

# ESTIMACION *in vivo* DEL RENDIMIENTO DE LAS CANALES PORCINAS MEDIANTE ULTRASONOGRAFIA.<sup>a</sup>

César Augusto Mejía Guadarrama<sup>b</sup>

Moisés Montaña Bermúdez<sup>b</sup>

Pablo Alfonso Velázquez Madrazo<sup>c</sup>

José Antonio Cuarón Ibarguengoytia<sup>b</sup>

## RESUMEN

Mejía GCA, Montaña BM, Velázquez MPA, Cuarón IJA. *Téc. Pecu. Méx.* 1999;37(2)31-38. El objetivo fue establecer la metodología para predecir el mérito de las canales en cerdos vivos finalizados usando ultrasonografía. En una muestra de 69 cerdos (hembras y machos castrados) se registró el peso final (PF) y se midió ultrasonográficamente el espesor de la grasa dorsal subcutánea (en cm) a la altura de la primera (GD1U), décima (GD2U) y última costillas (GD3U) y última vértebra lumbar (GD4U) y el área del ojo de la chuleta (AOCH) a la altura de la décima costilla (en cm<sup>2</sup>). Los animales fueron sacrificados posteriormente y se realizaron las mediciones directamente en la canal, en los puntos mencionados anteriormente. Las correlaciones entre las medidas determinadas con ultrasonido y las mediciones en la canal fueron de 0.56 para GD1U, 0.62 para GD2U, 0.63 para GD3U, 0.63 para GD4U y de 0.88 para AOCH ( $P < 0.01$ ). La ecuación resultante para estimar la cantidad en kg de cortes primarios ( $R^2 = 0.93$ ;  $P < 0.001$ ) fue:  $CCP = 7.36 + (0.33 \times PF \text{ en kg}) - (1.1 \times GD3U \text{ en centímetros}) + (0.097 \times AOCH \text{ en cm}^2)$ ; y la ecuación para predecir la cantidad de cortes magros en kg ( $R^2 = 0.95$ ;  $P < 0.001$ ) fue:  $CCM = -2.41 + (0.35 \times PF) - (1.37 \times GD3U \text{ en centímetros}) + (0.32 \times AOCH \text{ en cm}^2)$ . La precisión alcanzada en la estimación ultrasonográfica de las características de la canal y del rendimiento magro, posiblemente permitan el uso de esta herramienta, como ayuda en programas de selección y para definir los cambios y secuencias de alimentación en cerdos.

**PALABRAS CLAVE:** Ultrasonido, Características de la canal, Rendimiento magro, Predicción, Cerdos.

Es necesario contar con herramientas que permitan identificar a los animales cuyas canales sean de mejor calidad, antes del

sacrificio, para incrementar y dirigir la selección y con esto aumentar el progreso genético en las pjaras. Al respecto, se ha encontrado que algunas de las características económicamente importantes en el cerdo, tienen heredabilidades de moderadas a altas, como en el caso de la grasa dorsal subcutánea (50 %; 1) y el área del ojo de la chuleta (72 %; 2). El uso de ultrasonografía puede ser una alternativa para determinar el mérito de las canales porcinas en animales vivos (3), dado que las mediciones ultrasonográficas tienen una precisión de mediana a alta para estimar algunas de las características

a Recibido el 26 de agosto de 1998 y aceptado para su publicación el 10 de diciembre de 1999.

b Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal INIFAP SAGAR. Apdo. Postal #2-29 C.P. 76280 Querétaro, Qro.

c Campo Experimental Mocochoá. INIFAP SAGAR. Apdo. Postal #100. Sucursal D. Mérida Yuc.

Trabajo financiado parcialmente por la Unión Ganadera Regional de Porcicultores del Estado de Guanajuato y el Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México A.C. (PAIEPEME).

