

Características de la canal del cerdo Pelón Mexicano, procedente de Mizantla, Veracruz, México

Carcass traits of Hairless Mexican pigs from Mizantla, in the state of Veracruz in Mexico

Rubén Danilo Méndez Medina*
Marcelino Becerril Herrera*
María de la Salud Rubio Lozano*
Enrique Jesús Delgado Suárez*

Abstract

The objective of this study was to describe carcass characteristics of Hairless Mexican pig (HMP) from Mizantla, in the state of Veracruz in Mexico. The experiment used 21 HMP slaughtered at 115.3 ± 34.2 kg average live weight. Carcasses were measured, and then split into primal cuts prior to dissection. Pigs had an average thoracic perimeter of 119.6 ± 15.9 cm, an abdominal perimeter of 127.2 ± 18.6 cm, and a length along the back of 106.0 ± 15.5 cm. Perimeters of the forefoot and hindfoot were 17.3 ± 1.2 and 17.4 ± 1.4 cm, respectively. Carcasses had an average length of 81.7 ± 6.7 cm, and a backfat thickness (cm) of 5.2 ± 1.3 , 3.1 ± 1.3 and 3.8 ± 1.3 at the first rib, last rib and last lumbar vertebra, respectively. Relative to the cuts composition, the hams had the highest percentage of muscle (50.4 ± 2.6) followed by the shoulder (47.5 ± 6.2), the ribs (43.9 ± 4.9), and the loin (38.2 ± 6.1). Regarding total fat percent, the belly (67.8 ± 5.8) and the loin (40.7 ± 9.3) had the highest values. Inter-muscular fat in the lean cuts (ham, loin and shoulder) ranged from 8.6 to 9.4%. Moreover, a positive interrelation was found between the fat content in the loin, and the backfat thickness in the last rib ($P < 0.05$), as well as between the inter-muscular fat content in the loin, and the backfat thickness in the last rib ($P < 0.001$). It is suggested that Hairless Mexican pigs from Mizantla are long, wide animals, with a rather fatty carcass.

Key words: HAIRLESS MEXICAN PIG, CARCASS TRAITS, PRIMAL CUTS.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue conocer las características de la canal del cerdo Pelón Mexicano (CPM) procedente de Mizantla, Veracruz, México. El experimento se realizó en 21 CPM sacrificados a un peso vivo promedio de 115.3 ± 34.2 kg. Las medias canales se midieron, para luego realizar el despiece y la disección de los cortes primarios. El perímetro torácico promedio de los animales fue 119.6 ± 15.9 cm, el perímetro abdominal 127.2 ± 18.6 cm y la longitud hasta la espalda 106.0 ± 15.5 cm. El perímetro de las cañas anterior y posterior fue 17.3 ± 1.2 y 17.4 ± 1.4 cm, respectivamente. Las canales tuvieron una longitud media de 81.7 ± 6.7 cm y un espesor de grasa dorsal (cm) de 5.2 ± 1.3 , 3.1 ± 1.3 y 3.8 ± 1.3 en la primera costilla, última costilla y última vértebra lumbar. Con respecto a la composición de los cortes, el jamón presentó el mayor porcentaje de músculo (50.4 ± 2.6) seguido por la espaldilla (47.5 ± 6.2), el costillar (43.9 ± 4.9) y el lomo (38.2 ± 6.1). En cuanto al contenido de grasa total, el tocino (67.8 ± 5.8) y el lomo (40.7 ± 9.3) tuvieron los valores más altos. El contenido de grasa intermuscular en los cortes magros (jamón, lomo y espaldilla) estuvo en el rango de 8.6% a 9.4%. Además, se encontró una relación significativa entre el contenido de grasa total en el lomo y el espesor de grasa dorsal en la última costilla ($P < 0.05$), así como entre el contenido de grasa intermuscular en el lomo

Recibido el 8 de febrero de 2001 y aceptado el 14 de mayo de 2001.

* Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Cruz Blanca 486 Topilejo, 14500, México, D.F.
Teléfono: 58 48 05 15, Fax: 58 48 05 14, 55 50 86 97, correo electrónico: msalud@servidor.unam.mx

y el espesor de grasa dorsal en la última costilla ($P < 0.001$). Se sugiere que los CPM de Mizantla son animales largos, anchos y de canales grasas.

Palabras clave: CERDO PELÓN MEXICANO, CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL, CORTES PRIMARIOS.

Introduction

Pig meat is a valuable source of high-quality protein in the diet of several countries including Mexico. Fresh meat, ham, bacon, loin, sausages and by-products are among the most common pork products.¹ Estimations consider local breeds to be 25 to 35% of the total world pig population. Such breeds, in many cases, are not well characterized but are undoubtedly an important basis for crossbreeding programs.

The local breed in Mexico is the Hairless Mexican pig (HMP). The commercial value of this species is low, and its price (on a live-weight basis) is between 30 and 40% lower than that of improved breeds.² This depreciation is caused by the high fat content in carcasses, which need to be trimmed, and therefore, the subsistence of the HMP is threatened. The random cross with other breeds, seeking for a more efficient production, impairs the preservation of this breed.³ That is why the study and preservation of the genetic information from these pigs is relevant.

The present study is part of a project on the HMP, and its objective is to generate information and alternatives for its preservation as a national important genetic resource. Part of the project is concerned with the creation of alternatives leading to the production of high-quality products, like the "Serrano"-Iberian type ham.^{2,4} The main objective of this work was to obtain carcass traits of a group of HMP's from Mizantla in the state of Veracruz in Mexico.

Material and methods

The study included 21 male castrated HMP from Mizantla. Animals were fed concentrates, and had an average live weight of 115.33 ± 34.21 kg at slaughter. Before slaughter, zoometric traits of these pigs were measured in order to obtain their characterization. After slaughter, carcasses were refrigerated for 24 hours prior to perform the corresponding carcass measurements.

