

Validación de método de medición de grasa dorsal en cerdos en vivo y correlación de la misma con características del cerdo y la canal

**Sergio Stefan Aguilera Rivero
Pedro Arango Abad**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Validación de método de medición de grasa dorsal en cerdos en vivo y correlación de la misma con características del cerdo y la canal

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Sergio Stefan Aguilera Rivero
Pedro Arango Abad

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Validación de método de medición de grasa dorsal en cerdos en vivo y correlación de la misma con características del cerdo y la canal

Presentado por:

Sergio Stefan Aguilera Rivero
Pedro Arango Abad

Aprobado:

Rogel Castillo M.Sc.
Asesor principal

John Jairo Hincapié Ph. D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Adela Acosta Dra. C.T.A.
Asesora

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Validación de método de medición de grasa dorsal en cerdos en vivo, y correlación de la misma con características del cerdo y la canal

**Sergio Stefan Aguilera Rivero
Pedro Arango Abad**

Resumen: El objetivo del estudio fue evaluar la precisión del dispositivo Renco Lean-Meater® como método de medición de grasa dorsal de cerdos en pie vs la medición de grasa dorsal medida en la canal y calcular la correlación entre las medidas de grasa con las variables de peso vivo, peso de canal y área del lomo. Se utilizaron 93 cerdos puros y encastes, entre hembras y machos de las razas Landrace, Duroc y Yorkshire. Las medidas de grasa dorsal se tomaron a la altura de la décima costilla. Posteriormente se tomaron las medidas de peso de la canal y se midió la grasa dorsal en el mismo punto mencionado previamente. No hubo diferencia entre los promedios de las medidas realizadas con el dispositivo (18.85 mm) y la medida en la canal (19.95 mm). Se encontraron correlaciones medias entre la grasa medida en vivo vs. La grasa dorsal medida en la canal($r=0.47$), el peso vivo($r=0.48$) y el peso de la canal($r=0.47$). No se encontró correlación entre las medidas de grasa dorsal en cerdos medida en planta y el área del lomo. Se concluyó que el dispositivo Renco Lean-Meater® es buen predictor de la medida de grasa dorsal en cerdos de engorde.

Palabras clave: Razas, Renco Lean-Meater®, peso en vivo, peso de canal.

Abstract: The precision of Renco Lean-Meater's was evaluated, to validate it as a method of measurement of back fat in live hogs vs. the measurement of carcass back fat. Correlation between the measurements of back fat and live weights, the area of loin and carcass weight were calculated. 93 pure and crossbred hogs, (females and males) of the Landrace, Duroc and Yorkshire breeds were used. The measurement of back fat on live hogs was taken at the tenth rib, before harvest. Afterwards, the weight of the carcass and the back fat measurement were taken in the same point, post-harvest. There was no difference found between the averages of the back fat measurements taken with the Renco Lean-Meater® (18.85 mm) and measurements taken in the carcass (19.95 mm) Medium correlations were found between the variable of back fat in the carcass with the variables of back fat in live pigs ($r=0.47$), live weight ($r=0.48$) and carcass weight ($r=0.47$). There was no correlation between back fat measured at the plant and the loin area. It was concluded that the Renco Lean-Meater® device is a good predictor for the levels of back fat on swine.

Key words: Breeds, Renco Lean-Meater®, live weight, carcass weight.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Figuras	
iv	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES.....	11
5. RECOMENDACIONES	12
6. LITERATURA CITADA.....	13

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Medidas de grasa dorsal en cerdos tomada con el Renco Lean-Meater® y en la planta de procesamiento.	5
2. Correlaciones de las mediciones de grasa dorsal medida en vivo y en planta con las variables de peso vivo, peso de la canal caliente, área del lomo en la canal del cerdo.	6
3. Comparación de los datos de promedio de grasa en vivo, grasa en planta, pesos vivo, y peso de la canal de los cerdos separados en dos grupos (subestimados y sobreestimados) con la totalidad de los datos.	7
4. Promedios de las medidas de grasa dorsal en vivo, en planta y el peso vivo de los cerdos separados por raza.	8
5. Separación de medias de las medidas de grasa en campo y en vivo separadas por raza, y por sexo dentro de cada raza.	9
6. Promedios de las medidas de grasa y peso vivo de cerdos machos y hembras	10
7. Medidas de grasa dorsal en cerdos tomada con el Renco Lean-Meater® y en la planta de procesamiento sin utilizar los datos de la raza Landrace.	10
Figuras	Página
1. Medidas en de la grasa en vivo y en planta. El área A representa los datos en los que la medida fue sobreestimados por el aparato, el área B representa las medidas en los que la medida fue sobreestimada por el aparato, y el área C las medidas que fueron iguales por los dos métodos.	6

1. INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo es el tipo de carne más consumida a nivel mundial con un consumo en 2012 de 112.4 millones de toneladas, superando a la carne de ave por 7 millones de toneladas (FAO 2014). Siendo así, existen en Latinoamérica grandes producciones de cerdos, sin embargo, para competir con los grandes productores de cerdos, como lo son Brasil y USA, básicamente hay que ser flexibles y trabajar agregándole valor a los cortes de carne de cerdo. La industria actual es cada día más competitiva y cada vez se tiene que volver más eficientes en la utilización de insumos pues las ganancias no son tan grandes como solían serlo (PIC 2010).

Una parte importante de lograr que una finca sea productiva es negociar bien el precio de compra-venta entre el productor y la planta procesadora de productos cárnica. El problema realmente surge cuando el productor pecuario no tiene los elementos para calcular el valor de su producto, esto es, cuando no existen elementos objetivos, que realicen las mediciones en el animal vivo, para establecer las bases de precio en el mercado. En el caso de los porcicultores, por la importancia que ha ganado la preferencia por productos magros, el argumento de la profundidad de la capa dorsal de grasa se usa repetidamente para justificar un menor pago por los cerdos en pie (INIFAP s.f.).

En 1995 se realizó un estudio con este instrumento en la Universidad de Cambridge por el Dr. B. Hulsegge y G. S. M. Merkus (Hulsegge y Merkus 1997). En este estudio los resultados no fueron favorables para el dispositivo de Renco pues no fue una buena manera de predecir los niveles de grasa en los animales. Las mediciones con el Lean Meater fueron significativamente más bajas que las obtenidas con la herramienta manual o IntroscoPIO. Este estudio fue realizado hace algunos años y los cambios en el dispositivo lo han hecho un mejor predictor de grasa en los cerdos.

Estudios han mostrado que el Lean Meater es una de las opciones más fácil de usar en la industria. El dispositivo Meritronics es el que presenta los valores de predicción más cercanos a la realidad, dejando al Renco Lean-Meater[®] como el segundo mejor en cuanto a precisión, a pesar de que las diferencias entre dispositivos no fueron altamente significativas (Greer *et al.* 1987). El dispositivo Renco tiende a subestimar los valores de grasa. En términos generales al Renco Lean-Meater[®] aparenta ser un buen predictor de los niveles de grasa de los cerdos (McCann y Magowan2004).

El objetivo del estudio fue validar el método de medición de grasa dorsal en cerdos con el dispositivo Renco Lean-Meater[®] comparando la medida hecha con este, a la medida tomada en la planta de cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana. Además utilizando

los datos obtenidos se buscó correlacionar las medidas de la grasa dorsal con la raza, sexo, área del lomo, y peso de los animales de los que se obtuvieron datos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó entre mayo y julio del año 2015, en las instalaciones de la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Valle del río Yeguaré, a 30 km al Sureste de Tegucigalpa, Honduras. A una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24 °C y 1,100 mm de precipitación. Las evaluaciones de las canales se realizaron en la Planta de Cárnicos de la Escuela Agrícola Panamericana.

El estudio se realizó con 93 cerdos, entre hembras y machos castrados de las razas Landrace, Yorkshire y Duroc incluyendo los cruces de las mismas. Los animales que entraron en el estudio fueron los cerdos cosechados cada semana al término de su ciclo de producción.

Los animales usados fueron 40 cerdos cruzados, 24 cerdos de la raza Yorkshire, 19 Landrace, y 10 Duroc; 64 de los 93 cerdos eran machos, y el resto eran hembras. El número de hembras de las razas Yorkshire, Landrace y Duroc es muy bajo debido a que la mayoría de estas son destinadas a ser hembras de reemplazo, y las que hicieron parte del estudio fue porque estaban siendo descartadas.

