

## Performance traits and indexes of the intake pattern of fattened pigs with fresh paste of whole avocado

### Rasgos de comportamiento e índices del patrón de consumo de cerdos cebados con pasta fresca de aguacate entero

Pamela Fránquez<sup>1</sup>, G. Rodríguez<sup>1</sup>, C. Lemus<sup>1</sup>, F. Grageola<sup>1</sup> and J. Ly<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Compostela, Nayarit, México

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba  
Email: fgrageola@uan.edu.mx

A total of 16 Yorkshire x Landrace pigs, castrated males and females in a 1:1 ratio, with an average of 67.0 kg of live weight, were randomly distributed in two treatments, which consisted of diets formulated to contain 0 and 21 % of fresh paste of waste avocado (*Persea americana* Mill.). The paste was made up of ripe whole fruits, and contained 14.3 % of crude fiber and 49.2 % of ether extract. There was a significant decrease ( $P = 0.001$ ) in food intake and feed conversion in animals fed with avocado diet (2.34 kg DM/d and 2.75 kg DM/kg gain) with respect to those of the control diet (3.30 kg DM/d and 3.13 kg DM/kg gain). The performance traits were significantly correlated ( $P = 0.001$ ) between each other. The animals intake less (58.3 %) of the food offered with paste with respect to the offer that did not contain it (74.4 %) ( $P = 0.143$ ). The ingestion speed decreased from 50.1 to 31.5 g fresh / min ( $P = 0.027$ ) and from 43.5 to 17.7 g DM/min ( $P = 0.001$ ). It is suggested that 21 % of fresh paste of waste avocado in the diet influences positively on the feed conversion efficiency of finished pigs, but the weight gain decreases when the voluntary intake of food reduces.

Key words: pigs, zootechnics, *Persea americana*, ingestion speed

The nutritional value of high-fat diets for pigs, due to the use of avocado pulp (*Persea americana* Mill.) has been examined in several studies (Grageola 2010, Grageola *et al.* 2010, Fránquez 2013, Hernández 2014 and Ly *et al.* 2015). It is known that the rectal digestibility of nutrients from this type of food is relatively high. The whole fruit discarded for human consumption could be an interesting alternative for pig feeding, since it is not practical to separate the pulp from the fruit of the seed and the peel. In addition, the peel and seeds of avocados could create a new problem of environmental contamination in the proximity of fruit processing plants or in the central collection markets. It has been proven that whole and milled avocados can be mixed with the rest of the components of the diets and offered to the pigs (Lemus 2010).

Although there is information on animal husbandry fed on avocado paste (Pulido *et al.* 1996, 1997, Skenjana *et al.* 2006, Skenjana 2011, Gressler 2013, van Ryssen *et al.* 2013, Eliyahu *et al.* 2015 and López 2015), including that on the potential to feed pigs with

Un total de 16 cerdos Yorkshire x Landrace, machos castrados y hembras en proporción 1:1, con promedio de 67.0 kg de peso vivo, se distribuyeron al azar en dos tratamientos, que consistían en dietas formuladas para contener 0 y 21 % de pasta fresca de aguacate (*Persea americana* Mill.) de desecho. La pasta estaba constituida por frutas completas maduras, y contenía 14.3 % de fibra cruda y 49.2 % de extracto etéreo. Se notó disminución significativa ( $P = 0.001$ ) en el consumo de alimento y la conversión alimentaria en los animales alimentados con dieta de aguacate (2.34 kg MS/d y 2.75 kg MS/kg ganancia) con respecto a los de la dieta control (3.30 kg MS/d y 3.13 kg MS/kg ganancia). Los rasgos del comportamiento estuvieron correlacionados significativamente ( $P=0.001$ ) entre sí. Los animales consumieron menos (58.3%) del alimento ofrecido con la pasta con respecto a la oferta que no la contenía (74.4%) ( $P=0.143$ ). La velocidad de ingestión disminuyó desde 50.1 hasta 31.5 g frescos/min ( $P=0.027$ ) y desde 43.5 hasta 17.7 g MS/min ( $P=0.001$ ). Se sugiere que 21% de pasta fresca de aguacate de desecho en la dieta influye positivamente en la eficiencia de la conversión alimentaria de los cerdos en acabado, pero la ganancia de peso disminuye al reducirse el consumo voluntario de alimento.