Para correspondencia y solicitud de separatas dirigirse al cuarto autor.

de la canal (4), lo cual ha permitido desarrollar ecuaciones de predicción para calcular el rendimiento magro en cerdos (5). A pesar de esto, es importante considerar que dicha precisión está sujeta a variabilidad, por lo que la correlación entre las mediciones ultrasonográficas y los valores obtenidos directamente en la canal y, por consiguiente, la confiabilidad al usar ecuaciones de predicción basadas en mediciones ultrasonográficas, dependerá de la correcta determinación de las posibles fuentes de variación. Así, para que estas ecuaciones sean de utilidad y para disminuir el error en la estimación, es necesario que éstas sean desarrolladas considerando las características del equipo de ultrasonografía, la metodología utilizada para realizar las mediciones (5), el genotipo de los animales (6), el peso al sacrificio (7), el manejo de las canales y el criterio de selección. Mientras que en Estados Unidos de Norte América y en Canadá las canales de cerdo no incluyen cabeza y patas (8, 9), en nuestro país sí se incluyen (10). El objetivo del presente trabajo fue establecer una metodología que permita usar la ultrasonografía como una herramienta para estimar el rendimiento en cortes primarios y cortes magros a partir de mediciones hechas en cerdos vivos finalizados.

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal en Ajuchitlán, Mpio. de Colón, Qro. Se usaron 69 cerdos (hembras y machos castrados) producto de un cruzamiento alterno Landrace-Duroc, con una edad y peso inicial de  $144 \pm 0.2$  días y  $70 \pm 0.7$  kg, respectivamente. Los cerdos fueron

pesados y alojados en corraletas individuales de cemento, las cuales contaron con comedero tipo tolva, bebedero de chupón y un área de  $1.2 \text{ m}^2$ . Los animales fueron alimentados durante todo el experimento dos veces al día, con una dieta de finalización a base de sorgo y soya, formulada para mantener un perfil de proteína ideal (11). El sacrificio de los animales se realizó a los  $93 \pm 0.5$  kg de peso corporal promedio (46 hembras y cerdos castrados) y a los  $130 \pm 2.5$  kg (23 hembras) en un rastro Tipo Inspección Federal, donde fueron evaluadas las características de la canal. Estos pesos al sacrificio cubren el rango de pesos comerciales al sacrificio y de selección de reproductores.

Se usó un equipo de ultrasonido marca Aloka modelo SSD-500 con transductor lineal de 3.5 Mhz y 96 mm de longitud, utilizando aceite vegetal como interfase entre la piel del animal y el transductor. Para determinar el área del ojo de la chuleta, además, se utilizó una guía de material anticogénico como interfase. Todas las mediciones fueron hechas en el lado izquierdo del animal, perpendiculares a la columna vertebral, por una sola persona, en los siguientes puntos determinados mediante palpación:

GD1U= centímetros de espesor de ambas capas de grasa dorsal subcutánea (externa e interna) a la altura de la primera costilla, sobre la línea media.

GD2U= centímetros de espesor de ambas capas de grasa dorsal subcutánea a la altura de la décima costilla, sobre la línea media.

GD3U = centímetros de espesor de ambas capas de grasa dorsal subcutánea a la altura de la última costilla, sobre la línea media.

GD4U = centímetros de espesor de ambas capas de grasa dorsal subcutánea a la altura de la última vértebra lumbar, sobre la línea media.

ELIPSE = área del ojo de la chuleta (músculo gran dorsal) a la altura de la décima costilla, determinada directamente en la pantalla del equipo (función ELIPSE).

Veinticuatro horas después de tomar las mediciones con el equipo de ultrasonografía, los cerdos fueron pesados y enviados al rastro para determinar las características de la canal.

Estas características fueron evaluadas siguiendo las recomendaciones de la Norma Mexicana para la Clasificación de las Canales de Cerdo (10). La grasa dorsal fue medida con una regla metálica a la altura de la primera (GD1), décima (GD2), última costilla (GD3) y la última vértebra lumbar (GD4). La cantidad de cortes primarios expresada en kg (CCP), que a diferencia de las recomendaciones del Consejo Nacional de Productores de Cerdos de Estados Unidos (NPPC, por sus siglas en inglés) (8) incluye al tocino, fue estimada mediante la ecuación:

$$\text{CCP} = 10.07 + (0.46 \times \text{peso de la canal caliente, cabeza y patas, kg}) - (2.14 \times \text{GD3, cm}).$$