El peso vivo y edad promedio de los animales fue de 92 kilogramos y 155 días respectivamente, valores que se encuentra dentro de los rangos de cosecha ideales establecidos en la Escuela Agrícola Panamericana.

Al momento del despacho de los animales, se les tomó el peso y se midió el espesor total de la grasa dorsal en vivo usando el dispositivo Renco Lean-Meater®. Primero se aplicó en el lomo del cerdo, sobre la décima costilla, y desplazándose seis cm hacia la derecha de la línea central, una película de aceite de cocina para que el ultrasonido funcionara correctamente. Luego de esto se colocó la sonda de manera perpendicular en esta misma parte, Aplicando una ligera presión, mientras se hacían movimientos circulares para sacar las burbujas de aire de entre la piel y la sonda. Luego se apuntó el valor que mostraba el dispositivo que reflejaba el espesor de la grasa dorsal medida en vivo (Renco 2013)

En la planta de cárnicos, cuando los cerdos fueron despostados se realizó un corte seccional en las canales a nivel de la décima costilla donde se midió en milímetros el espesor de la grasa dorsal con la ayuda de un pie de rey. La medida se tomó a la altura del centro del área del lomo, en el mismo lugar donde se hizo la medida en vivo. Además, se midió el área del lomo con una cuadrícula también a nivel de la décima costilla.

Se utilizó el programa Statistical Analysis System® (SAS 9.3®) con el cual se realizó un análisis de varianzas utilizando el Modelo Lineal General (GLM) y una separación de medias ajustadas (LS MEANS) con un nivel de significancia exigido de $P \leq 0.05$.

Para el estudio se realizó un análisis de correlación con el mismo programa, tomando como alta los valores mayores a 0.7, media de 0.4 a 0.69, y baja de 0.01 a 0.39 a un nivel de significancia $P \leq 0.05$. Las correlaciones se realizaron entre las medidas de:

- Grasa en vivo vs grasa medida en planta
- Grasa en vivo vs peso en vivo del cerdo
- Grasa en vivo vs peso de la canal caliente
- Grasa en vivo vs área del lomo

Usando el mismo programa estadístico se realizaron pruebas T para determinar si existían diferencias significativas entre las medidas de grasa dorsal tomada en vivo y en planta a un nivel de significancia exigido de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los datos y los resultados del estudio se hizo de cuatro perspectivas diferentes. Primero se analizaron los datos en su totalidad sin ser separados, luego se agruparon los datos de los cerdos en tres grupos basándose en la característica de si la medida en vivo era mayor, menor o igual que la medida en planta. Luego se hicieron los análisis por razas, y después por sexo.

Totalidad

Se observó una diferencia entre las medias ($P=0.047$) de los datos tomados con el Renco Lean-Meater[®] y en planta de 1.1 mm (Cuadro 1), valor que se encuentra muy cercano a la variación especificada por el fabricante, que es de ± 1 mm (Renco 2013).

Cuadro 1. Medidas de grasa dorsal en cerdos tomada con el Renco Lean-Meater[®] y en la planta de procesamiento.

Variable	Promedio \pm DE (mm)	Coefficiente de Variación (%)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
Grasa en vivo	18.85 \pm 4.17 a	22	7.87	30.48
Grasa en planta	19.95 \pm 5.76 b	29	5.99	35.99

DE: Desviación estándar. Medias con diferente letra en la misma columna indican diferencia significativa $P \leq 0.05$.

Al comparar los datos de espesor de grasa dorsal medida con el Renco Lean-Meater[®] se observó una correlación media pero no es lo suficientemente fuerte para afirmar que existe una tendencia igual en ambos datos (Cuadro 2).

Las medidas de grasa no tuvieron correlaciones altas con el peso de la canal. A pesar de esto la grasa medida en planta mostró una correlación mayor con estos pesos (Cuadro 2), al igual que sucedió en los estudios de Mcphee y Daniels (1991).

En las medidas tomadas con el dispositivo Renco Lean-Meater[®] se obtuvo una correlación positiva pero baja con el área del lomo, indicando que a mayor área del lomo, mayor espesor de grasa. No hubo correlación entre el área del lomo y la grasa medida en planta (Cuadro 2). Estos datos no concuerdan con los presentados por Burson, en los cuales estas dos medidas presentaron correlaciones altas con la grasa total del cerdo (Burson 2006).

