

Estimación in vivo de la canal porcina por el método de ultrasonografía: Un Enfoque de la Ecointensificación en Bioeconomía Porcina



In vivo estimation of the pig carcass by the ultrasonography method: An Approach to Eco-Intensification in Porcine Bioeconomics

Hernández Zapata, Santiago; Blanco Roa, Noel; Chavarría Rivaz,, Elvin; Zúniga-González, Carlos; Editor Académico Prof. M.Sc Edgar Marineros-Orantes

Santiago Hernández Zapata
nblanco@ev.unanleon.edu.ni
Empresa NICALIT, Nicaragua

Noel Blanco Roa
nblanco@ev.unanleon.edu.ni
Escuela de ciencias agrarias y veterinarias – UNAN – León, Nicaragua

Elvin Chavarría Rivaz,
nblanco@ev.unanleon.edu.ni
Empresa NICALIT, Nicaragua

Carlos Zúniga-González
czuniga@ev.unanleon.edu.ni
Escuela de ciencias agrarias y veterinarias – UNAN – León, Nicaragua

Editor Académico Prof. M.Sc Edgar Marineros-Orantes
Universidad de El Salvador, El Salvador

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua
ISSN-e: 2410-7980
Periodicidad: Semestral
vol. 5, núm. 10, 2019
czuniga@ev.unanleon.edu.ni

Recepción: 25 Julio 2019
Aprobación: 11 Diciembre 2019

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941757005/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v5i10.8966>

Autor de correspondencia: nblanco@ev.unanleon.edu.ni

Resumen: En este estudio se analiza la relación entre el espesor de grasa subcutánea (EGS), espesor muscular (EM) y espesor de grasa subcutánea y espesor muscular juntos (EGSM), medidos con ultrasonido en un solo punto anatómico de cerdos vivos y los parámetros más importantes de la canal (Peso vivo, Peso de la canal, carne clase A, B, C que corresponden a las carnes de primera, segunda y tercera categoría, y cortes específicos como lomo, posta de pierna y aguja). En nuestro experimento utilizamos cerdos híbridos de las razas Pietrain, Landrace y Yorkshire en cantidad de 25 animales de ambos sexos. Los resultados del estudio sugieren que los parámetros de la composición de la canal aquí analizados (Peso vivo, peso de la canal, carne clase A, B, C y cortes específicos, lomo, posta de pierna y aguja) están altamente correlacionados con el espesor de la grasa subcutánea medida con el ultrasonido en la última costilla del musculo longuísimo dorsal en el lado izquierdo del cerdo vivo ($r = 0.53 - 0.67$). La correlación múltiple del modelo de predicción de regresión lineal entre los parámetros de la canal y el espesor de grasa dorsal fue (0.74) y el coeficiente de determinación mostró suficiente capacidad de predicción ($R^2 = 0.55$). Los modelos de predicción de regresión lineal de los componentes de la canal con el espesor muscular obtuvieron baja capacidad de predicción ($R^2 = 0.23$). Igualmente en el modelo de regresión del espesor de grasa subcutánea y espesor muscular juntos ($R^2 = 0.25$). Entre las correlaciones más importantes encontradas están: lomo derecho, carne clase A ($r = 0.80$), peso vivo y canal entera ($r = 0.85$) paleta derecha y carne clase B ($r = 0.88$) siendo este patrón repetitivo en todas las correlaciones de las mediciones ultrasonográfica y los componentes de la canal. Los resultados obtenidos en el presente trabajo alientan su utilización como técnica predictoría de la composición de la canal porcina en el sendero productivo Ecointensificación de la Bioeconomía.

Palabras clave: Predicción, Canal, Porcino, Espesor muscular, Ecointensificación.

