

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEÓN



MEDICINA VETERINARIA

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE MEDICO VETERINARIO

**TEMA: ESTIMACIÓN IN VIVO DE LA CANAL PORCINA POR EL MÉTODO DE
ULTRASONOGRAFÍA EN EL PERIODO DE OCTUBRE A NOVIEMBRE DEL AÑO 2014**

AUTORES: ELVIN MAXIMO CHAVARRIA RIVAS

SANTIAGO SIDAR HERNANDEZ ZAPATA

TUTOR: DR. NOEL BLANCO ROA

LEÓN-NICARAGUA SEPTIEMBRE 2015

"A la libertad por la universidad"

DEDICATORIA

Un maestro o un educador es una persona que se encarga de encarar la complicada tarea de transferir sus conocimientos a otra persona, en las universidades los vemos como verdaderas autoridades que a pesar de que su tarea sea bastante complicada se esfuerzan por ofrecernos lo mejor de ellos.

No solo enseñan sobre una determinada carrera que nos encontremos estudiando, también enseñan sobre la vida en general. Los maestros más curiosos son los que se la pasan contando sobre sus historias personales en lugar de lo que normalmente deberían enseñar, esos son los que ganan la mejor atención del aula, y luego pueden aprovecharla ya sea enseñando lo que les compete, o siguiendo hablando sobre sus cuestiones personales.

Al final de todo, los maestros tienen una función muy importante en la vida de cada ser, y es encaminarlo por el sendero correcto y darnos algunas bases de relevancia para que alcancemos muchos de los objetivos que nos proponamos. Así como los padres y nuestra familia nos encamina por el buen camino.

Es por eso que nosotros le dedicamos este trabajo informativo a todas las personas que nos apoyaron durante todo el transcurso de nuestro trabajo, A Dios, nuestros padres y sobre todo a nuestro tutor Dr. Noel Blanco.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo se llevó a cabo con el apoyo de los señores Santiago Sidar y su hermana Ángela Elvira Hernández Zamora quienes nos dieron acceso a su granja de cerdos y nos permitieron realizar diversas actividades dentro de su propiedad. Lo cual fue de mucha ayuda en nuestro estudio y le estamos muy agradecidos.

Agradecemos a nuestro tutor que ha sido un guía en nuestro camino en la elaboración de nuestra tesis.

Agradecemos a nuestros padres por el apoyo brindado y durante todo el trayecto de nuestra preparación como profesionales, y futuros médicos veterinarios.

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	5
RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
JUSTIFICACIÓN	8
HIPÓTESIS	9
OBJETIVOS	10
MARCO TEORICO	11-14
MATERIAL Y MÉTODO	15-17
RESULTADO Y DISCUSIÓN	18-20
CONCLUSIONES	21
RECOMENDACIONES	22
BIBLIOGRAFÍAS	.23-25
ANEXOS	26

PRÓLOGO

Desde hace algunos años, la ecografía o ultrasonografía está siendo utilizada por muchos profesionales de las ciencias agropecuarias, como una herramienta diagnóstica muy importante entre otros usos para evaluar la composición carnífera de los animales vivos. Mediante este método no invasivo ni destructivo, podríamos determinar el valor y la calidad de la composición de la canal de un animal, desde una temprana edad y peso hasta su venta final. Esta técnica se utiliza principalmente en vacunos, ovinos y porcinos, aunque hay algunos lugares donde incluso se usa en equinos y aves.

La determinación del valor de la canal, su composición y rendimiento se hace en la actualidad de forma objetiva con la disección carnífera en los mataderos industriales. Pero requiere de tiempo, personal y por ende mayores recursos económicos en contra posición de los métodos instrumentales que son más económicos y portátiles e igualmente precisos.

Dentro de la metodología de ultrasonido se han logrado grandes avances destinados a estimar las características más significativas de la canal.

RESUMEN

En este estudio se analiza la relación entre el EGS, EM, y EGSEM medidos con ultrasonido en un solo punto anatómico del cuerpo animal del ganado porcino in vivo y los parámetros más importantes de la canal (peso vivo, peso de la canal entera, carne de clase A, B y C que corresponden a las carnes de primera, segunda y tercera categoría, así como cortes específicos, 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 (Peso vivo, peso de la canal, Carne clase A, B y C y cortes específicos) analizados en este estudio están altamente correlacionados con el espesor de la grasa subcutánea del músculo longuísimo Dorsal medida con ultrasonido en el lado izquierdo del cerdo vivo ($r = 0.53 - 0.67$). La correlación múltiple del modelo de predicción de regresión lineal de los componentes de la canal y 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 poca capacidad de predicción ($R^2 = 0.23$). Igualmente en el modelo de regresión del grosor grasa subcutánea y espesor muscular juntos ($R^2 = 0.25$).

En el marco de las correlaciones más importantes encontradas están: lomo derecho y 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 las restantes 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.

INTRODUCCIÓN

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 de utilizar experimentalmente varias técnicas electrónicas altamente sofisticadas las cuales están disponibles en la actualidad (Ultrasonidos).

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 muy particularmente para el mejoramiento genético. Los sistemas de clasificación de canales actualmente utilizados califican la conformación, pero no la composición real de éstas, 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 (disección). 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.

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 darse 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; Bugiwati, A. R., et al., (1999). Chrenek, J., et al., (1996) Cesar, A. M., et al., (2013), y Moisés, M. B., et al., (1999). Entre otros.