Cuadro 2. Correlaciones de las mediciones de grasa dorsal medida en vivo y en planta con las variables de peso vivo, peso de la canal caliente, área del lomo en la canal del cerdo.

Variable	Grasa en vivo	Grasa medida en planta	Peso vivo	Peso canal caliente	Área del lomo
Grasa en vivo	1	0.47	0.48	0.47	0.29
Grasa medida en planta	0.47	1	0.59	0.62	-0.05
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.66

Datos Agrupados de acuerdo a relación entre medición de grasa en vivo y en planta

Se dividieron los datos en cerdos cuya medición de grasa era mayor en vivo (parte A de la Figura 1), otro grupo donde la medición en planta era mayor (parte B de la Figura 1) y los cerdos donde las medidas fueron iguales (parte C de la Figura 1). Se ordenaron los datos de manera ascendente basándose en la medida en vivo dentro de cada uno de los grupos mencionados. Se le asignó a cada cerdo un valor del uno al 93 de acuerdo a la el ordenamiento ascendente basándose en la medida de grasa en vivo. Se presentan tendencias similares en las medidas a pesar de haber altas diferencias entre los datos de algunos cerdos (Figura 1).

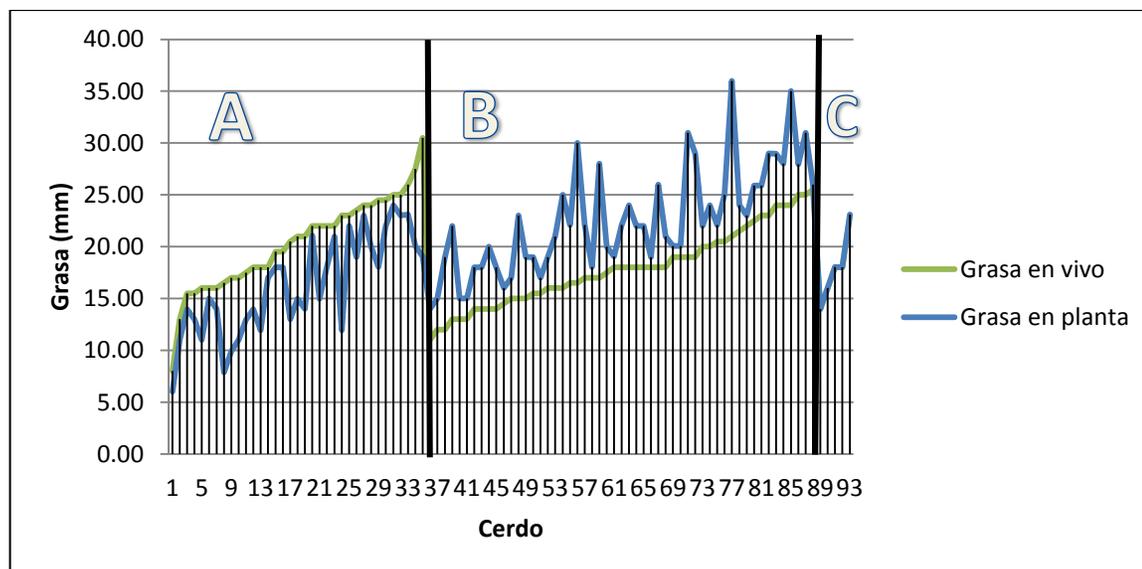


Figura 1. Medidas en de la grasa en vivo y en planta. El área A representa los datos en los que la medida fue sobreestimados por el aparato, el área B representa las medidas en los que la medida fue sobreestimada por el aparato, y el área C las medidas que fueron iguales por los dos métodos.

Se presentó una mayor tendencia de datos que fueron subestimados por el aparato (mayor la medida en planta) que se observan en la parte B de la Figura, igual que en estudios previos (Hudson y Payne-Crostin 1984). Estos datos presentaron una correlación mayor

entre la grasa en planta con la diferencia de las dos medidas (grasa en vivo - grasa en planta) que la que presentaron los datos sobrestimados (mayor la medida en vivo). También presentaron un promedio de espesor de grasa menor con coeficientes de variación menores respecto a los datos sobreestimados. La media en planta tuvo tendencia a ser más alta (Cuadro 3). En los estudios presentados por Mcphee y Daniels (1991) los promedios de los datos tomados en vivo fueron menores a las tomadas en planta. Aun así las correlaciones siguen siendo mayores cuando se analizan los datos sin ser separados en estas tres categorías (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de los datos de promedio de grasa en vivo, grasa en planta, pesos vivo, y peso de la canal de los cerdos separados en dos grupos (subestimados y sobreestimados) con la totalidad de los datos.