Abstract: In this study we analyze the relationship between subcutaneous fat thickness (EGS), muscle thickness (MS)

and subcutaneous fat thickness and muscle thickness together (EGSM), measured with ultrasound at a single anatomical point of live pigs and more parameters important of the carcass (live weight, carcass weight, meat class A, B, C corresponding to first, second and third category meats, and specific cuts such as loin, leg and needle post). In our experiment we used hybrid pigs of the Pietrain, Landrace and Yorkshire breeds in an amount of 25 animals of both sexes. The results of the study suggest that the parameters of the channel composition analyzed here (Live weight, carcass weight, meat class A, B, C and specific cuts, loin, leg post and needle) are highly correlated with the thickness of subcutaneous fat measured with ultrasound on the last rib of the very long dorsal muscle on the left side of the live pig ($r = 0.53 - 0.67$). The multiple correlation of the linear regression prediction model between the parameters of the carcass and the thickness of the dorsal fat was (0.74) and the coefficient of determination showed sufficient predictability ($R^2 = 0.55$). The linear regression prediction models of the carcass components with muscle thickness obtained low predictability ($R^2 = 0.23$). Similarly in the regression model of subcutaneous fat thickness and muscle thickness together ($R^2 = 0.25$). Among the most important correlations found are: right loin, class A meat ($r = 0.80$), live weight and whole carcass ($r = 0.85$) right shoulder and class B meat ($r = 0.88$) being this repetitive pattern in all correlations of ultrasonographic measurements and channel components. The results obtained in this work encourage its use as a predictive technique of the composition of the pig carcass in the Ecoinintensification productive path of the Bioeconomy.

Keywords: Prediction, Canal, Pigs, Muscle thickness, Ecoinintensification.

INTRODUCCIÓN

La bioeconomía porcina se perfila como el gran actor de la bioeconomía global. El 75% de la producción y el consumo global de cerdo se concentra en tres regiones: China, Unión Europea y Estados Unidos. Han crecido significativamente incrementándose en más de un 80% en los últimos 30 años. Por eso la Eco intensificación es referida a las prácticas agronómicas y pecuarias dirigidas a mejorar el rendimiento ambiental de las actividades agrícolas y pecuarias sin sacrificar los niveles de producción /productividad existente. Un indicador clave es la siembra directa, así podemos mencionar, por lo menos al 2006 a Brazil, Argentina, Paraguay, Bolivia, Venezuela, Chile y Colombia, según datos de la FAO evidencia esta afirmación (Dios, 2015). Más de 50 años de investigación y desarrollo han transcurrido en la calificación y clasificación de canales de cerdo. Iniciando con evaluaciones visuales, pasando por medidas directas de varios parámetros de grasa y magro con plantillas y reglas metálicas, la industria ha llegado al punto donde varias técnicas electrónicas altamente sofisticadas están disponibles (Ultrasonidos), Blanco Roa N., huba J., Hetenyi L., Oravcová A. (2008).

La canal representa el producto final de la producción del ganado porcino. De ahí que determinar la composición de una canal sea de gran importancia para muchos campos de la producción animal, pero

NOTAS DE AUTOR

nblanco@ev.unanleon.edu.ni

muy particularmente para el mejoramiento genético. Los sistemas de clasificación de canales actualmente utilizados califican la conformación, pero están muy pocos relacionados con la composición real de estas por lo que pierden objetividad y se tornan insuficientes. En la actualidad, el único medio eficaz con el que se cuenta para determinar con exactitud la composición de una canal es el despiece. No obstante, este requiere del sacrificio de los animales, inversiones en medios técnicos y fuerza de trabajo, también implica pérdida de tiempo. Esto significa que carecemos de un sistema óptimo capaz de establecer con exactitud la composición de la canal a un costo y tiempo admisible (López G., Rubio M. (1998), Londoño J., Velásquez C. (2013), Gérard D.(2001), Swantek P.; Crenshaw J.; Marchello M.; Lukaski H.(1992), Boland M.; Foster K.; et. al (1995), Ordenes L. (2005), Higbie A.; et,al (2002).

Este hecho estimula la búsqueda de nuevos y modernos sistema de clasificación y predicción de la composición de la canal. La posible solución a esta problemática, puede estar en las tecnologías modernas. La ultrasonografía como posible técnica de estimación de la canal ha sido objeto de estudio durante décadas por muchos autores tales como; C. A. Mejía, M. M. Bermúdez, P. A. Velázquez, M. Izquierdo, J. A. Cuaron y G. Daumas.(1999)

Todos correlacionaron ya sea espesor muscular, espesor de la grasa dorsal, área del musculo longuísimo dorsi medidos con ultrasonidos, como indicadores de la composición de la canal. Obteniendo resultados alentadores sobre todo en los últimos trabajos de investigación, debido principalmente a la depuración de la técnica y a la precisión de la tecnología moderna.