Measurements taken in the animals alive

Measurements were performed by means of a metallic ruler, a flexible metallic metric tape and a zoometric ruler. Measurements (in cm) taken were the following:⁵

Introducción

El cerdo constituye una importante fuente de proteína de alta calidad en la dieta de varios países, incluyendo México. Entre los principales productos utilizados se encuentran la carne, jamones, tocinos, chuletas, salchichas, chorizos y subproductos.¹ De la población total de cerdos en el ámbito mundial se tienen estimaciones de que aproximadamente entre 25% a 35% podrían ser razas locales. Dichas razas en muchos casos no están bien definidas ni caracterizadas, pero indudablemente constituyen una gran base para los programas de cruzamiento.

La raza local de cerdos en México se conoce con el nombre de cerdo Pelón Mexicano (CPM). Sin embargo, este cerdo no es muy comercializado y su precio de venta en vivo oscila entre 30% y 40% inferior al del cerdo mejorado.² Esto último es consecuencia del exceso de grasa que se le tiene que recortar. Asimismo, hoy día la subsistencia del CPM está amenazada. El cruzamiento deliberado o al azar con otras razas en busca de mejoras productivas, atentan contra la preservación de esta raza.³ Por ello se considera relevante el estudio y conservación de la información genética sobre estos cerdos.

El presente estudio forma parte de un proyecto sobre el CPM, que tiene como objetivo generar información y alternativas para su conservación como recurso genético importante para el país. Dentro de él, se buscan alternativas encaminadas a la elaboración de productos de calidad como el jamón serrano tipo ibérico.^{2,4} El objetivo particular de este estudio fue conocer las características de la canal de un grupo de CPM procedentes de Mizantla, Veracruz, México.

Material y métodos

Se utilizaron 21 cerdos, machos castrados, de la raza pelón mexicano, procedentes de Mizantla, Veracruz, México. Los animales tenían un peso vivo promedio de 115.33 ± 34.21 kg y habían sido alimentados con concentrado comercial. Antes del sacrificio, a los cerdos se les tomaron medidas zoométricas para su caracterización. Después del sacrificio, las canales se refrigeraron durante 24 horas antes de realizar las mediciones correspondientes.

Medidas tomadas en el animal vivo

Para la toma de las medidas se utilizó una regla metálica, una cinta metálica flexible y un bastón zoométrico.

a) abdominal perimeter: the value of the abdominal circumference was taken at 5 cm of the umbilical scar at the level of the widest part of the abdomen; b) thoracic perimeter: the value of the thorax circumference was taken in its narrowest part; c) perimeter of the hind foot: this perimeter was taken at the narrowest part of the metatarsus bone; d) perimeter of the fore foot: this perimeter was taken at the narrowest part of the metacarpus bone; e) length of the animal up to the neck: the distance between the atlas bone and the last sacral vertebra, along the dorsal vertebral line; f) length of the animal up to the shoulder: lateral distance between the anterior border of the back or shoulder tip and the ischium.

Measurements taken from refrigerated carcasses

Measurements (in cm) taken on the left halves were the following:⁵ a) carcass length: it was taken from the anterior edge of the ischium and pubis joint to the anterior edge of the first rib; b) length of the rib: the distance between the anterior edge of the first rib and the hind edge of the last rib; c) backfat thickness at the first rib: it was measured at the level of the first rib; d) backfat thickness at the last rib: it was measured at the level of the last rib; e) backfat thickness at the last lumbar vertebra: the last lumbar vertebra was found, and the backfat thickness was measured at this level.

Carcass split off

In this study, cuts were obtained from the left half carcass, and performed according to the standards developed by the National Pork Producers Council of the United States.⁶ Carcasses were split off into primal cuts such as: ham, loin, shoulder, upper shoulder, belly and ribs.

1. Ham: a cut was performed between the second and third sacral vertebrae to obtain the ham.
2. Loin: it was cut at the ham's joint and between the second and third ribs.
3. Shoulder: it was separated from the neck with a parallel cut to the anterior edge of the aitch bone, separating it from the ribs and removing the connective tissue beneath the scapula.
4. Upper shoulder: it was separated by a parallel cut to the loin, through the natural adipose tissue.
5. Belly: it was separated from the loin by a cut at the hind edge of the *Psoas mayor* to the ventral part of the scapula.
6. Ribs: they were separated from the belly by a cut under them.

A continuación se describen cada una de las mediciones efectuadas:⁵ a) Perímetro abdominal, PA (cm): se midió el valor de la circunferencia abdominal, a 5 cm de la cicatriz umbilical al nivel de la parte más amplia del abdomen; b) perímetro torácico, PT (cm): se determinó el valor de la circunferencia del tórax en la parte más estrecha de éste; c) perímetro de la caña posterior, PCP (cm): se tomó en la parte más estrecha del hueso metatarso; d) perímetro de la caña anterior, PCA (cm): se tomó en la parte más estrecha del hueso metacarpo; e) longitud del animal hasta la nuca, LN (cm): distancia entre la articulación atlanto-occipital (primera vértebra cervical) y la inserción de la cola (última vértebra sacra), por la línea media dorsal a lo largo de la columna vertebral; f) longitud del animal hasta la espalda, LE (cm): distancia lateral entre el borde anterior de la espalda o punta del hombro y la punta de la nalga (apófisis del isquión).

Medidas tomadas en la canal refrigerada

Las medidas que se tomaron sobre la media canal izquierda fueron las siguientes:⁵ a) Longitud de la canal, LC (cm): se midió desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana a la parte media del borde anterior de la primera costilla; b) longitud del costillar, LCT (cm): se midió la distancia entre el borde anterior de la primera costilla y el borde posterior de la última costilla; c) grosor de la grasa subcutánea en la primera costilla, GPC (cm): al nivel de la primera costilla se midió el espesor de la grasa dorsal; d) grosor de la grasa subcutánea en la última costilla, GUC (cm): al nivel de la última costilla se midió el espesor de la grasa dorsal; e) grosor de la grasa subcutánea en la última vértebra lumbar, GUL (cm): se localizó la última vértebra lumbar y a ese nivel se midió el espesor de la grasa dorsal.