Palabras clave: ganado porcino, zootecnia, *Persea americana*, velocidad de ingestión

El valor nutritivo de dietas ricas en grasa para cerdos, debido al uso de pulpa de aguacate (*Persea americana* Mill.) ha sido examinado en diversos estudios (Grageola 2010, Grageola *et al.* 2010, Fránquez 2013, Hernández 2014 y Ly *et al.* 2015). Se sabe que la digestibilidad rectal de nutrientes de este tipo de comida es relativamente alta. La fruta entera descartada para su uso en el consumo humano pudiera ser una alternativa interesante para la alimentación porcina, ya que no es práctico la separación de la pulpa de la fruta de la semilla y la cáscara. Además, la cáscara y semilla de los aguacates pudiera crear un nuevo problema de contaminación ambiental en las cercanías de las plantas procesadoras de fruta o en los mercados centrales de acopio. Se ha comprobado que los aguacates enteros y molidos se pueden mezclar con el resto de los componentes de las dietas y ofrecerlos a los cerdos (Lemus 2010).

Aunque existe información sobre la zootecnia de alimentar animales con pasta de aguacate (Pulido *et al.* 1996, 1997, Skenjana *et al.* 2006, Skenjana 2011, Gressler 2013, van Ryssen *et al.* 2013, Eliyahu *et al.* 2015 y López 2015), incluida aquella sobre el potencial de alimentar

avocado products (Gillespie and Wallace 1955, Carter 2015 and Carter *et al.* 2015), there is no data available on productive traits of pigs fed with different avocado products, although in Mexico, for example, it is known that in the country's orchards, pigs are usually raised with surplus avocados or not suitable for marketing (Barkin *et al.* 2004).

The objective of this study was to determine the performance traits and the intake pattern of the food in finished pigs, fed fresh paste of waste whole avocado.

### Materials and Methods

A total of 16 Yorkshire x Landrace pigs, castrated males and females in the 1: 1 ratio, with an average of 67.0 kg of live weight, were randomly distributed in two treatments consisting of diets formulated to contain on dry base, 0 and 21 % fresh paste of waste whole avocado (*Persea americana* Mill.). The animals were housed in individual pens with cement floors, equipped with a trough and a drinker, in an open stable. The study lasted eight weeks, after a preliminary adaptation.

*Preparation and use of waste avocado paste.* The avocados are from Xalisco, Nayarit, and were of the cultivated Hass variety. They were ripe, but were not suitable for commercialization, due to their small size, deformations, chafing on the peel or lesions, so they were discarded in Nayarit packing plants. The paste was made every three days by grinding the whole fruit, constituted by the seed, the peel and the pulp. This paste had a yellow color, uniform, it was odorless and had a pleasant flavor, characteristic of avocados. A sample was taken on the initial and final day of the experiment and 0.5 kg of the material was placed in a container, after homogenizing it manually. Paste was collected from different places in the container. The material did not showed signs of deterioration during their storage at room temperature, without refrigeration and strict tightness. This was consistent with described tests about the preparation and preservation of avocado paste (Lemus 2010). Table 1 shows the chemical composition of the waste avocado paste, which contained 14.3 % of crude fiber, 49.1% of ether extract and 9.2 % of crude protein.

The characteristics of the experimental diets are showed in table 2.

cerdos con productos de aguacate (Gillespie y Wallace 1955, Carter 2015 y Carter *et al.* 2015), no hay datos disponibles sobre rasgos productivos de cerdos alimentados con distintos productos de aguacate, aunque en México, por ejemplo, se tiene conocimiento de que en las huertas del país, se suele criar ganado porcino con aguacates excedentes o no aptos para la comercialización (Barkin *et al.* 2004).

El objetivo de este experimento fue determinar los rasgos de comportamiento y del patrón de consumo del alimento en cerdos en acabado, alimentados con pasta fresca de aguacate entero de desecho.

### Materiales y Métodos

Un total de 16 cerdos Yorkshire x Landrace, machos castrados y hembras en la proporción 1:1, con promedio de 67.0 kg de peso vivo, se distribuyeron al azar en dos tratamientos que consistían en dietas formuladas para contener en base seca, 0 y 21 % de pasta fresca de aguacate (*Persea americana* Mill.) entero de desecho. Los animales se alojaron en corrales individuales con piso de cemento, provistos de comedero y bebedero, en un establo abierto. El trabajo duró ocho semanas, después de una de adaptación preliminar.

*Preparación y uso de la pasta de aguacates de desecho.* Los aguacates procedían de Xalisco, Nayarit, y eran de la variedad cultivada Hass. Estaban maduros, pero no eran aptos para su comercialización, debido a su pequeño tamaño, deformaciones, rozaduras en la cáscara o lesiones, por lo que se desecharon en empacadoras nayaritas. La pasta se elaboró cada tres días mediante molida de toda la fruta, constituida por la semilla, la cáscara y la pulpa. Esta pasta tenía un color amarillo, uniforme, era inodora y tenía un sabor agradable, característico de los aguacates. Se tomó una muestra el día inicial y final del experimento y se depositó en un recipiente 0.5 kg del material, después de homogeneizarlo manualmente. De distintos lugares del recipiente se recogió pasta. El material no mostró síntoma de deterioro durante su almacenamiento a temperatura ambiente, sin refrigeración y sin hermeticidad estricta. Esto estuvo en consonancia con pruebas descritas acerca de la preparación y conservación de la pasta de aguacate (Lemus 2010). En la tabla 1 se presenta la composición química de la pasta de aguacate de desecho, que contenía 14.3 % de fibra cruda, 49.1 % de extracto etéreo y 9.2 % de proteína cruda.