El objetivo principal de este estudio fue analizar el espesor muscular y grasa dorsal, como posibles predictores de la composición de la canal porcina. Establecer con bastante precisión el peso de la canal, así como el peso de la carne de primera, segunda y tercera clase, para hacer más claras las transacciones de oferta y demanda con miras a crear esquemas de pago por calidad de canal y no por el cerdo vivo solamente. Por primera vez en Nicaragua se realiza un esfuerzo de esta naturaleza, orientado a optimizar las relaciones comerciales entre productores y comerciantes (ESCI (2015), Central American Data (2015), UCO (2015), tratando de establecer un precio justo del cerdo en pie acorde a la composición de su canal. Además la estimación in vivo de la canal es un elemento de vital importancia en la mejora genética porcina para potenciar y acelerar el progreso genético futuramente (Universo porcino (2015).

MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio inició en el mes de octubre del año 2014 y finalizó en julio del año 2015. En el experimento fueron utilizados cerdos híbridos de las razas: Pietrain, Landrace y Yorkshire en cantidad de 25 animales (Hembras y Machos castrados). Los animales procedían de una sola granja porcina de la Finca NICALIT ubicada en el Km 69 en el Municipio de León en el Departamento de León-Nicaragua.

A la edad aproximada de 5 meses fueron seleccionados los 25 cerdos donde hasta la hora de realizar el ultrasonido se mantuvieron alojados en corrales de cemento, los cuales contaron con comederos tipo tolva y bebederos de chupón. Los animales fueron alimentados durante todo el experimento dos veces al día, con una dieta a base de concentrado de engorde a ración de 4 libras por animal divididas en 2 tiempos y suero de leche 1 ½ litros una vez al día por animal. Hasta alcanzar los 6 meses de edad.

La medición ultrasonografica se efectuó a los 6 meses de edad una semana antes del sacrificio. Se manipularon y se acorralaron los animales para facilitarlos su inmovilización en un área pequeña además se le subministro alimento, con el objetivo de tranquilizarlo para evitar el estrés y posible errores en la medición causados por movimientos excesivos de los animales. Luego los cerdos fueron sometidos a la medición del espesor de grasa subcutánea y el espesor muscular del Longisimo Dorsi utilizando un transductor de 3.5 MHz R60 80 conectado a un aparato de ultrasonido CHISAN-600M, constituyendo estas mediciones la primera etapa de la recogida de datos..

El punto anatómico de medición del animal fue rasurado e impregnado de Gel conductor para ultrasonido para facilitar la transmisión de las ondas de ultrasonidos. Las mediciones del espesor de grasa subcutánea y el espesor muscular fueron realizadas en un solo punto de la anatomía de los cerdos vivos. Se midió el espesor del longuísimo dorsi en la última costilla. La medición ultrasonográfica se realizó en la media canal izquierda, posicionando el transductor dorso ventralmente en la superficie previamente rasurada. Las mediciones se repitieron cuatro veces en la misma área, luego se calculó la media de estos valores las cuales fueron utilizadas en la valoración estadística.

Los animales en la edad promedio de 180 días fueron sacrificados en la misma Finca NICALIT-Granja porcina. Se pesaron en forma individual para obtener su peso vivo antes del sacrificio, luego se pesó la canal entera post mortem, posterior a la evisceración se realizó una inspección minuciosa de la canal buscando la presencia de anomalías específicas. (Abscesos, músculos golpeados), luego tanto la canal izquierda como la derecha fueron despiezadas, obteniéndose el peso de los cortes de carne de calidad específicos, así, cómo el peso de la carne de primera (A), segunda (B), tercera (C) y despojo (D).

Con el conjunto de datos obtenidos se creó la segunda etapa de la base de datos. Utilizando el programa de Microsoft Excel 2010, se elaboró una hoja de cálculo, donde se plasmaron los valores de todos los parámetros estudiados. Mediciones ultrasonográficas y datos de la canal de los 25 cerdos que se incluyen en esta investigación de campo.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico Microsoft Excel 2010. En la primera fase del análisis de los datos se estimaron las características estadísticas básicas, media, desviación estándar, mínimo y máximo de las mediciones ultrasonográfica del espesor de la grasa dorsal y el espesor del musculo medidos en milímetros, así como la de ambos valores juntos (espesor de grasa dorsal y musculo juntos). Igualmente se estimaron las características estadísticas básicas para los parámetros de la canal obtenidos con el faenado y despiece de los animales: peso vivo, peso de la canal, peso de los distintos cortes cárnicos específicos y el peso de las clases de carne carne de primera A, de segunda B, de tercera C y despojos D.