Despiece de la canal

En este estudio el despiece se realizó en la canal izquierda y se efectuó conforme a los patrones elaborados por la Asociación Nacional de Proveedores de Carne de los Estados Unidos.⁶ Se obtuvieron los cortes de jamón, lomo, espaldilla, cuello, tocino y costillar.

1. Jamón: para la separación de la pierna se cortó entre la segunda y tercera vértebras sacras.
2. Lomo: se cortó desde la separación con el jamón hasta un corte que se realiza entre la segunda y tercera costillas.
3. Espaldilla: el miembro anterior se separó del cuello con un corte paralelo al borde anterior de la punta del hombro y separándola del costillar, desgarrando el tejido conjuntivo que se encuentra debajo de la escápula.

Determination of the primal cuts' composition

After the left half carcasses were split off, shoulders and hams were used in the manufacture of cured products. This was done as part of the study on the production of pork products by the high quality taste, and added value as an alternative use of these animals. Therefore, only five hams and four shoulders were used to determine their tissue composition. From the other cuts, eight ribs, 21 loins (being the most valuable cut), nine upper shoulders and six bellies were selected for dissection.

The dissection allowed the determination of main tissue components (muscle, fat and bone) in each cut. Due to the fact that some tissues did not belong to any of these groups, an additional group was considered as "others" including nerves, blood vessels, lymph nodes, connective tissue, blood clots and tendons. The fat from each cut was divided into internal fat (located in cavities surrounding the organs), subcutaneous fat or covering fat (located between the skin and the muscle) and intermuscular fat (located between the muscles). Muscles were separated individually, and their subcutaneous and intermuscular fat was removed, including the surrounding connective tissue. Bones were freed from soft tissues. After the different tissues were separated, they were weighed individually. Finally, the percentage of each tissue in each primal cut was calculated.

Analysis of meat composition

Samples from three *Semitendinosus*- and five *Longissimus dorsi* muscles from different carcasses were taken to analyze their meat composition. Analyses performed included the intramuscular fat and water content. The fat content was determined by extraction with ether, presenting the soluble fraction as crude fat or ether extract.⁷ Water percentage was determined by means of the weight loss during drying in an oven. Weight loss was expressed as the water content in the sample.⁸

Data analysis

All variables were analyzed by descriptive statistics using the SAS program.⁹ In order to find out about the relations among the variables under study, the correlation matrix between the zoometric measures and carcass traits was obtained. Finally, a multiple regression analysis was performed to detect possible interrelations between the zoometric measures and carcass traits with the meat content, total fat and intramuscular fat content in the loin, which could allow establishing predictive equations.

4. Cuello: se separó mediante un corte paralelo al corte del lomo, a través del tejido adiposo natural.
5. Tocino: se separó del lomo a través de un corte en la orilla posterior del *Psoas mayor*, hacia la parte ventral de la escápula.
6. Costillar: se separó del tocino a través de un corte que pasa por debajo de las costillas.

Determinación de la composición de cada corte primario mediante su disección

Posterior al despiece de la media canal del lado izquierdo, los cortes primarios correspondientes a la espaldilla y pierna fueron utilizados para la elaboración de productos curados, como parte del estudio de elaboración de productos de alta calidad degustativa y valor agregado como una alternativa de aprovechamiento de estos animales. Por tanto, sólo se utilizaron cinco piernas y cuatro espaldillas para determinar los componentes tisulares principales. De los demás cortes primarios se seleccionaron ocho costillares, 21 lomos (por ser la pieza de mayor valor), nueve cuellos y seis tocinos para ser diseccionados.

Las disecciones permitieron determinar los componentes tisulares principales (músculo, grasa y hueso) de cada grupo. Debido a que algunos tejidos no pertenecían a ninguno de estos grupos, se creó uno adicional que se denominó "otros", en el que se consideraron los nervios, vasos sanguíneos, linfonódulos, fascias, coágulos sanguíneos y tendones. La grasa de cada pieza quedó dividida, a su vez, en grasa cavitaria (que se deposita en las cavidades, alrededor de los órganos), grasa subcutánea o de cobertura (que se deposita entre la piel y el músculo) y grasa intermuscular (que se deposita entre los músculos). Los músculos se separaron individualmente y fueron desprovistos de la grasa subcutánea e intermuscular, además de las fascias que lo rodeaban. Los huesos quedaron libres de tejidos blandos. Cuando se concluía con la separación de todos los tejidos, éstos se pesaban por separado. Por último, a cada componente tisular se le calculó el porcentaje que ocupaba dentro de cada una de las piezas.

Análisis de la composición de la carne

Para el análisis de composición de la carne de CPM, se hizo un muestreo de tres músculos *Semitendinosus* y cinco músculos *Longissimus dorsi*. Se tomaron muestras de diferentes canales para realizar las determinaciones del contenido de grasa (intramuscular) y humedad. La cantidad de grasa de la carne se determinó por medio de la extracción con éter, donde la fracción soluble en éter se presentó como grasa cruda o extracto etéreo.⁷ El porcentaje de humedad se realizó por el método de secado en horno, donde la pérdida de peso se expresa como contenido de agua en la muestra.⁸

It was not possible to use this analysis with the other cuts due to the lack of information to run this procedure. In the regression model, the backward selection methodology was applied in order to eliminate those independent variables not showing significant effect on the dependent variable.

Results

Zoometric measurements and carcass traits

Results obtained from the measurements taken *in vivo* are shown in Table 1. Data reflects that HMP are wide animals, according to thoracic- and abdominal perimeters. The diameter of the fore- and hind foot were similar, and the length of the pig was relatively short. Carcass traits are summarized in Table 2.