Variables	Separados				Todos	
	Sobre. ^Ω	C.V.*	Sub. ^Δ	C.V.*	Valor total	C.V.*
Número de cerdos	35	-	53	-	93	-
Correlación	-0.38	-	-0.68	-	-0.72	-
Promedio grasa en vivo (mm)	20.32	22%	18.03	21%	18.85	22%
Promedio grasa planta (mm)	16.26	29%	22.61	23%	19.95	29%
Promedio peso vivo (kg)	89.3	12%	93.6	10%	92.2	11%
Promedio peso canal (kg)	63.2	13%	67.5	11%	65.8	12%

Sobre.^Ω: Datos sobreestimados (medida mayor en vivo)

C.V.: Coeficiente de variación

Sub.^Δ: Datos subestimados (medida mayor en planta)

Datos separados por Raza

Se separaron los datos por razas y entre razas por sexo para reducir las fuentes de variación lo más posible. Solo se presentaron diferencias significativas ($P=0.0064$) en la raza Landrace por lo que se puede concluir que el Renco Lean-Meater[®] si tuvo una habilidad de predicción buena. Tendencias iguales se pudieron observar en los datos obtenidos por Moeller (1994) donde los cerdos Landrace presentaron variaciones muy altas, y bajos coeficientes de predicción. Los valores P para los cerdos Cruzados, Yorkshire y Duroc fueron de 0.9387, 0.3687 y 0.3208 respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedios de las medidas de grasa dorsal en vivo, en planta y el peso vivo de los cerdos separados por raza.

Raza	N	Grasa en vivo \pm DE (mm)	Grasa en planta \pm DE (mm)	Peso en vivo \pm DE (kg)
Yorkshire	24	20.79 \pm 3.65 X a	21.55 \pm 3.67 X a	91.34 \pm 8.62
Cruzados	40	18.91 \pm 3.96 X ab	19.00 \pm 6.70 X a	94.50 \pm 6.12
Duroc	10	16.70 \pm 4.22 X b	18.30 \pm 5.81 X a	93.23 \pm 11.27
Landrace	19	17.36 \pm 4.35 X b	20.79 \pm 5.52 Y a	84.50 \pm 12.81

DE: Desviación estándar. Medias con diferente letra en la misma columna (ab) indican diferencia significativa $P \leq 0.05$. Medidas con diferente letra en la misma fila (XY) indican diferencia significativa $P \leq 0.05$.

Los promedios de ambas medidas de grasa fueron mayores en la raza Yorkshire, con los coeficientes de variación más bajos, dato que indican mayores niveles de grasa en esta raza. Los promedios más bajos en la medición de grasa con el dispositivo se presentaron en la raza Landrace y Duroc, medias que por el contrario mostraron dispersiones más altas, siendo estos los datos con el tamaño de muestra más pequeño. En los animales cruzados se presentaron los promedios más parecidos entre las dos medidas, pero la variación de las medidas de la planta fue significativamente mayor. Lo anterior se puede deber a que el tamaño de muestra es mayor en animales cruzados y los valores sub y sobreestimados se compensan entre ellos. No es posible establecer una tendencia general entre datos de peso, grasa en vivo y en planta cuando se separan por razas (Cuadro 4) pero se observa mayor consistencia en los datos al aumentar el tamaño de muestra.

Solo se presentaron diferencias significativas nuevamente en la raza Landrace al separar los datos en raza y por sexo dentro de cada raza, lo que refleja una tendencia del dispositivo Renco Lean-Meater[®] a presentar buenas predicciones. La media de los machos hecha en vivo en la raza Landrace si era estadísticamente diferente a la medida de los macho hecha en planta (Cuadro 5). Según Fernández *et al.* (2000) los cerdos machos de la raza Landrace tienden a acumular menos grasa subcutánea a pesar de acumular más grasa interna lo que puede influenciar en las mediciones de grasa con ultrasonidos. El tamaño de la muestra no es lo suficientemente grande en estos datos para concluir que en los machos de la raza Landrace no se presenta la misma habilidad de predicción que en las otras razas.