Nuestra investigación cuenta con datos primarios en una base de datos, recolectados en campo de forma directa y precisa.

La segunda fase del análisis estadístico fue estimar las correlaciones (r), de Pearson, entre EGD, EM, EGDM o sea las mediciones ultrasonográfica y peso vivo, canal, lomo derecho, paleta derecha, aguja, posta de nalga y los tipos de carne Clase A (primera), clase B (segunda), C (tercera) Y D (despojo).

La tercera fase del análisis consistió en determinar el coeficiente de determinación (R^2) para predecir peso vivo, peso de la canal, lomo derecho, los tipos de carne A (primera), B (segunda), y C (tercera) en relación a las medidas ultrasonográfica.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las características estadísticas básicas de las mediciones ultrasonográfica (EGD), (EM), (EGDM). En la cual podemos apreciar el máximo, mínimo, media y desviación, estándar de cada medición realizada. Donde el EGD tiene una media (12,85 mm), con una desviación estándar (1,90), EM tiene una media (54,81 mm), desviación estándar (4.7 mm), y EGDM tiene una media de (67,66 mm), y una desviación estándar (6,07).

TABLA 1
Características Estadísticas Básicas de las mediciones ultrasonográfica

	Espesor Grasa Dorsal (Mm)	Espesor del musculo (Mm)	Espesor Grasa Dorsal y muscular (Mm)
Máximo	16.53	65.13	81.15
Mínimo	9.53	46.3	56.53
Media	12.85	54.81	67.66
Desviación Estándar	1.9	4.97	6.07

Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo

Podemos observar que la desviación estándar más acusada de los valores de las medidas ultrasonográficas son para el EGDM encontrando la posible explicación en que los cerdos de nuestro experimento son híbridos de las razas Yorkshire, Landrace y Pietrain, razas con diferentes conformación. Los híbridos de la raza Pietrain son más conformados y por ende con mayor masa muscular que de los híbridos de la raza Landrace. La hibridación nos conlleva a una mayor variabilidad genética y debido a eso algunos cerdos pueden variar entre su peso, y algunas medidas zoométrica (anchura, largo del lomo y espesor de grasa), también que en la muestra se utilizaron hembras y machos los cuales acusan un dimorfismo sexual marcado.

La precisión de las mediciones del espesor de grasa dorsal y muscular con ultrasonidos depende de muchos factores, entre los más importantes podemos mencionar: la calidad y potencia del aparato de ultrasonido, la experiencia del operador y el espesor del punto a medir todos estos factores unidos al número de observaciones pueden influenciar los resultados estadísticos.

No obstante los resultados de nuestras mediciones ecográficas sugieren que con esta técnica es posible establecer con poco margen de error las diferencias de conformación y/o desarrollo muscular existentes entre los animales o grupos raciales, pudiendo las mediciones del espesor muscular ser tomadas en cuenta, como factor objetivo a la hora de calificar y/o clasificar las canales porcinas

En la tabla 2 se muestran los parámetros característicos de la canal porcina (cortes de la canal y la clasificación de las carnes según su calidad). En la tabla observamos que el peso vivo máximo encontrado fue de 100 kg, con una canal máxima de 85.45 kg, y a su vez un peso vivo mínimo de 77.27 kg con una canal mínima de 55 kg, con desviaciones estándares de 6.88 kg y 7.3 kg respectivamente, que son bastante bajas. Eso se debe en parte a que los cerdos tuvieron una alimentación estándar y fueron sacrificados prácticamente a la misma edad. Además tuvieron un desarrollo en un mismo ambiente. En general la diferencia viene marcada o determinada como bien lo referíamos anteriormente por la variabilidad genética y las condiciones medioambientales de crianza.