Primal cuts composition

Tissue composition (muscle, bone, fat and "others") of different cuts is shown in Table 3. Among the lean cuts, the ham presented the highest muscle percentage (50.4 ± 2.6), followed by the shoulder, the ribs and the upper shoulder (47.5 ± 6.2 , 43.9 ± 4.9 and 46.1 ± 3.9 , respectively). On the other hand, the loin had the highest fat content ($40.7 \pm 9.3\%$ total fat), though, in general, the cuts composition showed the high fat content of these animals. The highest percentage of "others" corresponded to the shoulder (5.8 ± 0.9).

Analysis of meat composition

The *Semitendinosus* muscle had a low percentage of intramuscular fat, equal to 0.8 ± 0.2 and a water content of $74.8 \pm 1.3\%$. In turn, the *Longissimus dorsi* muscle had

Cuadro 1		
CARACTERÍSTICAS ZOOMÉTRICAS DE CPM CON UN PESO VIVO PROMEDIO DE 115.3 KG		
ZOOMETRIC TRAITS FROM HAIRLESS MEXICAN PIGS WITH AN AVERAGE LIVE WEIGHT OF 115.3 KG		
Variables (cm)	N	$\bar{x} \pm DS$
Variables (cm)	N	$\bar{x} \pm DS$
Perímetro torácico	21	119.6 ± 15.9
Perímetro abdominal	21	127.2 ± 18.6
Perímetro caña posterior	21	17.4 ± 1.4
Perímetro caña anterior	21	17.3 ± 1.2
Longitud animal, nuca	21	127.6 ± 13.8
Longitud animal, espalda	21	106.0 ± 15.5

Análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para todos los parámetros medidos utilizando el programa SAS.⁹ Además, se determinó la matriz de correlación entre las medidas zoométricas y de la canal para conocer las relaciones entre las variables estudiadas. Finalmente, se aplicó un análisis de regresión múltiple para detectar posibles interrelaciones entre las medidas zoométricas y de la canal con el contenido de carne, grasa total y grasa intermuscular en el lomo, que permitieran establecer ecuaciones de predicción. En los demás cortes esto último no fue posible realizarlo, pues no se disponía de suficiente información para aplicar este procedimiento. En el modelo se empleó la metodología de eliminación progresiva de las variables independientes que no tenían un efecto significativo sobre la variable dependiente.

Resultados

Características zoométricas y rasgos de la canal

Los resultados obtenidos de las medidas que se tomaron *in vivo* se muestran en el Cuadro 1. Los datos reflejan un animal ancho, por lo que a los perímetros torácico y abdominal se refiere, cañas de diámetro similar y una longitud relativamente corta. Las características de la canal se resumen en el Cuadro 2.

Composición tisular de los cortes primarios

La composición porcentual de tejidos (muscular, óseo, adiposo y "otros") de las diferentes piezas se presenta

Cuadro 2		
CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CPM CON UN PESO VIVO PROMEDIO DE 115.3 KG		
CARCASS TRAITS FROM HAIRLESS MEXICAN PIGS WITH AN AVERAGE LIVE WEIGHT OF 115.3 KG		
Variables (cm)	N	$\bar{x} \pm DS$
Variables (cm)	N	$\bar{x} \pm DS$
Longitud canal fría*	21	81.6 ± 6.7
Longitud del costillar**	21	47.2 ± 4.8
Espesor de grasa dorsal en:		
Primera costilla**	21	5.2 ± 1.3
Última costilla**	21	3.1 ± 1.3
Última vértebra**	21	3.8 ± 1.3
*Measurements taken on the whole carcass		
**Measurements taken on the left half carcass.		

a higher intramuscular fat content (6.5 ± 2.1) and a lower water content (66.7 ± 0.6).

Correlation analysis

Significant and positive relations were found among most of the variables. Live weight was significantly correlated ($P < 0.001$) with the zoometric measures, except with the perimeter of the fore foot (Table 4), which was correlated with the animal length up to the shoulder ($P < 0.05$). In a similar way, the length of the carcass and the ribs was positively correlated with the backfat thickness in the three evaluated areas. In connection with this, all carcass traits showed significant and positive correlation with the zoometric measures, again with the exception of the fore foot perimeter.

Multiple regression analysis

A significant relation ($P < 0.05$) was detected between the total fat content in the loin and the backfat thickness at the last rib. Moreover, the intramuscular fat content in the loin also showed a significant interrelation ($P < 0.01$) with the backfat thickness at the last rib. No significant relation ($P > 0.10$) was detected between the muscle content of the loin and the carcass traits. Adjusted models are shown in Table 5.

Discussion

The HMP presented very high values of thoracic- and abdominal perimeters in contrast with the very low

en el Cuadro 3. Entre los cortes magros, la pierna tuvo el mayor porcentaje de músculo (50.4 ± 2.6), seguida por la espaldilla, el costillar y el lomo (47.5 ± 6.2 , 43.9 ± 4.9 y 46.1 ± 3.9 , respectivamente). Asimismo, el lomo presentó el mayor contenido de grasa ($40.7 \pm 9.3\%$ de grasa total), aunque en sentido general la composición de los cortes reflejó el elevado contenido graso de estos animales. El mayor porcentaje de "otros" correspondió a la espaldilla (5.8 ± 0.9).

Análisis de composición de la carne

El músculo *Semitendinosus* tuvo un bajo porcentaje de grasa intramuscular, igual a 0.8 ± 0.2 y un contenido de humedad de $74.8 \pm 1.3\%$. Por su parte, el músculo *Longissimus dorsi* presentó un mayor contenido de grasa intramuscular (6.5 ± 2.1) y un menor contenido de humedad (66.7 ± 0.6).