Cuadro 5. Separación de medias de las medidas de grasa en campo y en vivo separadas por raza, y por sexo dentro de cada raza.

Sexo	Medición	Grasa Dorsal \pm DE (mm)	Coefficiente de Variación (%)
Duroc			
Macho	Planta	19.30 \pm 6.75 a	35
Hembra	Vivo	17.53 \pm 3.28 a	19
Macho	Vivo	16.26 \pm 4.77 a	29
Hembra	Planta	16.00 \pm 2.02 a	13
Landrace			
Macho	Planta	21.01 \pm 5.93 a	28
Hembra	Planta	19.66 \pm 4.51 ab	23
Hembra	Vivo	18.29 \pm 5.86 ab	32
Macho	Vivo	17.17 \pm 4.29 b	25
Yorkshire			
Macho	Planta	21.97 \pm 3.81 a	17
Macho	Vivo	21.23 \pm 3.44 a	16
Hembra	Planta	18.67 \pm 0.58 a	03
Hembra	Vivo	17.86 \pm 5.01 a	28
Cruzados			
Macho	Planta	20.40 \pm 7.65 a	31
Macho	Vivo	18.64 \pm 4.77 a	16
Hembra	Vivo	18.64 \pm 3.04 a	25
Hembra	Planta	17.60 \pm 5.44 a	38

DE: Desviación Estándar

Planta: Medida tomada en la Planta de Cárnicos

Vivo: Medida tomada con el Renco Lean-Meater®

Valores con letras diferentes en la misma columna dentro de cada raza muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

Datos separados por sexo

Las hembras tuvieron menores valores de grasa en ambas medidas, igual que lo esperado al comparar los niveles de deposición de grasa entre machos castrados y hembras (Castillo 2006). Las mediciones con ambos métodos en hembras no presentaron diferencia significativa ($P=0.51$) al ser comparada entre ellas.

Las variaciones más altas en las medidas con el dispositivo Renco Lean-Meater® y con la grasa medida en planta se dieron en machos cuando se comparaban con las variaciones de las mediciones con el mismo método en hembras (Cuadro 6). Se presentaron diferencias significativas entre las mediciones de grasa dorsal en vivo y en planta ($P=0.0056$) en machos. En los estudios presentados por McPhee y Daniels (1991) se observó la tendencia

de los machos castrados a tener mayores niveles de grasa, y además en este sexo las medidas con ultrasonidos se alejaban más de las medidas de planta.

Cuadro 6. Promedios de las medidas de grasa y peso vivo de cerdos machos y hembras

Sexo	N	Grasa en vivo \pm		Grasa medida en		Peso vivo \pm DE	
		DE (mm)	CV	planta \pm DE (mm)	CV	(kg)	CV
Machos	64	19.06 \pm 4.48 X b	24	20.94 \pm 5.93 X a	28	94.03 \pm 10.61 X	11
Hembras	29	18.38 \pm 3.38 Y a	18	17.76 \pm 4.76 Y a	27	88.28 \pm 07.70 Y	9

DE: Desviación estándar. Medias con diferente letra en la misma fila (ab) indican diferencia significativa entre las mediciones de grasa en cada sexo $P \leq 0.05$. Medidas con diferentes letras en las columnas (XY) indican diferencias entre los espesores de grasa en los sexos $P \leq 0.05$.

CV: coeficiente de variación expresado en porcentaje

Los machos presentaron diferencias significativas entre las medidas tomadas en planta (Cuadro 6) y al separarlo por razas los únicos que presentaron diferencias fueron los Landrace, específicamente los machos (Cuadro 5). Por esto se volvió a analizar los datos sin utilizar los datos de la raza Landrace, que presentaba medidas con tendencias diferentes a las que presentaban las otras razas. La diferencia entre medidas presentada ahora es de 0.52, menor a la presentada cuando se utilizaron todos los datos (Cuadro 1). No se encontraron diferencias significativas ($P=0.053$) entre los promedios de las mediciones de grasa cuando no se incluyeron los datos de la raza Landrace (Cuadro 9).