TABLA 2
Características estadísticas básicas de los parámetros de la canal

	Peso vivo (kg)	Canal entera (kg)	Lomo derecho (kg)	Paleta derecha (kg)	Aguja (kg)	Posta nalga (kg)	Clase A (kg)	Clase B (kg)	Clase C (kg)	Clase D (kg)
Máximo	100	85.45	9.54	8.18	4.09	7.72	27.3	25.4	23.63	3.16
Mínimo	77.27	55	6.81	3.63	1.59	4.09	18.6	13.6	15.45	1.05
Media	90.42	73.32	8.87	5.98	2.18	5.04	22.47	19.21	18.9	1.76
Desviación Esti	6.88	7.73	0.69	1.25	0.6	0.88	2.1	2.99	1.68	0.59

Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.

Entre la media del peso vivo (90.42kg) y la media de la canal entera (73.32kg) existe una diferencia de valores, que se debe a los procedimientos realizados al sacrificio como: pérdida de sangre, y la evisceración.

El más alto coeficiente de correlación lineal encontrado fue entre el peso vivo y la canal entera ($r = 0.85$), lo que era de esperarse, debido a que la diferencia de peso entre ambas variables se reduce al peso de las vísceras y la sangre, igualmente entre el peso vivo y el lomo derecho ($r=0.68$) ya que el lomo representa una pieza de

gran peso, por lo que guarda una relación directa con el peso vivo. Altos coeficientes de correlación fueron encontrados entre el espesor de la grasa dorsal y la canal entera ($r=0.67$), así como también entre el espesor de la grasa dorsal y el peso vivo ($r=0.53$) representando estos los resultados más importantes en nuestro estudio estos resultados son similares a los presentados por Demo, P. et al. (1993), Mejía G et al (1999) Y Boland M et al (1995). Altos coeficientes de correlación fueron encontrados entre el lomo derecho y la carne clase A ($r=0.80$), entre la paleta derecha y clase B ($r=0.88$), entre posta de nalga con la clase A y clase B ($r=0.75$ y 0.70 respectivamente). El resto de correlaciones fueron bajas o no significativas TABLA 3.A.

TABLA 3A
Correlaciones de Grasa Dorsal (mm) Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.

	<i>Espesor Grasa Dorsal</i>	<i>Peso vivo</i>	<i>Canal entera</i>	<i>Lomo derecho</i>	<i>Paleta derecha</i>	<i>Aguja</i>	<i>Posta nalga</i>	<i>Clase A</i>	<i>Clase B</i>	<i>Clase C</i>	<i>Clase D</i>
Espesor Grasa	1										
Peso vivo	0.538	1									
Canal entera	0.674	0.853	1								
Lomo derecho	0.293	0.688	0.467	1							
Paleta derecha	0.038	0.047	-0.15	0.415	1						
Aguja	-0.259	0.025	-0.187	-0.018	-0.232	1					
Posta nalga	-0.194	0.121	-0.225	0.391	0.331	0.638	1				
Clase A	0.022	0.458	0.195	0.808	0.422	0.33	0.755	1			
Clase B	-0.082	0.076	-0.228	0.463	0.888	0.201	0.709	0.659	1		
Clase C	0.098	0.451	0.193	0.572	0.204	0.421	0.717	0.765	0.487	1	
Clase D	-0.299	-0.19	-0.461	0.147	0.35	0.169	0.576	0.318	0.5	0.379	1

Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.

TABLA 3B
Correlación Espesor Muscular (mm)

	<i>Espesor Muscular</i>	<i>Peso vivo</i>	<i>Canal entera</i>	<i>Lomo derech</i>	<i>Paleta derec</i>	<i>Aguja</i>	<i>Posta nalga</i>	<i>Clase A</i>	<i>Clase B</i>	<i>Clase C</i>	<i>Clase D</i>
Espesor Muscular (mm)	1										
Peso vivo	0.293	1									
Canal entera	0.286	0.853	1								
Lomo derecho	0.223	0.688	0.467	1							
Paleta derecha	-0.148	0.047	-0.15	0.415	1						
Aguja	0.219	0.025	-0.187	-0.018	-0.232	1					
Posta nalga	0.103	0.121	-0.225	0.391	0.331	0.638	1				
Clase A	0.225	0.458	0.195	0.808	0.422	0.33	0.755	1			
Clase B	-0.07	0.076	-0.228	0.463	0.888	0.201	0.709	0.659	1		
Clase C	0.031	0.451	0.193	0.572	0.204	0.421	0.717	0.765	0.487	1	
Clase D	-0.294	-0.19	-0.461	0.147	0.35	0.169	0.576	0.318	0.5	0.379	1

Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.