Análisis de correlación

Se detectaron relaciones significativas de signo positivo entre la mayoría de las variables. El peso vivo estuvo significativamente relacionado ($P < 0.001$) con todas las medidas zoométricas, excepto con el perímetro de la caña anterior (Cuadro 4), que a su vez sólo estuvo significativamente relacionada con el perímetro de la caña posterior ($P < 0.01$) y con la longitud hasta la espalda ($P < 0.05$). De la misma forma, las longitudes de la canal y del costillar se relacionaron positivamente con el espesor de grasa en los tres puntos de evaluación. Asimismo, todas las características de la canal

Cuadro 3
COMPOSICIÓN TISULAR DE LOS CORTES PRIMARIOS EN CPM
HAIRLESS MEXICAN PIGS PRIMAL CUTS TISSUE COMPOSITION

Variables, % Variables, %	Jamón Ham	Lomo Loin	Costillar Rib	Espaldilla Shoulder	Cuello Upper Shoulder	Tocino Belly
N	5	21	8	4	9	6
Músculo	50.4 ± 2.6^1	38.2 ± 6.1	43.9 ± 4.9	47.5 ± 6.2	46.1 ± 3.9	28.70 ± 5.2
Hueso	12.2 ± 1.4	16.4 ± 3.8	32.8 ± 9.8	17.1 ± 3.5	16.6 ± 3.6	-
Grasa total	33.4 ± 2.8	40.7 ± 9.3	20.8 ± 7.6	29.1 ± 3.3	34.1 ± 3.3	67.9 ± 5.8
Grasa subcutánea	24.0 ± 0.8	29.7 ± 7.8	-	19.6 ± 1.8	10.7 ± 3.1	-
Grasa interna	0.5 ± 0.7	2.6 ± 2.1	4.3 ± 3.5	-	1.2 ± 0.4	-
Grasa intermuscular	8.8 ± 1.8	8.6 ± 5.2	10.0 ± 6.5	9.4 ± 1.5	22.1 ± 2.8	-
Otros	3.0 ± 0.9	3.8 ± 2.3	1.9 ± 1.8	5.8 ± 0.9	2.4 ± 0.8	2.3 ± 0.8

¹ Mean \pm standard deviation

Cuadro 4
MATRIZ DE CORRELACIÓN DE PEARSON ENTRE CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL
PEARSON CORRELATION BETWEEN CARCAS STRAITS

Variables ¹	LC	Lcost.	GPC	GUC	GUV	LE	LN	PA	PCA	PCP	PT
Variables ¹	CCL	RL	FRFT	LRFT	LLVFT	ALS	ALN	AP	FFP	HFP	TP
LC											
Lcost.	0.8454***										
GPC	0.8346***	0.7936***									
GUC	0.7921***	0.6643***	0.9418***								
GUV	0.7780***	0.6932***	0.9098***	0.9152***							
LE	0.6865***	0.5786**	0.6214**	0.6102**	0.5813**						
LN	0.8547***	0.8505***	0.7941***	0.6905***	0.7114***	0.7545***					
PA	0.9132***	0.8321***	0.8449***	0.7385***	0.8083***	0.6901***	0.8782***				
PCA	0.3586	-0.0139	0.2083	0.3352	0.2880	0.4568*	0.1108	0.3189			
PCP	0.8623***	0.6050**	0.7106***	0.7180***	0.6602**	0.6825***	0.6418***	0.7494***	0.6337**		
PT	0.9422***	0.7919***	0.8364***	0.7576***	0.7952***	0.7185***	0.8765***	0.9656***	0.3888*	0.8085***	
PV	0.9386***	0.8666***	0.8762***	0.7858***	0.8072***	0.7176***	0.9045***	0.9776***	0.3256	0.7938***	0.9692***

*P<0.05

¹ CCL: cold carcass length; RL: rib length; FRFT: first rib fat thickness; LRFT: last rib fat thickness; LLVFT: last vertebrae fat thickness, ALS: length of the animal to the shoulder; ALN: length of the animal to the nape; AP: abdominal perimeter; FFP: fore foot perimeter; HFP: hind foot perimeter; TP: thoracic perimeter; LW: live weight.

feet perimeters, which indicates that these are fat animals with extremely thin legs. Besides, the length above 125 cm suggests that the HMP has a typical body development of a longitudinal animal that can be used for meat production, though it has a tendency towards the accumulation of fat in the carcass. Another possibility is that the growth curve could change at a certain weight (e.g., 70 kg), and from this moment on, weight gain is accomplished mainly by the deposition of fat.

Previous years ago studies concerning the zoometry and characterization of the HMP were carried out in the State of Yucatan in Mexico.¹⁰ HMPs from Yucatan were slaughtered at 81.0 ± 23.6 kg live weight, while in this work, pigs had an average weight at slaughter of 115.3 ± 34.2 kg. Regarding the backfat thickness, values are not very different when comparing pigs from both regions. HMPs from Yucatan had 3.7 ± 0.3 cm, while for the HMP from Mizantla, mean values were between 3.1 and 5.2 cm. Lumbar backfat thickness was 2.5 ± 0.6 cm in the pigs from Yucatan, which in turn was 3.8 ± 1.3 cm for the HMP from Mizantla. Observed differences might be due to the different weight at slaughter among the pigs from each zone. This supports the idea that the HMP stops its growth, and starts to accumulate fat before it reaches 81 kg live weight.

mostraron una relación significativa, de signo positivo, con las medidas zoométricas, nuevamente con la excepción del perímetro de la caña anterior.

Análisis de regresión múltiple

Se encontró una interrelación significativa ($P < 0.05$) entre el contenido de grasa total en el lomo y el espesor de grasa dorsal en la última costilla. Por su parte, el contenido de grasa intermuscular en el lomo mostró también una interdependencia marcada ($P < 0.01$) con el espesor de grasa dorsal en la última costilla. No se detectó relación significativa ($P > 0.10$) entre el contenido de músculo en el lomo y ninguno de los rasgos de la canal. Los modelos ajustados se presentan en el Cuadro 5.

