

Estimación de la composición corporal *in vivo* y sobre la canal de cerdos criados a campo sobre pasturas

P. S. Silva*, D.A. Campagna, D. Somenzini, L. Maiztegui, R. J. Di Masso¹ y M. T. Font^{1,2}

Departamento Sistemas de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.
Parque Villarino, Zavalla, Argentina.

Estimation of the *in vivo* body composition and on the carcass of pigs raised on pastures

ABSTRACT: To compare the prediction of body composition *in vivo* and in slaughtered animals, a pig population with a broad genetical background, was used to determine the extent on which that prediction was affected by different characters (sex, slaughter body weight and lean percentage). Seventy-two barrows and 57 gilts were measured firstly ultrasonically (PigLog 105 - P) *in vivo* and then their carcasses were evaluated with a Fat-O-Meater apparatus (FOM) at the abattoir. Data were analysed by means of the Student t test for paired observations and subjected to linear correlation studies with the correlation coefficient. P and FOM measurements of lean percentage were positively and significantly associated ($r = 0.68$, $P < 0.01$). Sensitivity, specificity, positive and negative predictive values of *in vivo* evaluations were also assessed. P measurements underestimated both muscle depth and fat thickness and did not show significant differences in lean percentage when compared to FOM values. As live evaluation showed a low sensitivity, lean percentage estimated *in vivo* with P can not be considered a good individual estimator of the same trait when measured in the carcass using FOM, notwithstanding its usefulness as an estimator of the average lean percentage of the group as a whole.

Key words: PigLog 105, fat-o-meater, body composition, pigs

©2002 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2002. 10(1): 00-00

RESUMEN: Se comparó la estimación de la composición corporal *in vivo* y la efectuada sobre la canal con los equipos PigLog 105 (P) y Fat-O-Meater (FOM) respectivamente, y el grado en que la misma se ve afectada por el sexo, el peso a la faena y el contenido de tejido magro de los animales, mediante la evaluación individual de 72 machos castrados y 57 hembras pertenecientes a una población genéticamente heterogénea de cerdos criados a campo sobre pasturas. Los datos, considerados como un único lote, y discriminados por las variables antes mencionadas, se analizaron con la prueba t de Student para datos apareados y el grado de asociación entre las estimaciones de ambos equipos se evaluó con un análisis de correlación. Se calculó la sensibilidad (S), especificidad (E), valor predictivo positivo (VP+), valor predictivo negativo (VP-) de la técnica a campo en base a un valor de referencia del 44% de magro determinado en la canal. La estimación del porcentaje de magro con P no mostró, en promedio, diferencias significativas ($P > 0.05$) con respecto a la estimación con FOM, si bien subestimó tanto el porcentaje de músculo como el espesor de grasa dorsal. Si bien la baja sensibilidad de la prueba indica que la determinación *in vivo* no sería un buen estimador individual del contenido de magro en la canal, la misma sería adecuada para estimar el rendimiento promedio de tejido magro del lote en frigorífico.

Palabras clave: PigLog 105, fat-o-meater, composición corporal, cerdos

*E-mail: psilva@agatha.urn.edu.ar

Recibido Febrero 09, 2001.

Aceptado Noviembre 01, 2001

¹Instituto de Genética Experimental, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Rosario. Santa Fe 3100, 2000 Rosario.

²Consejo de Investigaciones, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

Introducción

La posibilidad de predecir la composición corporal en cerdos vivos por medio de la medición del espesor de la grasa dorsal tuvo efectos revolucionarios sobre los programas de selección ya que permitió reemplazar largas y costosas pruebas de progeñe por pruebas individuales (Lloveras *et al.*, 1990). Desde entonces, la predicción de la composición corporal *in vivo* ha tenido particular relevancia no sólo para el mejoramiento genético sino también para evaluar efectos nutricionales. A la vez, permite decidir por parte del productor el momento de faena de los cerdos o determinar el retorno económico por la venta de animales con una composición corporal determinada.