Al correlacionar el espesor muscular con los parámetros de la canal aquí estudiados encontramos correlaciones de medias a bajas ($r=0.29 - 0.22$) TABLA. 3. B. Al correlacionar el espesor de la grasa subcutánea y espesor muscular juntos con los parámetros de la canal encontramos correlaciones de medias a altas ($r=0.44 - 0.40$ correspondientes a canal entera y peso vivo respectivamente) estos valores son comparables con los encontrados por (Jogal S.M, Kennedy B.W, 1987), (McLaren D.; McKeith F.; Novakofskij J1989) TABLA 3. C.

TABLA 3C
Correlación Grosor grasa subcutánea y espesor muscular
(mm) Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.

<i>Grosor de la grasa subcutánea y espesor muscular</i>	<i>Peso vivo</i>	<i>Canal entera</i>	<i>Lomo derecho</i>	<i>Paleta derecha</i>	<i>Aguja</i>	<i>Posta nalga</i>	<i>Clase A</i>	<i>Clase B</i>	<i>Clase C</i>	<i>Clase D</i>	
Grosor de la grasa subcutánea y espesor muscular (mm)	1										
Peso vivo	0.409	1									
Canal entera	0.446	0.853	1								
Lomo derecho	0.275	0.688	0.467	1							
Paleta derecha	-0.109	0.047	-0.15	0.415	1						
Aguja	0.098	0.025	-0.187	-0.018	-0.232	1					
Posta nalga	0.023	0.121	-0.225	0.391	0.331	0.638	1				
Clase A	0.191	0.458	0.195	0.808	0.422	0.33	0.755	1			
Clase B	-0.083	0.076	-0.228	0.463	0.888	0.201	0.709	0.659	1		
Clase C	0.056	0.451	0.193	0.572	0.204	0.421	0.717	0.765	0.487	1	
Clase D	-0.335	-0.19	-0.461	0.147	0.35	0.169	0.576	0.318	0.5	0.379	1

Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.

Se evaluó la posibilidad de predecir algunos parámetros de la canal aquí estudiados (carne clase A, B Y C) a partir de las mediciones ultrasonográfica, integrada en modelos de ecuaciones de regresión lineal con resultados variados. El coeficiente de determinación del modelo de predicción de regresión lineal más elevado fue el de la medición ultrasonografía del espesor de grasa dorsal ($R^2 = 0.55$ con una correlación múltiple de 0.74). Estos resultados son comparables con los encontrados por (McLaren D.; McKeith F.; Novakofskij J1989), (Youssao I.; Verleyen V.; Verleyen P, 2002) pero inferiores a los obtenidos por Demo et al 1993) TABLA 4 (Ver Anexo).

En la tabla 5 (ver Anexo) se muestran los resultados obtenidos en el modelo de regresión lineal utilizando como variable independiente el espesor muscular, la correlación múltiple obtenida fue de ($r = 0.48$) y el coeficiente de determinación fue de ($R^2 = 0.23$). En el caso de grosor grasa subcutánea y espesor muscular juntos los resultados fueron similares ($r = 0.50$ y $R^2 = 0.25$ respectivamente) comparables con los resultados de C.J. López-Bote 2006) ($R^2 = 0.23-0.40$) y (A.P Sather; H.T Fredeen 1982) ($R^2 = 0.35, 0.35$).

Existe diferencia en los resultados de los modelos si se integra o no a estos el peso vivo. En este sentido Walder et al, (1992) indican que la inclusión del peso vivo antes de sacrificio en los modelos de predicción produce un aumento mínimo de R^2 del 2% mientras que SLONIEWSKI et al (1997) dicen haber encontrado un aumento mínimo del R^2 del 5% en comparación con los modelos donde se incluían solo las mediciones ecográficas. En nuestros modelos se incluyó el peso vivo.

Los cálculos de predicción en nuestro trabajo indican que el modelo de regresión lineal donde se utilizó el espesor de grasa subcutánea tiene una capacidad de predicción moderada. La capacidad de predicción para los restantes modelos fue baja.