Discusión

Los CPM tuvieron perímetros torácico y abdominal muy elevados y perímetros de las cañas muy pequeños, esto indica que son animales cebados con extremidades considerablemente delgadas. Además, tuvieron una longitud superior a los 125 cm, lo que en términos generales se puede interpretar como que el CPM presenta el desarrollo corporal de un animal longilíneo, cuyo fin zootécnico es la producción de carne, pero con

Cuadro 5
 ECUACIONES DE REGRESIÓN ENTRE LOS TEJIDOS DEL MOYO Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL
 REGRESSION EQUATIONS FOR LOINT ISSUES AND CARCASS TRAITS

<i>Variable dependiente</i> <i>Dependent variable</i>	<i>Variable independiente</i> <i>Independent variable</i>	<i>Pendiente</i> <i>Slope</i>	<i>Intercepto</i> <i>Intercept</i>	<i>R²</i> <i>R²</i>	<i>± ES</i> <i>± SE</i>
% Carne	GPC ¹	5.18912	31.8109	0.2224	5.70
	GUC ²	-6.52051			
% Grasa total	GUC	3.88395	28.4691	0.2717	8.16*
% Grasa intermuscular	GUC	2.80671	-0.15111	0.4605	3.89***

*P < 0.05; ***P < 0.001

¹ FRFT: first rib fat thickness

² LRFT: last rib fat thickness

It is said that the HMP has certain similarities with the Iberian pig (IP). For instance, with respect to the backfat thickness at the first rib, the HMP is 5.18 cm, while it is 7.17 cm for the IP. As it has been suggested, differences are probably due to a consequence of selection procedures and production technology that is applied to the IP. In these pigs, the selection appears to be oriented towards the deposition of fat as could be expected, since the IP production is closely and almost exclusively related to the production of high-quality cured products¹¹. Nonetheless, the HMP has not been subjected to a genetic selection oriented in the same way. Besides, management and feeding of the HMP is also different. Therefore, it is not surprising that it does not reach the typical traits of the IP.

Carcass traits of pigs are influenced by several factors; some of endogenous nature like breed, sex and age, and some of exogenous nature such as nutrition. Environment is also a key factor determining the composition and performance of pigs. Nevertheless, there is a large number of studies which reveal the excellent potential for adaptation and the rusticity degree of the HMP.¹²⁻¹⁵

Description of the animals both *in vivo* and in the carcasses suggests that the HMP is a short, wide animal with a good conformation. Furthermore, the backfat thickness indicates that the pig has a high fat content in the carcass. This phenomenon can be observed in adult animals subjected to a high energy diet in which some tissues stop growing, and the excess of energy is accumulated as fat.¹⁶

The composition of shoulders and hams was similar to that found by Mayoral *et al.*¹⁷ in IP. Authors reported the cuts' composition in IP at different weights and age. When comparing mean values (%) of the main

tendencia a la acumulación de grasa en la canal. Otra posibilidad es que la curva de crecimiento cambie a determinado peso (por ejemplo, 70 kg) y que a partir de aquí el aumento de peso se logre principalmente por la deposición de grasa.

En años anteriores se realizaron estudios referentes a la zoometría y caracterización del cerdo Pelón Mexicano en Yucatán, México.¹⁰ Los CPM de Yucatán se sacrificaron a un peso vivo de 81.0 ± 23.6 kg; mientras que en los del presente trabajo fue de 115.3 ± 34.2 kg. En cuanto al espesor de la grasa dorsal, los valores no difieren de forma considerable cuando se comparan los CPM de ambas regiones. Para el caso de los CPM de Yucatán, el resultado obtenido es de 3.7 ± 0.3 cm, mientras que para los de Mizantla los valores oscilaron entre 3.1 y 5.2 cm. En el espesor de la grasa lumbar, los animales de Yucatán tuvieron 2.5 ± 0.6 cm, mientras que los cerdos de Mizantla tuvieron 3.8 ± 1.3 cm. Las diferencias observadas podrían deberse a que los pesos al sacrificio fueron diferentes entre los cerdos de cada zona. Lo anterior fortalece la idea de que el CPM deja de crecer antes de los 81 kg y empieza a acumular grasa.

Se plantea que el CPM tiene similitudes con el cerdo Ibérico (CI). Por ejemplo, con respecto a la cobertura de grasa en la primera costilla, el CPM presentó un grosor de 5.18 cm, mientras que en el CI ésta es de 7.17 cm. Como se ha sugerido, las diferencias observadas son, probablemente, consecuencia de los procesos de selección y métodos de producción de los CI. En éstos la selección parece estar orientada hacia la formación de grasa, pues su producción está casi exclusivamente vinculada con la elaboración de productos madurados de alta calidad.¹¹ Sin embargo, el CPM no ha tenido una selección genética orientada a este fin; además de que

tissues in the shoulders obtained from the HMP with the ones from the IP at 120 kg live weight, the difference is not very high. Percentages were as follows: lean, 47 and 51; fat, 29 and 37; bone, 17 and 17, for the HMP and IP, respectively. These similarities were found in the hams as well: lean, 50 and 52; fat, 33 and 38; bone, 12 and 10, for the HMP and IP, respectively. Again, the major difference between the HMP and the IP was a higher fat content in the latter.

The content of "others" (nerves, blood vessels, lymph nodes, fasciae, etc.) was higher in the shoulder. This might be due to the presence of a high number of connective tissue surrounding the muscles in this cut.

Regarding the intramuscular fat, results appear to be related to the physiology of each muscle, e.g., *Biceps femoris* (BF), which is a very active muscle, has a lower fat content than the *Longissimus dorsi* (LD), which is less active. With respect to water content, the difference seems to be determined by the unequal fat content in each muscle. This means that when the fat content of the muscle increases, the water content decreases, and it explains the fact that the water content is lower in the LD muscle.

Mayoral *et al.*¹⁷ also analyzed LD- and BF muscles in IP. Their results indicate that the ability of the IP for the deposition of intramuscular fat is higher than that of the HMP. The LD muscle of the IP had 26% intramuscular fat, while the LD of the HMP had only 6.51%. This suggests that the selection and management currently used for the HMP do not optimize the infiltration of fat in the muscle, though, compared to the improved pigs,¹⁸ the HMP has a superior ability regarding this aspect. Nowadays, a project is being conducted with the HMP subjected to different feeding and management regimes to determine how these factors affect the deposition of intramuscular fat.