Las características de las dietas experimentales se

Table 1. Characteristics of whole waste avocado paste (percent in dry base)

Indicator, %	Start <sup>1</sup>	End	Average
DM	32.00	32.68	32.34
Ashes	3.05	3.61	3.33
Crude fiber	15.02	13.64	14.33
Ether extract	49.42	48.84	49.13
Crude protein (Nx6.25)	8.85	9.55	9.20

<sup>1</sup>The start and end of the experiment were days 1 and 56

Table 2. Composition of diets (percent in dry base)

Ingredients	Fresh paste of whole avocado, %	
	0	21.0
Soybean meal	15.5	16.6
Sorghum meal	81.5	60.0
Fresh avocado paste	-	21.0
CaCO <sub>3</sub>	0.5	0.9
CaPO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	1.0	1.0
NaCl	0.5	0.5
Vitamins and minerals <sup>1</sup>	1.0	1.0
Chemical composition		
DM	86.58	58.24
Crude fiber	3.01	5.77
Ether extract	3.16	14.51
Crude protein (Nx6.15)	13.44	13.94
Gross energy, kJ/g MS	18.54	20.53

<sup>1</sup>According to established recommendations (NRC 2012).

The feeding was *ad libitum*. The ration was supplied daily, after recording the surplus weight of the previous day that was in the troughs. The diet was prepared every three days, by mixing the fresh avocado paste with the rest of the dry ingredients of the diets.

*Measurement of the intake pattern.* The day after the last weighing of the animals, at the end of the performance test, measurements of the food intake pattern were made according to the Faliu and Griess (1969) methodology, as applied by Peralta *et al.* (2008), with a view to measuring the size of the ration and the ingestion speed. The test was done during the morning, between 8:00 a.m. and 10:00 a.m. immediately after the ration is distributed. The observations were made by the personnel trained for this purpose, with whom the animals were familiar, for participating daily in the handling of the pigs.

To obtain indexes of the intake pattern on dry basis, the DM content of the evaluated food was determined, according to a recognized procedure (AOAC 2016).

*Statistical analysis.* The analysis of variance technique was applied (Steel and Torrie 1997), according to simple classification, with the application of a general linear model that did not take into account the sex effect. Additionally, the regression and correlation analysis was used when it was considered appropriate. All the manipulation of the data was done through an ad hoc statistical package (SAS Institute Inc. 1999).

## Results

During the experiment, the animals were apparently healthy, without any obvious symptoms of discomfort. They showed an appetite, without signs of food rejection during the morning distribution of the ration. The performance traits of the animals, without taking into account the sex effect, are shown in table 3. There

presentan en la tabla 2.

La alimentación fue *ad libitum*. La ración se suministró diariamente, después de registrar el peso del sobrante del día anterior que se hallaba en los comederos. La dieta se preparó cada tres días, al mezclar la pasta fresca de aguacate con el resto de los ingredientes secos de las dietas.

*Medida del patrón de consumo.* Al día siguiente de la última pesada de los animales, al finalizar la prueba de comportamiento, se hicieron mediciones del patrón de consumo de alimento de acuerdo con la metodología de Faliu y Griess (1969), tal como la aplicaron Peralta *et al.* (2008), con vistas a medir el tamaño de la ración y la velocidad de ingestión. La prueba se hizo durante la mañana, entre las 8:00 a.m. y las 10:00 a.m. inmediatamente después de ser distribuida la ración. Las observaciones se hicieron por parte del personal entrenado para este fin, con quienes los animales estaban familiarizados, por participar diariamente en la manipulación de los cerdos.

Para obtener índices del patrón de consumo en base seca, se determinó el contenido de MS del alimento evaluado, de acuerdo con un procedimiento reconocido (AOAC 2016).

*Análisis estadístico.* Se aplicó la técnica del análisis de varianza (Steel y Torrie 1997), según clasificación simple, con la aplicación de un modelo lineal general que no tuvo en cuenta el efecto de sexo. Adicionalmente, se utilizó el análisis de regresión y correlación cuando se consideró apropiado. Toda la manipulación de los datos se hizo mediante un paquete estadístico ad hoc (SAS Institute Inc. 1999).