CONCLUSIONES

El espesor de grasa subcutánea del longuísimo dorsi medido en la última costilla de la media canal izquierda del cerdo, puede ser considerado como buen predictor del peso de la canal entera, y el corte de primera lomo de la canal porcina.

No obstante sería recomendable continuar en la investigación, repetir estudios similares con mayor número de animales para optimizar las ecuaciones de predicción de la composición de la canal porcina.

En la Bioeconomía global la Eco intensificación de la producción porcina utilizando método de ultrasonografía para mejorar el rendimiento destaca la importancia de la Bioeconomía porcina en este sector productivo (Zúniga-González, C. A. et.al (2014)

LITERATURA CITADA

- Blanco Roa N., Huba J., Hetenyi L., Oravcová A. (2008): Estimación in vivo de la composición de la canal en bovinos utilizando mediciones ultrasonográfica; *universitas* 1. 2008 pag 58-63. <https://doi.org/10.5377/universitas.v2i1.1645>
- López-Bote, A. Daza.: Effect of feeding system on the growth and carcass characteristics of Iberian pigs, and the use of ultrasound to estimate yields of joints. *Meat science*. 72, 2006, p 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.031>
- Sather, A. P., H. T. Fredeen, A. H. Martin.: Live animal evaluation of two ultrasonic probes as estimators of subcutaneous backfat and carcass composition in pigs. 1982; *Canadian Journal of Animal Science* P.82-114.
- López G., Rubio M. (1998). Tecnología para la evaluación objetiva de las canales de animales de abasto. *Vet.Méx.* 29, 1998, p. 287.
- Londoño J., Velásquez C. (2013): Clasificación y valoración de la calidad de canales porcinas en Colombia, monografía para optar al título de especialista en gerencia agropecuaria, 2013, p. 70.
- Gérard D.(2001) Clasificación de las canales porcinas en Francia y en Europa. Memorias 9° Seminario Nacional de Desarrollo de Suinocultura. Institut Technique du Porc Francia, 2001 25-27 de abril de 2001. P 6-9.
- Jogal S.M, Kennedy B.W: (1987). Evaluación de los equipos de medición eléctricos en la predicción de la composición de la canal en cerdos vivo, *animal production*, 1987, 45, P 97-102
- Mejía G.C.A.; Montañó B.M.; Velázquez M.P.A. y Cuarón, I.J.A.: Estimación in vivo del rendimiento de las canales porcinas mediante ultrasonografía. *Téc. Pecu. Méx.* 1999, 37:2. P 31.
- McLaren D.; McKeith F.; 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. *Journal of Animal Science*.67, 1989, P, 1657-1667.
- Swantek P.; Crenshaw J.; Marchello M.; Lukaski H.(1992). Impedancia bioeléctrica: un método no destructivo para determinar la masa libre de grasa de cerdo de mercado y cerdo cadáveres vivos. *J Animsci.* 70.1992. P 77-169.
- Boland M.; Foster K.; Schinckel.; Wagner J.; Chen W.; Berg E.; Forrest J.(1995) Técnicas de evaluación de la canal alternativa: Las diferencias en las predicciones de valor. *J anim sci.*73, 1995. P 44.
- Ordnes L.:(2005). Evaluación del espesor de la grasa dorsal y peso vivo en jabalí puro y en mestizos desde las 17 hasta las 39 semanas de edad, memoria presentada a la facultad de medicina veterinaria de la universidad de concepción para optar al título de médico veterinario; Chillan-Chile, 2005, P 6.
- Higbie A.; Bidner T.; Matthews J.; Southern L.; Page T.; Persica M.; Sanders M.; Monlezun C. (2002). Prediction of swinecarcass composition by total body electrical conductivity. *J. Anim. Sci.* 2002. 80 P.113.
- Youssao I.; Verleyen V.; Verleyen P.: Prediction of carcass lean content by real-time ultrasound in Pietrain and negative stress Pietrain. *Animal Science*. 2002, 75 P 25. <https://doi.org/10.1017/S1357729800052796>
- Definición canal porcina [en línea] <http://www.uco.es/zootecniaygestion/> [citado el 20 de marzo de 2015]
- Escáneres de ultrasonido [citado en línea] <http://www.cancerquest.org/index.cfm?page=3422&lang> [citado el 19 de marzo de 2015]
- Zúniga-González, C. A., Durán Zarabozo, O., Dios Palomares, R., Sol Sánchez, A., Guzman Moreno, M. A., Quiros, O., & Montoya Gaviria, G. D. J. (2014). Estado del arte de la bioeconomía y el cambio climático ISBN 978-99924-28-39-9, ISBN 978-99924-28-40-5, pp. 20-329) Editorial Universitaria UNAN León.