El área del ojo de la chuleta (AOCH) se determinó usando planimetría y la cantidad de cortes magros en kg (CCM) fue

estimada usando las recomendaciones del NPPC mediante la fórmula:

$$\text{CCM} = 10.5 + (0.5 \times \text{peso de la canal caliente en libras sin cabeza}) + (2 \times \text{AOCH en pulgadas cuadradas}) - (14.9 \times \text{GD2 en pulgadas}).$$

La información obtenida fue sometida a un análisis de correlación y de regresión usando los procedimientos correspondientes, con la opción paso a paso del paquete estadístico SAS (12). Las variables independientes utilizadas para desarrollar las ecuaciones fueron: el peso vivo final, GD1U, GD2U, GD3U, GD4U y ELIPSE.

Las ecuaciones de predicción generadas en el análisis previo, fueron probadas en un grupo de cerdos de la misma región pero de distinto origen y genotipo al del grupo de cerdos usados para la elaboración de las mismas, siguiendo las recomendaciones de MacNeil (13). Para este fin se estimó mediante ultrasonografía la composición corporal en cuarenta y dos cerdos (28 cruzados y 14 puros), propiedad de 24 porcicultores, que participaron en el X Concurso Nacional de Cerdos Castrados efectuado en León Gto. Al final del concurso los cerdos fueron sacrificados ( $96 \pm 10$  kg de peso vivo) y se determinaron las características de la canal y el rendimiento magro y de cortes primarios, siguiendo la metodología mencionada anteriormente.

En el Cuadro 1 se muestran los datos referentes a la evaluación en los cerdos vivos, y en las canales del primer grupo de cerdos; mientras que los coeficientes

**Cuadro 1.- Peso corporal al sacrificio y valores de las características determinadas con ultrasonido en cerdos antes del sacrificio y medidas después en la canal.**

Variable	Media	Des.std.*	Mínimo	Máximo
Peso vivo final (kg)	107.3	18.1	80.0	151.0
Ultrasonido				
Espesor grasa dorsal 1a. costilla (cm)	3.7	0.9	1.3	6.0
Espesor grasa dorsal 10a. costilla (cm)	2.7	0.6	1.5	4.1
Espesor grasa dorsal última. costilla (cm)	2.7	0.5	1.4	4.2
Espesor grasa dorsal última lumbar (cm)	3.0	0.5	1.9	4.3
Área ojo de la chuleta (cm <sup>2</sup> )	33.3	6.6	23.3	47.3
En canal:				
Peso de la canal caliente con cabeza (kg)	84.0	15.6	61.1	118.0
Peso de la canal caliente sin cabeza (kg)	78.5	14.8	57.0	111.6
Espesor grasa dorsal 1a. costilla (cm)	4.1	0.7	1.9	5.8
Espesor grasa dorsal 10a. costilla (cm)	2.6	0.7	1.2	4.6
Espesor grasa dorsal última costilla (cm)	2.7	0.5	1.4	4.2
Espesor grasa dorsal última lumbar (cm)	2.6	0.6	1.9	4.3
Área ojo de la chuleta (cm <sup>2</sup> )	36.6	8.1	19.5	58.2

\* = desviación estándar.

de correlación entre las mediciones ultrasonográficas y las medidas tomadas directamente en la canal, se muestran en el Cuadro 2. Las correlaciones entre las mediciones de grasa dorsal en la canal y las mediciones con ultrasonido estuvieron entre 0.56 y 0.66. El valor más bajo fue para la medición de la grasa dorsal a la altura de la primera costilla y los valores más altos fueron para las medidas tomadas en la última costilla y en la última vértebra lumbar. La correlación más alta fue para la medición del área del ojo de la chuleta.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del análisis de regresión. La ecuación resultante para predecir la cantidad de cortes primarios en kg (CCPU) usando las mediciones con ultrasonido fue: CCPU:  $7.36 + (0.33 \times \text{peso final en kg}) - (1.1 \times \text{GD3U en cm}) + (0.097 \times \text{AOCH en}$

cm<sup>2</sup>), con una R<sup>2</sup> de 0.93 ( $P < 0.001$ ); y la ecuación para predecir la cantidad de cortes magros expresada en kg (CCMU) fue: CCMU =  $-2.41 + (0.35 \times \text{peso final en kg}) - (1.37 \times \text{GD3U en cm}) + (0.32 \times \text{AOCH en cm}^2)$ , con una R<sup>2</sup> de 0.95 ( $P < 0.001$ ).