## Resultados

Durante el experimento, los animales se mostraron aparentemente sanos, sin ningún síntoma evidente de incomodidad. Mostraron apetito, sin muestras de rechazo a la comida durante la distribución matutina de la ración.

was significant decrease ( $P = 0.001$ ) in the food intake and in the feed conversion of the animals fed the avocado diet, with average values of 2.34 kg DM/d and 2.75 kg DM/kg gain, compared to those of the control diet. Figures equal to 3.30 kg DM/day and 3.13 kg DM/kg gain were determined.

The interdependence between performance traits

Los rasgos de comportamiento de los animales, sin tener en cuenta el efecto de sexo, se muestran en la tabla 3. Se observó disminución significativa ( $P=0.001$ ) en el consumo de alimento y la conversión alimentaria de los animales alimentados con la dieta de aguacate, con valores medios de 2.34 kg MS/d y 2.75 kg MS/kg ganancia, en comparación con los de la dieta control. Se determinaron cifras iguales

Table 3. Performance traits in finished pigs fed with fresh paste of whole waste avocado (56 days)

Variables <sup>1</sup>	Avocado fresh paste, %			
	0	21.0	SE ±	P
Number of animals	8	8	-	
Initial weight, kg	67.0	67.0	1.67	0.501
Final weight, kg <sup>1</sup>	125.8	114.6	2.83	0.001
Intake, kg DM/day	3.30	2.34	0.08	0.001
Daily mean gain, kg	1.05	0.85	0.02	0.001
Feed conversión				
In kg DM/kg gain	3.13	2.75	0.02	0.001
In MJ/kg gain	58.05	56.49	0.38	0.001
In kg protein/kg gain	0.421	0.383	0.003	0.001

<sup>1</sup>Means fitted for initial weight. For details, see text

of the animals was studied, applying the Pearson correlation matrix. In this evaluation, it was found that food intake, daily gain and feed conversion were highly correlated with each other ( $P < 0.001$ ) in a positive way. This implied that as higher food intake, higher was the weight gain, but this determined a worsening in the feed conversion, since this trait increased in its magnitude (table 4).

Table 5 shows the indexes of the intake pattern. Although with a lot of variability, it was observed that

a 3.30 kg MS/día y 3.13 kg MS/kg de ganancia.

Se estudió la interdependencia entre rasgos de comportamiento de los animales, al aplicar la matriz de correlación de Pearson. En esta evaluación se encontró que el consumo de alimento, la ganancia diaria y la conversión alimentaria estuvieron altamente correlacionados entre sí ( $P < 0.001$ ) de una manera positiva. Esto implicó que a mayor consumo de alimento, mayor fue la ganancia en peso, pero ello determinó un empeoramiento en la conversión alimentaria, puesto que

Table 4. Pearson correlation matrix for performance traits in finished pigs (n = 16)

	Food intake	Daily gain
Daily gain	0.997***	
Feed conversion	0.957***	0.933***

\*\*\*  $P < 0.001$

the pigs which intake the diet with the fresh avocado paste tended ( $P = 0.143$ ) to eat less food, without increasing their frequency of visits to the trough, in comparison with the pigs that did not intake the paste. It was noted that although the size of ration in fresh base was similar in both treatments, this same measurement was significantly ( $P = 0.025$ ) lower in amount in the pigs fed with the diet that contained the paste. The time the animals spent eating was the same in both treatments, between 42 and 43 min. Consequently, the ingestion speed decreased from 50.1 to 31.5 g fresh/min ( $P=0.027$ ) and from 43.5 to 17.7 g DM/min ( $P = 0.001$ ).

Due to the fact that the pigs with the best feed conversion were the ones that showed the lowest

este rasgo se elevó en su magnitud (tabla 4).

En la tabla 5 aparecen los índices del patrón de consumo. Aunque con mucha variabilidad, se observó que los cerdos que consumieron la dieta con la pasta fresca de aguacate tendieron ( $P=0.143$ ) a ingerir menos comida, sin aumentar su frecuencia de visitas al comedero, en comparación con los individuos que no consumieron la pasta. Se notó que aunque el tamaño de ración en base fresca fue similar en ambos tratamientos, esta misma medida fue significativamente ( $P=0.025$ ) menor en cuantía en los cerdos alimentados con la dieta que contenía la pasta. El tiempo que los animales dedicaron a comer fue igual en ambos tratamientos, entre 42 y 43 min. En consecuencia, la velocidad de ingestión disminuyó de 50.1 a 31.5 g frescos/min ( $P=0.027$ ) y de 43.5 a 17.7 g MS/min ( $P=0.001$ ).

