N. 2013. "Cortes primarios y secundarios". In: Manual de cortes de carne de cerdo colombiano, Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Porcinocultores - Ceniporcino, pp. 23–59, ISBN: 978-958-58248-0-5, Available: <<http://www.porcicol.org.co/porcicultores/images/porcicultores/home/actividades/guia-tecnica-carne-cerdo.pdf>>, [Consulted: January 5, 2017].
- González, C., Rojas, Y., Avilés, R., Rodríguez, H., Jova, Y., Tamayo, Y. & Varona, S. 2011. "Aprovechamiento de residuos foliares de boniato (*Ipomoea batatas*) en la alimentación porcina". Revista de Producción Animal, 23: 3–5, ISSN: 0258-6010.
- IBM Corporation 2012. IBM SPSS Statistics. version 21, [Windows], U.S: IBM Corporation, Available: <<http://www.ibm.com>>.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2010. Estadísticas de la Semana, Resultados Censos de Población. Available: <<http://www.inec.gob.ec/cpv/>>, [Consulted: December 19, 2015].
- Jerez-Timaure, N., Arenas, L., Sulbarán, M. & Uzcátegui, S. 2013. "Influence of the rest time on carcass quality and pork meat characteristics". Cuban Journal of Agricultural Science, 47(1): 55–60, ISSN: 2079-3480.
- Ly, J. 2004. "Arboles tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas". Revista Computadorizada de Producción Porcina, 11(2): 5–27, ISSN: 1026-9053.
- Ly, J. 2008a. Fisiología nutricional del cerdo. Nayarit, México: Universidad Autónoma de Nayarit, 165 p., ISBN: 978-968-833-077-7.
- Ly, J. 2008b. "Una aproximación a la fisiología de la digestión de cerdos criollos". Revista Computadorizada de Producción Porcina, 15(1): 13–23, ISSN: 1026-9053.
- Mederos, C., Crespo, A., Hernández, G., Piloto, J. & Almaguel, R. E. 2009. Tecnologías y procedimientos para la crianza porcina con alimentos nacionales: para el sistema productivo de pequeña y mediana escala. La Habana, Cuba: CIMA, 147 p., ISBN: 978-959-7198-02-4, Google-Books-ID: c2eBMwEACAAJ, Available: <<https://books.google.com/cu/books?id=c2eBMwEACAAJ>>, [Consulted: January 5, 2017].
- National Pork Producers Council (NPPC) 2000. Pork composition and quality assessment procedures. Des Moines, Iowa, US: National Pork Producers Council, 51 p., Available: <[http://www.sciencedirect.com/science/refhub/S1871-1413\(14\)00088-2/sbref28](http://www.sciencedirect.com/science/refhub/S1871-1413(14)00088-2/sbref28)>, [Consulted: January 5, 2017].
- National Research Council (NRC) 1998. Nutrient requirements of swine. 10th ed., Washington, D.C.: National Academy Press, 189 p., ISBN: 978-0-585-03776-9, Available: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=1209>>, [Consulted: January 5, 2017].

- National Research Council (NRC) 2012. Nutrient requirements of swine. 11th ed., Washington, D.C.: National Academy Press, ISBN: 978-0-309-22423-9.
- Parra, F., Díaz, I., González, C., Hurtado, E., Garbati, S. & Vecchionacce, H. 2002. “Efecto de tres tipos de presentación de alimento preparado con raíz y follaje de yuca (*Manihot esculenta* crantz) sobre la digestibilidad aparente en cerdos”. Revista Científica, 12(Supl. 2): 471 – 474, ISSN: 0798-2259.
- Sánchez, P. de las I. M. T. 2003. “Planta de elaboración de embutidos y salazones cárnicos de cerdo blanco”. In: Procesos de elaboración de alimentos y bebidas, Madrid, España: Mundi-Prensa, p. 518, ISBN: 978-84-8476-129-7.
- Savón, L., Gutiérrez, O., Scull, I. & Ojeda, F. 2005. “Harinas de follajes tropicales: una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricas”. Pastos y Forrajes, 28(1): 69–79, ISSN: 2078-8452.
- Steel, R. G. D., Torrie, J. H. & Dickey, D. A. 1997. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. New York: McGraw-Hill, 666 p., ISBN: 978-0-07-061028-6.
- Tukey, J. W. 1958. “Bias and confidence in not quite large samples”. The Annals of Mathematical Statistics, 29(2): 614–623, ISSN: 0003-4851, DOI: 10.1214/aoms/1177706647.
- Universidad de Florida 1970a. Digestibilidad *in vitro* de materia seca + materia orgánica. no. MO-LSAIA-23-24, Florida, USA: Universidad de Florida, Available: <[http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=44](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=44)>, [Consulted: January 5, 2017].
- Universidad de Florida 1970b. Digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS). no. MO-LSAIA-23, Florida, USA: Universidad de Florida, Available: <[http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=44](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=44)>, [Consulted: January 5, 2017].
- Universidad de Florida 1970c. Digestibilidad *in vitro* materia orgánica (DIVMO). no. MO-LSAIA-24, Florida, USA: Universidad de Florida, Available: <[http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=44](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=44)>, [Consulted: January 5, 2017].
- Universidad de Florida 1970d. Extracto etéreo o grasa. no. MO-LSAIA-01.03, Florida, USA: Universidad de Florida, Available: <[http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=44](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=44)>, [Consulted: January 5, 2017].
- Universidad de Florida 1970e. Proteína bruta. no. MO-LSAIA-01.04, Florida, USA: Universidad de Florida, Available: <[http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=44](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=44)>, [Consulted: January 5, 2017].
- Universidad de Florida 1974a. Energía bruta. no. MO-LSAIA-12, Florida, USA: Universidad de Florida, Available: <[http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=44](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=44)>, [Consulted: January 5, 2017].
- Universidad de Florida 1974b. Energía digerible. no. MO-LSAIA-14, Florida, USA: Universidad de Florida, Available: <[http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=44](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=44)>, [Consulted: January 5, 2017].
- Universidad de Florida 1974c. Energía metabolizable. no. MO-LSAIA-13, Florida, USA: Universidad de Florida, Available: <[http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=44](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=44)>, [Consulted: January 5, 2017].

**Received: May 30, 2016**