En la actualidad se dispone de diversos métodos para predecir el contenido de tejido magro en las líneas de faena industriales. La mayoría de ellos se basa en mediciones de espesor de grasa subcutánea y/o diámetro del músculo *longissimus dorsi*, ya sea en forma directa con reglas, o indirecta mediante instrumentos que procesan automáticamente señales eléctricas, luminosas o ultrasónicas (Carden *et al.*, 1996).

El objetivo de este trabajo fue comparar la estimación de la composición corporal a campo llevada a cabo *in vivo* con el equipo PigLog 105 con la efectuada sobre la canal, en frigorífico, con la sonda de penetración Fat-O-Meater que determina el precio de venta del producto final; y estudiar en qué medida dicha estimación, tanto individual como promedio, así como su sensibilidad y su especificidad, se ven afectadas por distintos factores intrínsecos al animal.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 129 cerdos (72 machos castrados y 57 hembras), de base genética heterogénea, criados a campo sobre pasturas, pertenecientes al Módulo de Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Los animales se faenaron con un peso promedio de 105 kg. El día previo a la faena los animales fueron pesados individualmente y se les midió el espesor de grasa dorsal entre la 3ª y 4ª vértebra lumbar (EGD); el espesor de grasa dorsal (G2) y el espesor de músculo *longissimus dorsi* (EM) entre las 3ª y 4ª últimas costillas; y el porcentaje de tejido magro, con el equipo por ultrasonido PigLog 105. Las canales de los mismos animales se

tipificaron en frigorífico en donde se determinó el espesor de grasa dorsal a nivel de la última costilla (T1); el espesor de grasa (T2) y el espesor de músculo entre las 3ª y 4ª últimas costillas; y el porcentaje de tejido magro con la sonda de penetración Fat-O-Meater.

Los datos se analizaron como un único grupo y también discriminados en función de los siguientes criterios: sexo (machos castrados y hembras), contenido de tejido magro *in vivo* (animales pertenecientes a cada uno de los cuatro cuartiles resultantes de la medición efectuada con el PigLog 105) y peso vivo a la faena (animales pertenecientes a los cuatro cuartiles de peso corporal). En todos los casos, el significado estadístico de las diferencias entre las mediciones efectuadas con ambos equipos se determinó con la prueba *t* de Student para datos apareados y el grado de asociación entre ambas mediciones se estimó a partir de un análisis de correlación (Sokal y Rohlf, 1979).

Los datos provenientes del lote general y del mismo lote discriminado por sexo, contenido de tejido magro *in vivo* y peso vivo a la faena se distribuyeron en tablas de contingencia 2x2 [2 métodos de estimación (PigLog 105 y Fat-O-Meater) x 2 categorías de tejido magro (44% y 44%)]. En cada caso, se calculó la sensibilidad y la especificidad de la técnica a campo en base a un valor de referencia del 44% de tejido magro determinado en frigorífico. Este valor es considerado por parte de la industria frigorífica como límite para la bonificación (44%) o penalización (,) en el precio del producto final.

Resultados y Discusión

No se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dos modalidades de medición utilizadas para la estimación del porcentaje de tejido magro, al tomar a la población de cerdos como un único lote independientemente de su sexo o peso (Cuadro 1). Ambas mediciones mostraron una correlación ($r = 0.68$; $P < 0.01$) algo menor a los valores ($r = 0.79$) encontrados por Basso y col. (1998), pero igualmente significativa ($P < 0.01$).

Las diferencias halladas ($P < 0.01$) en las mediciones de las variables EM, EGD, G2 y T2 ponen en evidencia una subestimación de sus valores por parte del equipo PigLog 105 si se comparan con los valores obtenidos con la sonda de penetración Fat-O-Meater ya que son éstos últimos los que determinan el precio final del producto. La coincidencia entre

Cuadro 1. Composición corporal *in vivo* (Pig Log 105) y en la res (FOM).