Table 5. Indexes of the intake pattern in finished pigs fed with diets of fresh paste of whole waste avocado (56 d)

Variables <sup>1</sup>	Avocado fresh paste, %		SE ±	P
	0	21.0		
Number of animals	8	8	-	
Intake, % of the offer	74.4	58.3	10.44	0.143
Times eating	3.8	3.0	0.47	0.149
Minutes eating	42.2	43.2	5.78	0.865
Ration size, g				
In g fresh	582	465	148	0.395
In g DM	505	258	98	0.025
Ingestion speed				
In g fresh/min	50.1	31.5	7.60	0.027
In g DM/min	43.5	17.7	6.00	0.001

<sup>1</sup>Measures taking during 120 consecutive minutes after distributing food to 8:00 am

ingestion speed of food, the possible interdependence between these two indicators was researched. There was a quadratic ( $R^2$ , 0.822) or linear ( $R^2$ , 0.686) correspondence between these measures, with a significant effect ( $P < 0.001$ ) in both cases.

Debido a que los cerdos con mejor conversión alimentaria fueron los que mostraron menor velocidad de ingestión de alimento, se investigó la posible interdependencia entre estos dos indicadores. Hubo correspondencia cuadrática ( $R^2$ , 0.822) o lineal ( $R^2$ , 0.686) entre estas medidas, con

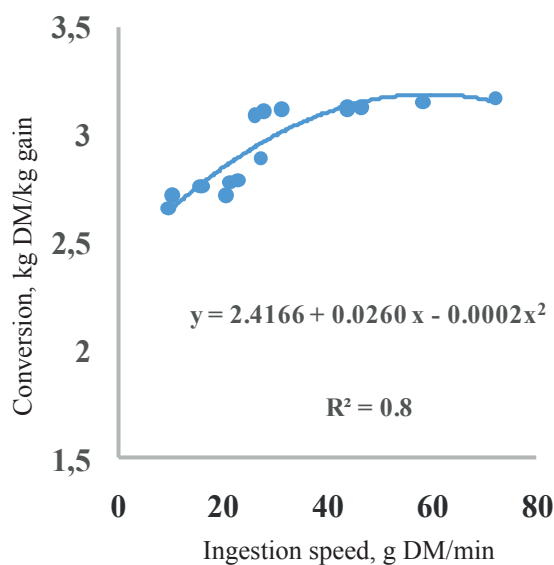


Figure 1. Feed conversion and ingestion speed in pigs fed fresh paste of waste whole avocado. ( $S_{yx} \pm 0.0885$   $P=0.001$ )

The quadratic expression is shown in figure 1.

### Discussion

It was remarkable to find that pigs fed fresh avocado paste showed a daily food intake of 81.6 % with respect to those who received the conventional diet. This could be attributed to the high energy density of the avocado diet (table 2), since in terms of energy conversion, the averages of both diets were similar, although with an advantage in the avocados diet. These results agree with the majority of those reported in other studies, in which pigs were fed diets formulated with different levels and nature of fat (Averette-Gatlin *et al.* 2002

efecto significativo ( $P < 0.001$ ) en ambos casos.

La expresión cuadrática se muestra en la figura 1.

### Discusión

Fue notable hallar que los cerdos alimentados con pasta fresca de aguacate mostraron un consumo diario de alimento de 81.6 % con respecto a los que recibieron la dieta convencional. Ello se pudiera atribuir a la alta densidad energética de la dieta con aguacate (tabla 2), puesto que en términos de conversión de energía, los promedios de ambas dietas fueron similares, aunque con ventaja en la dieta de aguacates. Estos resultados concuerdan con la mayoría de los informados en otras investigaciones, en las que se han

and Thi-Thuy *et al.* 2011). It has been observed that in pigs fed fresh avocado products, there is a decrease in the ingestion speed and in the ration size (Peralta *et al.* 2008, García *et al.* 2012 and Fránquez, 2017), which supports the results of this study. This could be explained by the regulation of fat intake through the action of duodenal cholecystokinin (Anika *et al.* 1981 and Gregory and Rayner 1987).

In comparison with the knowledge of the factors that regulate the intake pattern of fibrous foods in pigs (Nyachoti *et al.* 2004), what is known about what occurs with high fat diets is limited. Apparently, not only their dietary level but their nature can influence on the acceptability and apprehension of this type of food (Lugo 2003).

In this study, some inclination was found in the data to indicate that the animals that ingest more slowly the high-fat food may exhibit lower feed conversion. This is contradictory with what happens with animals challenged to intake very fibrous rations (Arias *et al.* 2015 and Batista *et al.* 2015), although rich in fat, before which the responses are rather curvilinear.

The finding of a quadratic response when the interdependence between the feed conversion of pigs and their ingestion speed was researched, could suggest that there are several factors that would simultaneously influence on the value of that feed conversion, but with a predominance of the ingestion speed. This could be attributed, at least, more than 68 % of this fact, which agrees with what was suggested by other researchers (Andretta *et al.* 2016).