Al comparar los valores obtenidos al usar las ecuaciones de predicción de rendimiento magro generadas en el presente trabajo, con los resultados utilizando las ecuaciones de la Norma Mexicana (10) y del NPPC (8) en el segundo grupo de cerdos (Cuadro 4), se encontró que las correlaciones fueron de 0.91 y 0.88, respectivamente ( $P < 0.01$ ). La cantidad estimada de cortes primarios y de cortes magros fue 5% menor en promedio al usar ultrasonido, con respecto a los valores obtenidos con las ecuaciones de la Norma Mexicana (10) y del NPPC (8).

**Cuadro 2.- Correlación entre las mediciones con ultrasonido y directamente sobre la canal.**

En la canal:	Grasa dorsal 1a. costilla	Grasa dorsal 10a. costilla	Grasa dorsal última costilla	Grasa dorsal última lumbar	Area ojo de la chuleta
Por ultrasonido:					
Grasa dorsal 1a. Costilla	0.56**	0.57**	0.55**	0.46**	0.55
Grasa dorsal 10a. Costilla		0.62**	0.66**	0.63**	0.41
Grasa dorsal última costilla			0.63**	0.60**	0.32**
Grasa dorsal última lumbar				0.63**	0.11
Area ojo de la chuleta					0.88**

\*\*  $P < 0.01$ **Cuadro 3.- Análisis de regresión para estimar el rendimiento de cortes primarios (CCPU) y de cortes magros (CCMU) mediante ultrasonografía.**

Variable	Intercepto	Peso vivo kg	Grasa dorsal cm	Area ojo chuleta cm <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	DER*	P <
CCPU	7.36	0.33	-1.10	0.097	0.93	1.77	0.001
CCMU	-2.41	0.35	-1.37	0.32	0.95	1.88	0.001

\* Desviación estándar residual.

**Cuadro 4.-Comparación entre la cantidad de cortes determinados con las ecuaciones de predicción usando ultrasonido y las ecuaciones de la Norma Mexicana y del NPPC.**

Variable	Rendimiento Norma Mexicana o NPPC	Rendimiento Ultrasonido	Diferencia %	Correlación	P <
Cantidad de cortes primarios, kg	37.7	36.5	-3.2	0.91	0.001
Cantidad de cortes magros, kg	38.0	35.5	-6.6	0.88	0.001

n= 42 cerdos.

Las correlaciones obtenidas en el presente trabajo, entre las mediciones ultrasonográficas de la grasa dorsal subcutánea y los valores observados directamente en la canal, son congruentes con los hallazgos de otros autores (4,14). En cambio, la correlación entre el área del ojo de la chuleta en la canal y la misma medida obtenida mediante ultrasonido fue del 88 %, valor superior al de otras observaciones (4,7,14). Esto puede deberse al uso de transductores con diferente capacidad (3.5 vs 3.0 Mhz), al sitio anatómico donde se realizó la evaluación (línea media vs 6.5 cm fuera de la línea media) y a la diferencia en la metodología empleada para determinar el área del ojo de la chuleta, ya que en otros trabajos (5,15,16) se determinó el área mediante un programa de computación desarrollado para tal fin, mientras que en el presente experimento, se determinó directamente de la pantalla del equipo de ultrasonido usando la función ELIPSE. A pesar de lo anterior, los resultados del presente trabajo corroboran que es posible determinar las características de la canal en cerdos, mediante ultrasonografía, de manera confiable.