Criterio	N	Variable	PigLog 105	Fat-O-Meater	T	R
Datos totales	129	Magro (%)	42.30 ± 0.21	42.39 ± 0.27	-0.482ns	0.68**
		EM (mm)	43.37 ± 0.45	46.53 ± 0.38	-7.080***	0.43**
		EGDP (mm)	23.00 ± 0.31	25.23 ± 0.40	-7.081***	0.64**
		G2 y T2 (mm)	22.93 ± 0.39	26.63 ± 0.41	-11.99***	0.71**

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar: ns ($P < 0.05$) ** ($P < 0.01$) *** ($P < 0.001$)

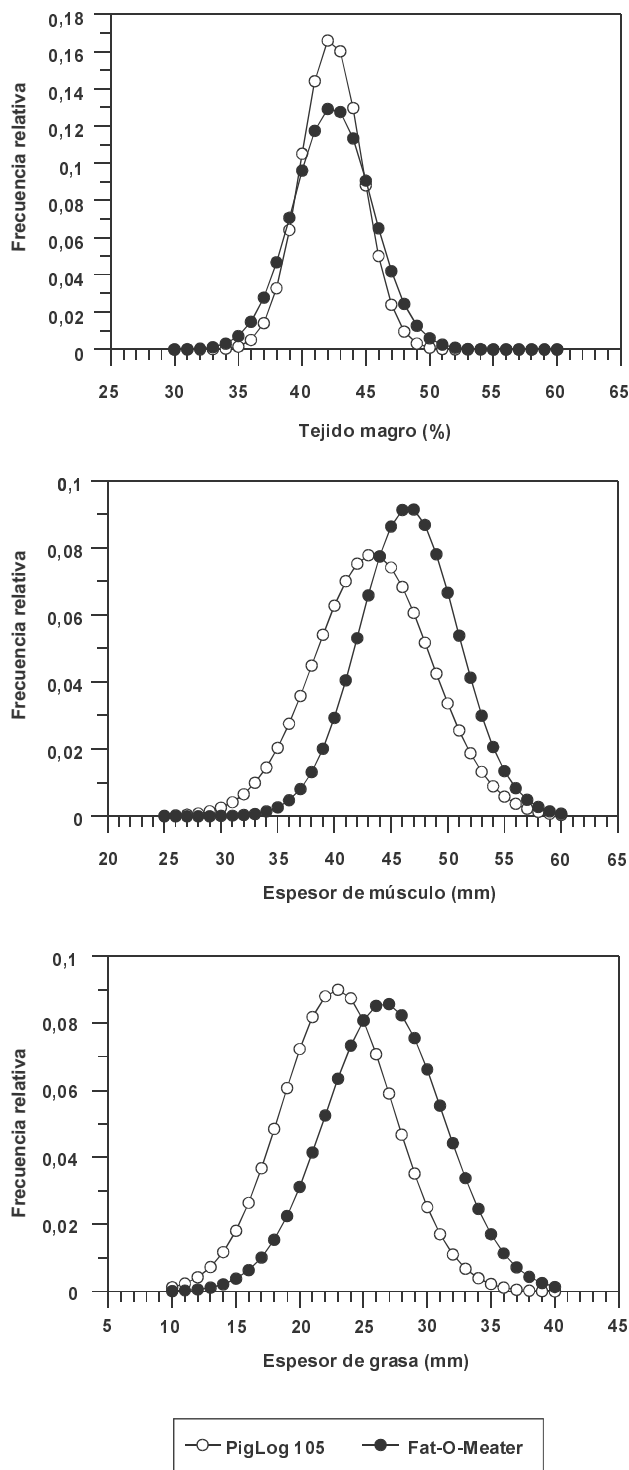


Figura 1. Distribuciones de frecuencias de las variables proporción de tejido magro, espesor de músculo y espesor de grasa estimadas *in vivo* (PigLog 105) y en la canal (FOM), en una población de cerdos de base genética heterogénea criada a campo sobre pasturas.