The content of persin in the avocado could also constitute, although with less influence, a factor that decreases the food intake. As it has been argued, this could take place in other species (van Ryssen *et al.* 2013), although it has not been reported in pigs. The persin is a complex molecule, which can also cause severe changes in animal metabolism. Among them may be cited lesions in the myocardium, which can lead to the death of pigs that ingest it. The persin has been isolated from different parts of the avocado tree, such as foliage or immature fruits (Burger *et al.* 1994 and Kellerman *et al.* 2005), but never from the ripe pulp. Apparently, this topic requires other researches.

It is suggested that the introduction of 21 % of fresh paste of waste avocado in the diet positively influences on the efficiency of the feed conversion of finished pigs, but the weight gain decreases when the voluntary feed intake decreases.

#### Acknowledgments

Thanks to Posgrado de Ciencias Biológicas, Agropecuarias y Pesqueras, de la Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, for the financial support for the execution of this experiment, as part of the development

alimentado cerdos con dietas formuladas con distintos niveles y naturaleza de grasa (Averette-Gatlin *et al.* 2002, y Thi-Thuy *et al.* 2011). Se ha observado que en los cerdos alimentados con productos de aguacate fresco, hay una disminución en la velocidad de ingestión y en el tamaño de ración (Peralta *et al.* 2008, García *et al.* 2012 y Fránquez 2017), lo que apoya los resultados de este estudio. Ello pudiera ser explicado por la regulación del consumo que hacen las grasas a través de la acción de la colecistokina duodenal (Anika *et al.* 1981 y Gregory y Rayner 1987).

En comparación con el conocimiento de los factores que regulan el patrón de consumo de alimentos fibrosos en cerdos (Nyachoti *et al.* 2004), es limitado lo que se sabe acerca de lo que ocurre con dietas altas en grasas. Al parecer, no solamente su nivel dietético sino su naturaleza, puede influir en la aceptabilidad y la aprehensión de este tipo de comida (Lugo 2003).

En este estudio se encontró cierta inclinación en los datos a indicar que los animales que ingieren más lentamente el alimento rico en grasa pueden exhibir menor conversión alimentaria. Esto es contradictorio con lo que ocurre con animales retados a consumir raciones muy fibrosas (Arias *et al.* 2015 y Batista *et al.* 2015), aunque ricas en grasa, ante las cuales las respuestas son más bien curvilíneas.

El encontrar una respuesta cuadrática cuando se investigó la interdependencia entre la conversión alimentaria de los cerdos y su velocidad de ingestión, pudiera sugerir que son varios los factores que influirían simultáneamente en el valor de esa conversión alimentaria, pero con predominio de la velocidad de ingestión. A esta se pudiera achacar, al menos, algo más del 68 % de este hecho, lo que concuerda con lo sugerido por otros investigadores (Andretta *et al.* 2016).

El contenido de persina en el aguacate pudiera constituir también, aunque con menos influencia, un factor que disminuye el consumo de alimento. Como se ha argumentado, esto pudiera tener lugar en otras especies (van Ryssen *et al.* 2013), aunque no ha sido referido en el ganado porcino. La persina es una molécula compleja, que también puede causar severos cambios en el metabolismo animal. Entre ellos se pueden citar lesiones en el miocardio, que pueden conducir a la muerte de los individuos que la ingieren. La persina ha sido aislada de distintas partes del árbol de aguacate, tales como el follaje o las frutas inmaduras (Burger *et al.* 1994 y Kellerman *et al.* 2005), pero nunca de la pulpa madura. Aparentemente, este tema requiere de otras investigaciones.

Se sugiere que la introducción de 21 % de pasta fresca de aguacate de desecho en la dieta influye positivamente en la eficiencia de la conversión alimentaria de los cerdos en acabado, pero la ganancia de peso disminuye al decrecer el consumo voluntario de alimento.

#### Agradecimientos

Se agradece al Posgrado de Ciencias Biológicas, Agropecuarias y Pesqueras, de la Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, por el respaldo financiero para

of the master's thesis of one of its co-authors. Likewise, gratitude is expressed to the technical and administrative staff of the Unidad Académica de Agricultura, Xalisco, for their collaboration and support during the execution of the experimental work.

la ejecución de este experimento, como parte del desarrollo de la tesis de maestría de uno de sus coautores. Igualmente, se expresa gratitud al personal técnico y administrativo de la Unidad Académica de Agricultura, Xalisco, por su colaboración y apoyo durante la ejecución del trabajo experimental.