The relations found in the correlation analysis between the zoometric measures and carcass traits could be considered as normal- and expected ones. These results go along with other experiments,¹⁹⁻²¹ where a direct proportional relation between live weight, carcass dimensions and fat content has been observed.

The backfat thickness was present in all the regression equations obtained. This agrees with other experiments²² and carcass classification systems.²³ Nevertheless, in the relations found, in spite of being significant, the determination coefficient was too low to establish consistent prediction equations. The variability of data was relatively high. The sample size might have not been big enough to obtain better results. Further experiments including a higher number of animals, and a better homogeneity in the experimental group at different weights are recommended.

tampoco es sometido al mismo régimen de manejo y alimentación, por lo que aún no llega a tener las características típicas de los CI.

En las características de la canal de los cerdos influye una serie de factores. Unos de tipo endógeno como la raza, el sexo y la edad, y otros de tipo exógeno, como la nutrición. También el ambiente es determinante en la composición y el comportamiento de los cerdos. Sin embargo, existe gran variedad de estudios que nos revelan el excelente potencial de adaptación y grado de rusticidad que presentan los CPM.¹²⁻¹⁵

La descripción de los animales tanto *in vivo* como en canal sugiere que los CPM son animales brevilineos, anchos y con buena conformación. Asimismo, el espesor de la grasa subcutánea indica que los animales estaban muy engrasados. Este comportamiento se observa en cualquier animal adulto, que ha sido sometido a una dieta rica en energía, en donde algunos tejidos dejan de crecer y esa energía de exceso se acumula en forma de grasa.¹⁶

La composición de las espaldillas y los jamones es semejante a la encontrada por Mayoral *et al.*¹⁷ en cerdos ibéricos (CI). Estos autores informan sobre la composición de los cortes en animales de diferentes edades y pesos. Si comparamos las medias (%) de los tejidos principales de las espaldillas que se obtuvieron en los CPM con las del CI a los 120 kg de peso vivo, los valores no son muy diferentes: magro, 47 y 51; grasa, 29 y 37; hueso, 17 y 17, CPM y CI, respectivamente. Estas semejanzas se repiten en los jamones: magro, 50 y 52; grasa, 33 y 38; hueso, 12 y 10, CPM y CI, respectivamente. Nuevamente, la principal diferencia entre el CPM y el CI radica en el mayor contenido de grasa de este último.

El contenido de "otros" (nervios, vasos sanguíneos, linfonódulos, fascias, etcétera) fue superior en el caso de la espaldilla. Esto último pudo deberse a la presencia de múltiples fascias que rodean a cada uno de los músculos en este corte.

Con respecto a la grasa intramuscular, los resultados parecen estar relacionados con la fisiología de cada músculo. En el *Biceps femoris* (BF), por ser un músculo contráctil, el contenido de grasa es menor que en el *Longissimus dorsi* (LD), en el que la actividad contráctil no es tan severa. En cuanto al contenido de humedad, la diferencia parece estar condicionada por el desigual contenido de grasa; es decir, cuando se incrementa el porcentaje de grasa, el contenido de humedad se ve disminuido; de ahí que sea menor en el LD.

Mayoral *et al.*¹⁷ analizaron también los músculos LD y BF de cerdos ibéricos. Sus resultados indican que la habilidad del CI para la deposición de grasa infiltrada en el músculo supera enormemente a la del CPM. Mientras que el LD del CI contiene 26% de grasa intramuscular, el del CPM contuvo apenas 6.51%. Esto indica que la selección y el manejo que hasta ahora se

The information obtained in this study did not allow concluding about the most convenient slaughter weight for the HMP from Mizantla. In this sense, further research is needed, specially when taking into account that HMPs are normally slaughtered at weights below 100 kg. This is not convenient for the production of high-quality cured products where the fat content is a key factor. Slaughtering at higher weights should favor a higher intermuscular fat content.

Summarizing, carcass traits suggest that the HMP from Mizantla has a good conformation and at the same time, has a tendency towards the accumulation of fat. The lean- and fat content in hams and shoulders was lower (though not too different) from that of the IP. With respect to the improved breeds, the lean content was lower and the fat content was higher.

The availability of raw cured products in the Mexican market has increased lately; this is a good reason to take advantage of the HMP. With this breed, as well as with the IP, the production of high-quality cured products could constitute an excellent source of income for producers. At the same time, it could contribute in rescuing a unique genotype in danger of extinction.

Acknowledgements

The authors wish to express their gratitude to the CONACyT and PAPIIT for their financial support for projects 2385PB and IN 504396, respectively; and also to DVM Alicia Montiel and Jose Antonio Navarro for their help during the sampling and laboratory stages. Finally, authors would like to mention and thank the support of the authorities from the CEIEPASP, Chapa de Mota, Estado de Mexico and Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia of the Universidad Nacional Autonoma de México for allowing the use of their facilities to carry out this project.

le ha dado al CPM no ha sido la óptima para conseguir la mayor infiltración de grasa en el músculo. Aunque comparado con el cerdo mejorado,¹⁸ el CPM manifiesta una habilidad superior en este aspecto. En la actualidad se está ejecutando un proyecto con el CPM bajo diferentes sistemas de manejo y alimentación, para determinar cómo estos parámetros están afectando la deposición de grasa intramuscular.

Las relaciones encontradas en el análisis de correlación entre las características zoométricas y los rasgos de la canal se podrían considerar normales y esperadas. Estos resultados están en línea con lo encontrado en otros trabajos,¹⁹⁻²¹ en los que se ha observado una relación directamente proporcional entre el peso vivo, las dimensiones de la canal y el contenido de grasa.

En todas las ecuaciones de regresión obtenidas estuvo presente el espesor de grasa dorsal; ese comportamiento está en línea con lo observado en experimentos²² y sistemas de clasificación de canales.²³ Sin embargo, en las relaciones encontradas, a pesar de que fueron significativas, el coeficiente de determinación resultó muy bajo como para permitir establecer ecuaciones de predicción consistentes. La variabilidad de los datos fue relativamente alta quizá porque el tamaño de muestra no fue lo suficientemente grande como para obtener mejores resultados. La conducción de nuevos experimentos con un número mayor de animales y con mejor homogeneidad en el material experimental y a diferentes pesos sería una sugerencia para obtener mejores resultados.