las estimaciones del porcentaje de tejido magro efectuadas con ambos equipos resultan de la compensación de las subestimaciones simultáneas de los espesores de grasa y músculo estimados *in vivo* (Figura 1). Las correlaciones entre las mediciones efectuadas con ambos equipos fueron significativas ($P < 0.01$) y positivas, para todas las variables y, en coincidencia con lo observado por otros autores (Echevarría, Parsi y Rinaudo, 1988), fue menor en el caso del espesor de músculo. La medición a campo de esta última variable está sujeta a errores debidos a leves diferencias en el ángulo en que se apoya el operador y, particularmente, a la sensibilidad del aparato a los movimientos de los animales. Con respecto a la medición en frigorífico, la posición de la canal podría afectar la forma que adopta el músculo *longissimus dorsi* y de esta forma se distorsiona el resultado.

En coincidencia con lo anterior, en el Cuadro 2 se observan las mismas tendencias en la predicción de las variables EM, EGD, G2, T2 y porcentaje de tejido magro, cuando los machos castrados y las hembras se consideran por separado. Las correlaciones entre las mediciones efectuadas con ambos equipos fueron positivas y significativas.

Al discriminar a los animales en cuatro cuartiles en función del contenido porcentual de tejido magro (Cuadro 3) no se observaron diferencias significativas para el porcentaje de magro en ninguno de los grupos resultantes, mientras que la medición a campo subestimó en forma significativa al resto de las variables. Las correlaciones entre las estimaciones del porcentaje de tejido magro efectuadas *in vivo* y en la canal sólo fueron significativas para el primero ($P < 0.01$) y el cuarto ($P < 0.05$) cuartil, coincidiendo con los animales de menor y mayor porcentaje de tejido magro, respectivamente.

El Cuadro 4 muestra que, para el caso de la ordenación de los animales de acuerdo al peso vivo a la faena, la estimación del porcentaje de magro realizada con el PigLog 105 no difiere significativamente ($P < 0.05$) de la efectuada con el Fat-O-Meater, excepto en el tercer cuartil con un rango de peso de 102-107 kg que mostró una leve subestimación atribuible a que la determinación *in vivo* subestimó proporcionalmente más el espesor de músculo que el espesor de grasa. Esta subestimación en la determinación a campo, de los componentes corporales que determinan el porcentaje de tejido magro, fue significativa en todos los cuartiles.

Los datos del Cuadro 5 indican que la sensibilidad de la estimación a campo toma valores menores que la especificidad en todos los casos analizados excepto, por supuesto, en el cuarto cuartil de aquellos animales discriminados por porcentaje de magro en donde la sensibilidad resultó ser del 100%. Como era de esperar, con respecto a este criterio, la sensibilidad de la prueba resultó nula, aunque altamente específica, para valores de tejido magro menores del 44%. Con respecto al valor predictivo se observa que el valor positivo toma valores menores que el negativo, con excepción de los animales pertenecientes al tercer cuartil de la discriminación por peso corporal.

Cuadro 2. Composición corporal *in vivo* (PigLog 105) y en la canal (FOM): animales discriminados por sexo.

Sexo	N	Variable	PigLog 105	Fat-O-Meater	Fat-O-Mea	T	r
Machos	129	Magro (%)	41.66 ± 0.27	41.66	41.66 ± 0.35	-0.219ns	0.67**
		EM (mm)	46.53 ± 0.38	46.59	46.59 ± 0.54	-4.985***	0.44**
		EGDP (mm)	26.33 ± 0.53	26.33	26.33 ± 0.53	-5.896***	0.67**
		G2 y T2 (mm)	27.94 ± 0.54	27.94	27.94 ± 0.54	-8.672***	0.67**
Hembras	57	Magro (%)	43.18 ± 0.33	43.33 ± 0.39	43.33 ± 0.39	-0.471ns	0.64**
		EM (mm)	43.26 ± 0.63	46.44 ± 0.53	46.44 ± 0.53	-5.069***	0.43**
		EGDP (mm)	21.75 ± 0.46	23.85 ± 0.57	23.85 ± 0.57	-4.103***	0.52**
		G2 y T2 (mm)	21.37 ± 0.52	24.98 ± 0.58	24.98 ± 0.58	-8.298***	0.69**

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar: ns (P<0.05) ** (P<0.01) *** (P<0.001).