### References

- Andretta, I., Pomar, C., Kipper, M., Hauschild, L. & Rivest, J. 2016. "Feeding behavior of growing-finishing pigs reared under precision feeding strategies". *Journal of Animal Science*, 94(7): 3042–3050, ISSN: 1525-3163, DOI: 10.2527/jas.2016-0392.
- Anika, S. M., Houpt, T. R. & Houpt, K. A. 1981. "Cholecystokinin and satiety in pigs". *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 240(5): R310–R318, ISSN: 0363-6119, 1522-1490.
- AOAC 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed., Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5, Available: <<http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>>, [Consulted: September 22, 2016].
- Arias, R., Reyes, J. L., Batista, R., Oliva, D., Ayala, L. & Ly, J. 2015. "Aceptabilidad de dietas de palmiche en cerdos en crecimiento". *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 22(2): 158–164, ISSN: 1026-9053.
- Averette-Gatlin, L., See, M. T., Hansen, J. A., Sutton, D. & Odle, J. 2002. "The effects of dietary fat sources, levels, and feeding intervals on pork fatty acid composition". *Journal of animal science*, 80(6): 1606–1615, ISSN: 0021-8812, DOI: 10.2527/2002.8061606x.
- Barkin, D., Baron, M. L. & Hernández, N. 2004. "Producción de cerdos con bajo colesterol en los traspatios purhépechas". *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11(2): 28–40, ISSN: 1026-9053.
- Batista, R., Arias, R., Martínez, Y., Ayala, L. & Ly, J. 2015. "Índices del patrón de consume de dietas de palmiche en cerdos en crecimiento". *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 22(4): 221–226, ISSN: 1026-9053.
- Burger, A. C. E., Naude, T. W., Van Rensburg, I. B. J., Botha, C. J. & Pienaar, A. C. E. 1994. "Cardiomyopathy in ostriches (*Struthio camelus*) due to avocado (*Persea americana* var. *Guatemalensis*) intoxication". *Journal of the South African Veterinary Association*, 65(3): 113–118, ISSN: 1019-9128, 2224-9435.
- Carter, N. A. 2015. Enhancing pig productivity on East African smallholder farms. Ph.D. Thesis, University of Guelph, Guelph, 295 p.
- Carter, N. A., Dewey, C. E., Lukuyu, B., Grace, D. & Lange, C. F. M. de 2015. "Nutrient composition and seasonal availability of local feedstuffs for pigs in western Kenya". *Canadian Journal of Animal Science*, 95(3): 397–406, ISSN: 0008-3984, DOI: 10.1139/CJAS-2015-003.
- Eliyahu, D., Yosef, E., Weinberg, Z. G., Hen, Y., Nikbachat, M., Solomon, R., Mabeesh, S. J. & Miron, J. 2015. "Composition, preservation and digestibility by sheep of wet by-products from the food industry". *Animal Feed Science and Technology*, 207(Supplement C): 1–9, ISSN: 0377-8401, DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2015.05.005.
- Faliu, L. & Griess, D. 1969. "Le comportement alimentaire du porc charcutier. Contribution à l'étude du repas du porc, alimenté une fois par jour, 6 jours par semaine". *Journées de la Recherche Porcine en France*, 1(1): 61–66, ISSN: 0767-9874.
- Fránquez, P. 2013. Estabilidad oxidativa y calidad de la carne de cerdos alimentados con la inclusión de fruto entero de aguacate de desecho en la dieta. M.Sc. Thesis, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, 67 p.
- Fránquez, P. 2017. "Uso de aminoácidos libres y expresión de transportadores en dieta con pasta de aguacate baja en proteína, en cerdos en crecimiento". In: *Avances de Investigación, Compostela: Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias*, p. 22.
- García, Y. B., Fránquez, P., Rodríguez, J. G., Lemus, C. & Ly, J. 2012. "Evaluation of factors affecting feed consumption pattern in fattening pigs". In: *IX Congreso Universitario de Ciencias Veterinarias*, Puerto Vallarta, México: Universidad de Guadalajara - Universidad Autonomía de Sinaloa, ISBN: 978-607-507-193-0.
- Gillespie, L. & Wallace, H. D. 1955. Preliminary observations on avocados as a feed for growing-fattening pigs. (ser. University of Florida Animal Husbandry Mimeograph, no. ser. 55–6), Florida, USA: University of Florida, 4 p.
- Grageola, F. 2010. Aprovechamiento del aguacate de desecho en la alimentación del cerdo Pelón Mexicano y del cerdo comercial. M.Sc. Thesis, Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, México, 68 p.
- Grageola, F., Sangines, L., Diaz, C., Gomez, A., Cervantes, M., Lemus, C. & Ly, J. 2010. "The effect of breed and dietary level of avocado fat on the N and energy balance in young pigs". *Journal of Animal and Feed Sciences*, 19(1): 37–48, ISSN: 1230-1388.
- Gregory, P. C. & Rayner, D. V. 1987. "The influence of gastrointestinal infusion of fats on regulation of food intake in pigs". *The Journal of Physiology*, 385(1): 471–481, ISSN: 1469-7793, DOI: 10.1113/jphysiol.1987.sp016502.
- Gressler, C. C. 2013. Efeitos da dieta hiperlipídica suplementada com óleos vegetais nos parâmetros metabólicos e inflamatórios em ratos Wistar. M.Sc. Thesis, Univeridade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 64 p.
- Hernández, S. 2014. Valor nutricional de la pasta de aguacate y su efecto en el metabolismo lipídico, calidad sensorial, y estabilidad oxidativa de la carne de cerdo. M.Sc. Thesis, Univesidad Autónoma de Nayarit, Tepic, 101 p.
- Kellerman, T. S., Coetzer, J. A. W., Naude, T. W. & Botha, C. J. (eds.). 2005. *Plant Poisonings & Mycotoxicoses of Livestock in South Africa*. Cape Town, South Africa: Oxford University Press, 310 p., ISBN: 978-0-19-576134-4, Available: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20063015110>>, [Consulted: November 20, 2017].
- Lemus, C. 2010. Estudios de conservación de pasta fresca de aguacate de desecho destinada a la alimentación animal. Xalisco: Unidad Académica de Agricultura - Universidad Autónoma de Nayarit, 15 p.
- López, F. J. P. 2015. Abacate (*Persea americana* Mill) na alimentação de cabras: produção, composição e perfil de ácidos