El peso vivo final fue la variable que explicó la mayor proporción del total de la variación, en todos los modelos, para predecir la cantidad de cortes primarios y la cantidad de cortes magros. Esta observación concuerda con lo mencionado en otros trabajos (3,5), en donde también se encontró que el peso vivo final es la característica más importante para explicar la variación en poblaciones donde el peso al sacrificio es relativamente amplio. En cuanto a las mediciones de grasa dorsal,

Terry *et al.*, (4) encontraron que los valores ultrasonográficos de grasa dorsal subcutánea a la altura de la última costilla y la última vértebra lumbar, parecen ser los que mejor se correlacionan con el rendimiento magro en cerdos, en concordancia con los resultados del presente trabajo. La medición sobre el ojo de la chuleta contribuye de manera pequeña pero significativa, para explicar la variación, incrementando con esto la precisión en la estimación. Además, la determinación del área del ojo de la chuleta usando la función ELIPSE, requiere de menos tiempo que si ésta se realiza mediante un programa de computación. Consecuentemente, los resultados del presente trabajo confirman que la inclusión de estas variables en el desarrollo de ecuaciones de predicción, permite aumentar la precisión y la confiabilidad en la estimación del rendimiento magro en cerdos.

Al comparar los valores obtenidos al usar las ecuaciones de predicción de rendimiento magro generadas en el presente trabajo, con los resultados utilizando las ecuaciones de la Norma Mexicana (10) y del NPPC (8) en el segundo grupo de cerdos, se encontró que la correlación entre éstas fue alta pero se perdió en promedio el 5 % de la precisión en la estimación. En general, las ecuaciones de predicción utilizando mediciones ultrasonográficas tienden a subestimar la cantidad de tejido magro con respecto a las ecuaciones que usan mediciones tomadas directamente en la canal. Esto se debe a que en las mediciones efectuadas directamente en la canal, se pueden identificar claramente las referencias anatómicas para definir los

puntos de evaluación; mientras que en los animales vivos, estos puntos son definidos mediante palpación, lo que puede representar diferencias de algunos milímetros en las mismas. Asimismo, las mediciones ultrasonográficas se obtuvieron con el animal vivo en posición horizontal, mientras que las mediciones en el rastro se realizaron con la canal suspendida verticalmente de las patas traseras, lo cual también pudo representar una fuente de variación, no cuantificada en el presente experimento. A pesar de esto, los valores obtenidos en este experimento tanto en el coeficiente de determinación como en la desviación estándar residual, indican que estas ecuaciones pueden usarse de forma confiable para estimar el rendimiento de cortes primarios, así como el de cortes magros, en los cerdos vivos con un peso corporal comprendido entre los 80 y 150 kg. Además, al realizar la estimación de rendimiento mediante ultrasonografía la evaluación de los animales es más rápida y se evita la pérdida económica que representa hacer el corte sobre el ojo de la chuleta.

Adicionalmente, los resultados del presente trabajo sugieren que es factible usar la ultrasonografía para generar información que complemente el criterio de selección en los programas de mejoramiento genético y para estimar el crecimiento de algunos tejidos, como el adiposo y muscular, durante las diferentes etapas del desarrollo de los cerdos. Esto último sería de gran ayuda en la investigación ya que permitiría definir con mayor exactitud los cambios y secuencias de los alimentos para el sustento de diferentes alternativas en las estrategias

de producción. Por lo tanto, el desarrollo de la metodología para usar adecuadamente esta herramienta, permitiría incrementar la eficiencia en la producción de carne de cerdo en el país.