Cuadro 3. Composición corporal *in vivo* (PigLog 105) y en la canal (FOM): animales discriminados en función del porcentaje de tejido magro medido con el Pig Log 105.

Cuartil	n	Variable	PigLog 105	Fat-O-Meater	T	r
1° (37-40.4%)	32	Magro (%)	39.16 ± 0.16	39.65 ± 0.48	-1.229ns	0.62**
		EM (mm)	40.56 ± 0.74	44.56 ± 0.69	-3.972***	0.02ns
		EGDP (mm)	27.06 ± 0.41	29.26 ± 0.76	-3.194***	0.44**
		G2 y T2 (mm)	27.66 ± 0.61	30.56 ± 0.76	-6.461***	0.81**
2° (40.6-42.2%)	32	Magro (%)	41.33 ± 0.08	41.62 ± 0.32	-0.863ns	0.06ns
		EM (mm)	41.72 ± 0.75	46.22 ± 0.68	-6.537***	0.54**
		EGDP (mm)	24.12 ± 0.29	26.37 ± 0.49	-3.863***	-0.01ns
		G2 y T2 (mm)	24.53 ± 0.39	27.72 ± 0.57	-5.437***	0.31*
3° (42.1-44%)	32	Magro (%)	43.06 ± 0.08s	43.36 ± 0.39	-0.764ns	0.08ns
		EM (mm)	45.12 ± 0.88	47.47 ± 0.82	-2.56**	0.42*
		EGDP (mm)	22.18 ± 0.23	23.89 ± 0.54	-2.933***	0.05ns
		G2 y T2 (mm)	21.94 ± 0.30	25.50 ± 0.57	-6.523***	0.34*
4° (44.1-49%)	32	Magro (%)	45.56 ± 0.19	44.89 ± 0.47	1.474ns	0.30*
		EM (mm)	46.00 ± 0.87	47.82 ± 0.74	-2.075*	0.41*
		EGDP (mm)	18.79 ± 0.31	21.53 ± 0.68	-4.089***	0.26ns
		G2 y T2 (mm)	17.79 ± 0.44	22.88 ± 0.73	-6.546***	0.19ns

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar: ns (P<0.05) * (P<0.05) ** (P<0.01) *** (P<0.001).

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten diferenciar el valor potencial de la medición a campo como estimador individual o como estimador promedio del contenido de magro en la canal. La estimación del porcentaje de tejido magro *in vivo* con el equipo PigLog 105 resultó ser, en promedio, un buen estimador respecto a la efectuada sobre la canal con la

sonda de penetración Fat-O-Meater. El equipo mostró el mismo comportamiento en ambos sexos así como para diferentes valores de peso vivo a la faena y de porcentaje de tejido magro. Con respecto a este último criterio, la sensibilidad de la prueba resultó nula para valores de magro inferiores al valor de referencia (44%) y máxima para valores superiores a dicho umbral. La medición a campo sería apropiada para estimar el rendimiento promedio de tejido magro del lote en frigorífico y, en consecuencia, el margen de bo-

Cuadro 4. Composición corporal in vivo (PigLog 105) y en la canal (FOM): animales discriminados en función del peso vivo.