- graxos no leite e parâmetros ruminais. Ph.D. Thesis, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 91 p.
- Lugo, A. E. 2003. Efecto de la inclusión de varias fuentes de lípidos sobre la utilización de los nutrientes en dietas para cerdos en la etapa de iniciación. M.Sc. Thesis, Universidad Central de Venezuela, Maracay, 81 p.
- Ly, J., Bugarín, J., Alonso-Spilbury, M. L., Rodríguez-Carpena, J. G., Orozco, V. & Lemus-Flores, C. 2015. "Uso de la técnica de la bolsa de nylon móvil para medir digestibilidad in situ de algunos insumos y aguacate en cerdos". *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(2): 221–229, ISSN: 1870-0462.
- NRC (National Research Council) 2012. *Nutrient Requirements of Swine*. 11th ed., Washington, DC: The National Academies Press, 420 p., ISBN: 978-0-309-22423-9, Available: <<https://www.nap.edu/catalog/13298/nutrient-requirements-of-swine-eleventh-revised-edition>>, [Consulted: November 20, 2017].
- Nyachoti, C. M., Zijlstra, R. T., de Lange, C. F. M. & Patience, J. F. 2004. "Voluntary feed intake in growing-finishing pigs: A review of the main determining factors and potential approaches for accurate predictions". *Canadian Journal of Animal Science*, 84(4): 549–566, ISSN: 0008-3984, DOI: 10.4141/A04-001.
- Peralta, V., Ponce, J. L., Llamas, C., Grageola, F., Lemus, C. & Ly, J. 2008. "Pattern of feed intake of Pelón Mexicano pigs fed diets based on avocado (*Persea americana* Mill)". *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 15(1): 63–67, ISSN: 1026-9053.
- Pulido, M., Rodríguez, F. & Gutiérrez, E. 1996. "Efecto del uso de bagazo deshidratado de aguacate y melaza en la dieta de toretes y vaquillas en engorde en corral". In: *Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México*, Veracruz, México: Universidad Veracruzana, p. 75.
- Pulido, M., Rodríguez, F. & Gutiérrez, E. 1997. "Efecto de la inclusión de bagazo deshidratado de aguacate en la dieta de toretes en engorde en corral". In: *Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México*, Cuernavaca, p. 248, Available: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=MX1998000450>>, [Consulted: November 20, 2017].
- SAS Institute Inc. 1999. *SAS/STAT. User's Guide*. Release 6.12. Cary, N.C., USA: Institute Incompany.
- Skenjana, A. 2011. The potential nutritive value of waste products from the sub-tropical fruit processing industry as livestock feed. M.Sc. Thesis, University of Pretoria, Pretoria, 80 p.
- Skenjana, A., van Niekerk, J. B. J. & van Ryssen, W. A. 2006. "In vitro digestibility and in situ degradability of avocado meal and macadamia waste products in sheep". *South African Journal of Animal Science*, 36(5): 78–81, ISSN: 2221-4062, 0375-1589.
- Steel, R. G. D. & Torrie, J. H. 1997. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 2nd ed., México: McGraw-Hill Book Interamericana, 666 p., ISBN: 978-968-451-495-9.
- Thi-Thuy, N., Lindberg, J. E. & Ogle, B. 2011. "Effects of replacing fish meal with ensiled catfish (*Pangasius hypophthalmus*) by-products on the performance and carcass quality of finishing pigs". *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20(1): 47–59, ISSN: 1230-1388.
- van Ryssen, J. B. J., Skenjana, A. & van Niekerk, W. A. 2013. "Can avocado meal replace maize meal in broiler diets?". *Applied Animal Husbandry & Rural Development*, 6(1): 22–27, ISSN: 2312-8747.

**Received: May , 15, 2017**