La información de que se dispone en este estudio no permitió concluir acerca del peso vivo al sacrificio más adecuado para los CPM de Mizantla, Veracruz, México. Se necesitaría conducir otros experimentos cuyo objetivo central estuviera encaminado en este sentido. Sobre todo si se tiene en cuenta que en México los CPM se sacrifican normalmente a pesos inferiores a los 100 kg y se conoce que, para obtener productos madurados de alta calidad, es necesario sacrificar los cerdos a pesos mayores que garanticen un buen contenido de grasa intermuscular.

En resumen, las características de la canal sugieren que los CPM de Mizantla, Veracruz, presentan buena conformación, a la vez que poseen una tendencia a la acumulación de grasa en las canales. El contenido de músculo y grasa en jamón y espaldilla fue inferior (aunque no muy lejano) al descrito para el cerdo ibérico. Con respecto al cerdo mejorado, el contenido muscular fue más bajo y el nivel de grasa mucho más elevado.

Últimamente se observa mayor disponibilidad de productos cárnicos madurados en el mercado mexicano. Esta es una buena razón para el aprovechamiento del CPM. Con esta raza, al igual que con el cerdo ibérico, la elaboración de productos curados de alta calidad podría llegar a constituir una excelente fuente



Referencias References

1. Castell E, Mayoral A. Tan importante como la carne. Subproductos y derivados del cerdo. *Síntesis Porcina* 1997;enero-febrero:25-26.
2. Méndez MD. Proyectos para su rescate cerdo Pelón Mexicano. *Nuestro Acontecer Porcino* 1997;5:60-63.
3. Chupin D. Le role des biotechnologies de la reproduction pour la conservation. Rome, Italy: Animal Genetic Resources Information, FAO-UNEP, 1994.
4. Baldizón SO. Contribución a la determinación de algunos valores hemáticos normales del cerdo Pelón Mexicano (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1971.
5. Becerril, HM. Caracterización y composición de la canal del cerdo Pelón Mexicano variedad Mizantla (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1999.
6. United States Department of Agriculture. Official United States standards for grades of barrow and gilt carcasses. Washington (DC): Livestock Division, USDA, 1968.
7. Mendoza ME. Manual de prácticas de laboratorio productos cárnicos. México (DF): División de Ingeniería, Departamento de Tecnología de Alimentos y Biotecnología, 1991.
8. Secretaría de Salud. Control fisicoquímico de productos cárnicos. México (DF): SSA, 1991.
9. SAS. SAS®/STAT users guide. Version 6.12.4th ed. Cary (NC):SAS Institute Inc., 1989.
10. Castellanos A, Gómez R. Retrospectiva y perspectiva sobre la raza de cerdos Pelón Mexicano. *Porcira* 1984;9:17-45.
11. George PD. Iberian pig production in Spain (M.Sc. thesis). Aberdeen, Scotland: University of Aberdeen, Department of Agriculture, 1996.
12. Cárdenas PC. Introducción al estudio zoométrico del cerdo Pelón veracruzano (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1966.
13. Flores MJ. Cría y explotación, enfermedades e industrialización. *Ganado porcino I*. México (DF): Limusa, 1992.
14. Robles RT. Contribución al estudio de los cerdos lampiños o Pelones Mexicanos (costa de Jalisco) (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1967.
15. Odriozola M, Zuzuáregui J. Estabulación de cerdos ibéricos. Madrid, España: Instituto Nacional de Colonización, 1969.
16. Aparicio MJ. El cerdo ibérico. Córdoba, España: Huelva, 1987.
17. Mayoral AI, Dorado M, Guillen MT, Robina A, Vivo JM, Vazquez C, Ruiz J. Development of meat and carcass quality characteristics in Iberian pigs reared outdoors. *Meat Sci* 1999;52:315-324.
18. Johnson DD, Savell JW, Smith GC, Weatherspoon L. Predicting cutability of packer-trimmed pork loins. *Meat Sci* 1982;7:313-322.
19. Madero C, Berruecos JM. Comparación de los rendimientos en canal entre dos diferentes pesos de finalización en cerdos para abasto. *Téc Pec Méx* 1972;21:17-22.
20. Rivera A, Berruecos JM. Análisis de la variación genética y ambiental en una población de cerdos cruzados. I. Correlaciones fenotípicas. *Téc Pec Méx* 1973;24:33-40.
21. Robinson OW, Berruecos JM. Feed efficiency in swine. II. Prediction of efficiency and genetic correlations with carcass traits. *J Anim Sci* 1973;37:650-657.
22. Fisher AV. New approaches to measuring fat in carcasses. In: Wood JD, Fisher AV, editors. *Reducing fat in meat animals*. New York: Elsevier Applied Science, 1990.
23. Gibson JP, Nadarajah K, Aker CA, Ball RO. Prediction of carcass lean yield traits from live animal ultrasound measurements. In: Gibson JP, Aker CA, Ball RO, editors. *Proceedings of the Ontario Pork Carcass Appraisal Project Symposium*. Ontario, Canada: OPCAP, 1996:57.

de ingresos para los productores y, a la vez, se contribuiría a rescatar un genotipo único, en peligro de extinción.

Agradecimientos

Se agradece al Conacyt el financiamiento recibido para la realización de este trabajo (proyecto 2385PB). También se reconoce al PAPIIT el apoyo mediante su proyecto IN 504396, con el que se adquirió el material y equipo necesarios para ayudar en esta investigación. A los MVZ Alicia Montiel y José Antonio Navarro, por la ayuda prestada en la toma de muestras, así como a las autoridades de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México por haber permitido el uso de las instalaciones del CEIEPASP, Chapa de Mota, Estado de México.