Cuartil	N	Variable	PigLog 105	Fat-O-Meater	T	R
1° (92-100kg)	32	Magro (%)	41.83 ± 0.42	44.04 ± 0.52	-0.617ns	0.75**
		EM (mm)	42.03 ± 0.96	44.86 ± 0.72	-2.852***	0.32ns
		EGDP (mm)	23.12 ± 0.59	25.62 ± 0.80	-4.516***	0.72**
		G2 y T2 (mm)	23.62 ± 0.85	26.53 ± 0.82	-6.461***	0.82**
2° (100-102kg)	32	Magro (%)	42.65 ± 0.50	42.43 ± 0.52	-0.442ns	0.49**
		EM (mm)	42.97 ± 0.89	46.12 ± 0.68	-2.988**	0.13ns
		EGDP (mm)	22.45 ± 0.69	25.12 ± 0.75	-3.665***	0.50**
		G2 y T2 (mm)	21.69 ± 0.84	26.53 ± 0.82	-6.528***	0.60**
3° (102-107kg)	32	Magro (%)	42.71 ± 0.038	43.34 ± 0.45	-2.034*	0.74**
		EM (mm)	44.50 ± 0.91	48.50 ± 0.81	-5.849***	0.69**
		EGDP (mm)	22.91 ± 0.54	24.05 ± 0.66	-1.948*	0.54**
		G2 y T2 (mm)	22.84 ± 0.60	25.69 ± 0.68	-7.618***	0.83**
4° (107-122kg)	32	Magro (%)	42.02 ± 0.45	41.81 ± 0.64	0.517ns	0.76**
		EM (mm)	43.97 ± 0.83	46.61 ± 0.70	-3.267**	0.45**
		EGDP (mm)	23.53 ± 0.65	26.12 ± 0.96	-4.142***	0.76**
		G2 y T2 (mm)	23.57 ± 0.79	27.76 ± 0.96	-5.821***	0.68**

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar: ns (P<0.05) * (P<0.05) ** (P<0.01) *** (P<0.001).

Cuadro 5. Sensibilidad (S), especificidad (E) y valor predictivo positivo (VP+) y negativo (VP-) de la técnica *in vivo* en función de la determinación de tejido magro en la canal.

Variables	N	S	E	VP(+)	VP(-)
S		(%)	(%)	(%)	(%)
Total	129	56	87	65	82
Machos	72	41	91	58	83
Hembras	57	68	80	68	80
Animales discriminados por el porcentaje de tejido magro (PigLog 105)					
1° cuartil	32	0	97	0	94
2° cuartil	32	0	97	0	91
3° cuartil	32	0	95	0	63
4° cuartil	32	100	7.6	62	100
Animales discriminados por el peso corporal a la faena					
1° cuartil	32	55	91	71	84
2° cuartil	32	71	72	42	90
3° cuartil	32	50	95	86	76
4° cuartil	33	50	87	62	80

nificación a obtener en la venta. Por el contrario, el valor del contenido de magro calculado con el PigLog 105 no sería un buen estimador individual del valor de la misma variable determinada en el frigorífico dada la baja sensibilidad de la prueba. En una población de base genética heterogénea como la utilizada en este ensayo, común en las pequeñas explotaciones porcícolas de la zona de influencia de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, en la que sólo el 25% (33/129) de los animales evaluados sobrepasaron el 44% de magro, la determinación *in vivo* sería más apropiada para excluir animales no magros que para detectar individuos magros.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Frigorífico Paladini S.A. (Prov. Santa Fe, Argentina) por su desinteresada contribución para efectuar las determinaciones en la ca-

nal, a los señores Carlos Bonthuis y Enrique Berni por el constante apoyo en el cuidado y manejo de los animales y a los alumnos de la carrera de Ingeniería Agronómica que contribuyeron en la recolección de los datos. Este trabajo ha sido financiado en parte con un subsidio de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario.

Literatura citada

- Basso, L.; Campagna, D. y Giubileo, M.G. 1998. Evaluación de la calidad en cerdos vivos (PIGLOG 105) y en la canal (FAT-O-MEATER). Rev. Facultad de Agronomía, 18 (3): 135-139.
- Echevarría, A.I., Parsi, J.A. y Rinaudo, P.V. 1988. Evaluación de cerdos en vivo y sobre la res. I. Evaluación en vivo. Utilización del ultrasonido y de la regla metálica para estimar el rendimiento de carne magra en cortes valiosos. Rev. Arg. Prod. Anim. (8) 1: 41-55.
- Lloveras M.R., Carden, A.E. y Borrás, F.S. 1990. Comparación de predictores de la composición corporal en cerdos vivos. Informe Técnico nº 234. INTA Pergamino.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F.J. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ed. Madrid.