- Universo porcino (2015). Consumo mundial de carne porcina [en línea] <http://www.aacporcinos.com.ar> [citado el 23 de marzo de 2015]
- Central American Data (2015). El principal productor y consumidor mundial de carne [en línea] <http://www.centralamericadata.com> [citado el 20 de marzo de 2015]
- UCO (2015). Definición canal porcina [en línea] <http://www.uco.es/zootecniaygestion/> [citado el 20 de marzo de 2015]
- ESCI (2015). Escáneres de ultrasonido [citado en línea] <http://www.cancerquest.org/index.cfm?page=3422&lang> [citado el 19 de marzo de 2015]

REFERENCIAS

- Walder D N, Dikeman M E, Schalles R R, Olson W G, Houghton P L, Unruh J A and Corah L R 1992 Validation of Real - time Ultrasound technology for Predicting Fat thicknesses, Longissimus Muscle Areas and Composition of brangus bulls from 4 Months to 2 Years of Age. *Journal of Animal Science* 70: 3044 – 3054, disponible en: <http://www.journalofanimalscience.org/content/70/10/3044.full.pdf>
- Dios Palomares, R. , Alcaide, D., Diz, J., Jurado, M., Prieto, A., Morantes, M., & Zúñiga, C. A. (2015). Análisis de la eficiencia de sistemas agropecuarios en América latina y el Caribe mediante la incorporación de aspectos ambientales. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia*, 25(1), 43-50.
- Sloniewski, P., & Zielinski, P. (1997). Remote effect of brain retraction on regional cerebral blood flow and cerebrovascular reserve on single photon emission computed tomography. *Surgical Neurology*, 48(5), 511-513.
- Demo P, Krška P, Poltársky J and Borecký A 1993 The use of an echocamera for in vivo prediction of some carcass characteristics in pig. *Živoc* 38: 645 - 654.

Anexos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.744
Coefficiente de determinación R ²	0.553
R ² ajustado	0.404
Error típico	1.442
Observaciones	25

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	6	46.287	7.714	3.713	0.014
Residuos	18	37.404	2.078		
Total	24	83.69			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.649	4.41	0.147	0.885	-8.616	9.913	-8.616	9.913
Peso vivo	-0.093	0.114	-0.82	0.423	-0.333	0.146	-0.333	0.146
Canal entera	0.238	0.09	2.645	0.016	0.049	0.427	0.049	0.427
Lomo derecho	0.891	0.951	0.937	0.361	-1.107	2.889	-1.107	2.889
Clase A	-0.611	0.355	-1.721	0.102	-1.358	0.135	-1.358	0.135
Clase B	0.224	0.153	1.465	0.16	-0.097	0.546	-0.097	0.546
Clase C	0.252	0.294	0.855	0.404	-0.367	0.87	-0.367	0.87

TABLA 4
Regresión Espesor Grasa Dorsal
 fuente: Elaboración propia

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.4846
Coefficiente de determinación R ²	0.2349
R ² ajustado	-0.0202
Error típico	4.9207
Observaciones	25

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	6	133.797	22.299	0.921	0.503
Residuos	18	435.839	24.213		
Total	24	569.632			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	42.01	15.053	2.791	0.012	10.386	73.634	10.386	73.634
Peso vivo	0.266	0.389	0.685	0.502	-0.551	1.083	-0.551	1.083
Canal entera	-0.025	0.307	-0.081	0.937	-0.669	0.62	-0.669	0.62
Lomo derecho	-2.225	3.246	-0.686	0.502	-9.045	4.594	-9.045	4.594
Clase A	2.054	1.213	1.693	0.108	-0.494	4.602	-0.494	4.602
Clase B	-0.512	0.523	-0.979	0.341	-1.611	0.587	-1.611	0.587
Clase C	-1.381	1.004	-1.375	0.186	-3.491	0.729	-3.491	0.729

TABLA 5
Regresión Espesor Musculo