## ULTRASOUND PREDICTION OF CARCASS MERIT IN LIVE PIGS.

### SUMMARY

Mejía GCA, Montañó BM, Velázquez MPA, Cuarón IJA. *Téc. Pecu. Méx.* 1999;37(2):31-38. The aim of this work was to assess the use of ultrasound to predict primary cuts yield and lean yield in market pigs. A sample of sixty nine crossbred pigs (gilts and castrated males) was taken. Final live weight in kg (PF), carcass weight in kg (PC), the ultrasound measures of backfat in cm at first rib (GD1U), tenth rib (GD2U), last rib (GD3U) last lumbar vertebra (GD4U), and loin eye area (AOCH) at tenth rib in cm<sup>2</sup>, were recorded. The equation obtained to predict primary cuts yield in kg (CCP) was:  $CCP = 7.36 + (0.33 \times PF) - (1.1 \times GD3U) + (0.097 \times AUCH)$  ( $R^2 = 0.93$ ;  $P < 0.001$ ). The equation to predict lean yield (CCM) in kg was:  $CCM = -2.41 + (0.35 \times PF) - (1.37 \times GD3U) + (0.32 \times AUCH)$  ( $R^2 = 0.95$ ;  $P < 0.001$ ). Ultrasound measures are helpful to predict lean yield in live pigs accurately, and could be used as an aid to selection for carcass merit, and to plan changes in feeding strategies.

**KEY WORDS:** Ultrasound, Carcass characteristics, Lean yield, Live pigs.

### REFERENCIAS.

1. Spide PL, Rothschild ME, Wundor WW. *Genética Aplicada*. 1a. Ed. México: Programa del Libro de texto Universitario. 1984:219.
2. Siers DG, Thomson GM. Heritabilities and genetic correlations of carcass and growth traits in swine. *J. Anim. Sci.* 1972;35(2):311.
3. Gresham JD, McPeake SR, Bernard JK, Riemann MJ, Wyatt RW, Henderson HH. Prediction of

- live and carcass characteristics of market hogs by use of a single longitudinal ultrasonic scan. *J. Anim. Sci.* 1994;72:1409.
4. Terry CA, Savell JW, Recio HA, Cross HR. Using ultrasound technology to predict pork carcass composition. *J. Anim. Sci.* 1989;67:1279.
  5. Cisneros F, Ellis M, Miller KD, Novakofski J, Wilson ER, McKeith FK. Comparison of transverse and longitudinal real-time ultrasound scans for prediction of lean cut yields and fat-free lean content in live pigs. *J. Anim. Sci.* 1996;74:2566.
  6. Boland MA, Foster KA, Schinckel AP, Chen W, Wagner J, Berg EP, Forrest JC. Alternative pork carcass evaluation techniques: II. Statistical analysis of error attributable to sex, genotype, and weight. *J. Anim. Sci.* 1995;73:645.
  7. McLaren DG, McKeith FM, Novakofski J. Prediction of carcass characteristics at market weight from serial real-time ultrasound measures of backfat and loin eye area in the growing pig. *J. Anim. Sci.* 1989;67:1657.
  8. NPPC. Procedures to evaluate market hogs. 2a. ed. Revised. U.S.A. National Pork Producers Council.1988:19.
  9. Anónimo. Hog carcass grading regulations SOR/86.393. Canada Gazette Part II. Department of Agriculture, Government of Canada, Ottawa. 1986.
  10. Norma Mexicana para la Evaluación de la Carne de Cerdo en Canal. NMX-FF-81-1993-SCFI. Diario Oficial de la Federación. 1993. Tomo CDLXXVII No.7.
  11. Baker DH: Manipulating pig production IV. Proc. 4° Biennial Conf. Australasian Pig Science Association. Canberra, ACT, Australia 1993:191.
  12. SAS. SAS/STAT User's Guide (Release 6.03). SAS Inst. Inc., Cary, N.C. 1987.
  13. MacNeil MD. Choice of a prediction equation and the use of selected equation in subsequent experimentation. *J. Anim. Sci.* 1983;57(5):1328.
  14. Mersmann HJ Ultrasonic determination of backfat depth and loin eye area in swine. *J. Anim. Sci.* 1982;54(2):268.
  15. Smith BS, Jones WR, Hough JD, Huffinan DL, Mikel WB, Mulvaney DR. Prediction of carcass characteristics by real-time ultrasound in barrows and gilts slaughtered at three weights. *J. Anim. Sci.* 1992;70:2304
  16. Gresham JD, McPeake SR, Bernard JK, Henderson HH. Commercial adaptation of ultrasonography to predict pork carcass composition from live animal and carcass measurements. *J. Anim. Sci.* 1992;70:631.