Cuadro 7. Medidas de grasa dorsal en cerdos tomada con el Renco Lean-Meater[®] y en la planta de procesamiento sin utilizar los datos de la raza Landrace.

Variable	Promedio \pm DE (mm)	C.V	Max(mm)	Min(mm)
Grasa en vivo	19.22 \pm 4.06 a	21%	30.5	8.0
Grasa en planta	19.74 \pm 5.48 a	30%	36.0	6.0

4. CONCLUSIONES

- El dispositivo Renco Lean-Meater[®] es buen predictor de los niveles de grasa dorsal promedio de una pira al verificar estos con las medidas tomadas en planta.
- Existen correlaciones entre las medidas de grasa en la canal y los promedios de grasa en vivo, peso vivo y peso de canal.

5. RECOMENDACIONES

- Volver a realizar este estudio reduciendo las fuentes de variación, separando los cerdos por razas y usando cerdos con pesos y edades homogéneas.
- Aumentar el tamaño de muestra dentro de cada raza de cerdos para reducir el error lo más posible.
- En próximos estudios, establecer una regresión para predecir los niveles de grasa en los cerdos utilizando el dato de medida de grasa en vivo, área del lomo, peso vivo y peso de la canal caliente.

6. LITERATURA CITADA

Burson, D. 2006. Procedures for Estimating Pork Carcass Composition. Edit. Eric Berg. Nebraska, Estados Unidos. National. Pork Board/ American Meat Science Association Fact Sheet. 3 p.

Castillo, R. 2006. Producción de cerdos. Zamorano: Zamorano academic press,

Greer, E.B., P.C. Mort y T.W. Lowe Mort. 1987. Accuracy of ultrasonic backfat testers in predicting carcass P2 fat depth from live pig measurement and the effect on accuracy of mislocating the P2 site on the live pig. Australian Journal of Experimental Agriculture. 21(1): 27-34.

FAO. 2014. Consumo De Carne (en línea). Consultado el 13 de mayo de 2015. Disponible en <http://www.fao.org/Ag/againfo/themes/es/meat/background.html>

Fernández, J.A., Y, van der Honing, J. van Arendonk. 2000. Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition. Zurich, Suiza. Wageningen Academic. 246 p.

Hudson, J.E., A. Payne-Crostin.1984. A comparison of ultrasonic machines for the prediction of backfat thickness in the live pig. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 24(127):512-515.

Hulsegge, B.A. y G.S.M. Merkus. 1997. A comparison of the optical probe HGP and the ultrasonic devices Renco and Pie Medical for estimation of the lean meat proportion in pig carcasses. Animal Science, 64(02): 379-383.

INIFAP. s.f. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. UN MÉTODO PARA SELECCIONAR Y VENDER MEJOR LOS CERDOS (en línea). consultado el 14 de mayo de 2015. Disponible en <http://utep.inifap.gob.mx/tecnologias/7%20Cerdos/1.%20Manejo/UN%20M%C3%89TODO%20PARA%20SELECCIONAR%20Y%20VENDER%20MEJOR%20LOS%20CERDOS.pdf>

McCann, M.E. y E. Magowan. 2004. The evaluation of ultrasonic instruments used to measure the depth of back fat at P2. Agri-Food and Biosciences Institute. 13 p.

McPhee, C.P., L.J. Daniels. 1991. Effects of genotype, diet and sex on backfat depth in pigs measured physically at different carcass sites and ultrasonically at different live weights. Australian Journal of Experimental Agriculture, (31):761-764.

Moeller, S.J. 1994. Evaluation of genetic parameters for fat and muscle deposition in swine utilizing serial real-time ultrasonic measurements. Tesis Ph. D. Ames, Iowa State University. 142 p.

PIC. 2010. Análisis de la Industria Porcina en Latinoamérica (en línea). Circular N° 6. 21 p. consultado el 13 de mayo de 2015. Disponible en http://www.piclatam.com/news/galeria/upload/documentos/3FgmiA_Benchmark%20Latam%20Mayo%202010.pdf

Renco Corporation. 2013. Instructions for using the series 12. Manual para Renco Lean-Meater[®]. Minneapolis, Estados Unidos. 3 p.