Todos correlacionaron ya sea el espesor muscular, espesor de la grasa dorsal o área del musculo longuísimo dorsal medidos con ultrasonidos con los parámetros 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 es correlacionar el peso vivo, peso de la canal, así como el peso de la carne de primera, segunda y tercera clase con mediciones ultrasonográficas (Espesor grasa subcutánea (EGS), Espesor muscular (EM) y Espesor grasa subcutánea y espesor muscular juntos (EGSEM), con miras a predecir la canal porcina y su composición. Por primera vez en Nicaragua se realiza un esfuerzo de esta naturaleza, orientado a optimizar las relaciones comerciales entre productores y comerciantes, tratando de establecer un precio justo del cerdo en pie o de su canal. Además la estimación in vivo de la canal es un elemento de vital importancia en la mejora genética porcina para acelerar el progreso genético.

JUSTIFICACIÓN

La comercialización del cerdo en pie es muy injusta desde el punto de vista del precio del cerdo por parte del intermediario al productor, porque inclusive ni pesan a los cerdos a la hora de comprarlos, si no que realizan una estimación al ojo del peso y por ende del precio del animal. Lo que resulta en pérdidas económicas para el productor.

En los mataderos industriales lo que determina el valor de la canal es el peso vivo del animal o peso de la canal de estos, pero sin tomar en cuenta los porcentajes de carne de primera, segunda y tercera o lo que denominamos la composición de la canal y su calidad por lo que canales bien conformadas son subvaloradas.

Para efectos de la exportación de carne de cerdo a mercados muy exigentes, como el europeo los factores de composición y calidad de la canal son determinantes para la fijación del precio de la carne y por consiguiente para el beneficio económico del productor.

HIPÓTESIS

El modelo de predicción de la canal con el método de ultrasonografía no estima la composición de la canal porcina.

OBJETIVO GENERAL

- Proporcionar una posible solución a la inexactitud y subjetividad de las actuales costumbres comerciales (establecer precio al ojo) y de los actuales métodos de clasificación y determinación de la composición y calidad de la canal porcina que aunque suelen ser efectivas (disección) resultan ser muy costosas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el comportamiento estadístico y poder de predicción de los cortes nacionales de la disección de las canales porcinas en Nicaragua con las mediciones ultrasonográfica de espesor de grasa subcutánea y músculo del M.L.D de la canal porcina.
- Comparar las mediciones entre el espesor grasa subcutánea, muscular y grasa subcutánea y muscular junto, medido con ultrasonido in vivo y los parámetros más importantes de la composición y calidad de la canal porcina obtenidas post mortem con la disección de las carcasas.
- Investigar la relación del espesor de la grasa subcutánea dorsal y del músculo longuísimo dorsal en la región de la última costilla izquierda del cerdo con el peso de la canal entera y carne de primera, una vez hecha la disección para determinar el grado de correlación y su posible estimación.
- Indagar la aproximación del músculo longuísimo dorsal, grasa subcutánea, y grasa subcutánea y muscular juntos, en la región de la última costilla izquierda del cerdo con el peso de la carne de segunda, tercera y cuarta calidad una vez hecha la disección para determinar el grado de correlación y su posible estimación.

MARCO TEORICO

La carne porcina es la carne más consumida a nivel mundial. En el año 2012, según USDA, se consumieron 105,1 millones de toneladas de carne porcina así, la carne de cerdo representa el 43,3% del de consumo mundial de todas las carnes.

De acuerdo con lo anterior, el consumo mundial de carne porcina por habitante es de 15 kilos/año (USDA 2012), pero en ciertas regiones está por encima de los 30 kilos/año, como es el caso de la Unión Europea (39,7 kilos) y ciertas regiones de China (38,3) <http://www.aacporcinos.com.ar>.

El principal consumidor global mundial de carne de cerdo, es China 52.7%. De cada dos cerdos que se crían en el mundo, uno es chino 52.3%. El gran país asiático produce y consume aproximadamente la mitad de carne de cerdo del mundo. Le siguen la Unión Europea consume 20.5% y produce 22.6%, los Estados unidos en producción 10.5% y consumo 8.4%. El cuarto gran productor es Brasil produce 3.30% y consume 2.6%, mientras que Rusia 3.1% y Japón 2.5% ocupan la cuarta y quinta posición en consumo respectivamente. <http://www.centralamericadata>.

El potencial productivo de los cerdos varía en función de aspectos genéticos, fisiológicos, ambientales, nutricionales, sanitario, etc. Sus características productivas y sus necesidades nutricionales, evolucionan con el tiempo (edad-peso) de forma no lineal, existiendo óptimos biológico-técnicos variables en cada sistema de producción que determinan unos máximos márgenes económicos. (J. Tibau Font, 2001).

Por definición (orden 5/12/81, boe nº 270 de España) la canal porcina es el “cuerpo del animal de la especie porcina de raza doméstica después del sacrificio, sangrado, eviscerado y depilado, despojado de la lengua, pezuñas, genitales, riñones y grasa pelviana, con o sin cabeza. No obstante en algunos países se incluye los riñones y el diafragma. <http://www.uco.es/zootecniaygestion/>.

La calidad de la canal y su carne se clasifican por categorías, en la Unión Europea se utiliza el sistema SEUROP para la canal y carne de primera, segunda, tercera, etc. para la carne en otras regiones del mundo tienen sus propios sistemas de clasificación, de manera general podemos decir que la carne se clasifica de la siguiente manera:

Carne tipo A Corresponde al lomo, solomillo y aguja.

Carne tipo B Abarca al jamón, las chuletas de riñonada y las chuletas de lomo (centro).

Carne tipo C Corresponde a la paleta y las chuletas de aguja.

Carne tipo D Son las manos, los codillos, la cabeza, la panceta y el costillar.
[Http://www.consumer.es/](http://www.consumer.es/) citado por Gimferrer 2012.

Actualmente el pago de los cerdos en el mercado se hace de manera subjetiva, incluso en algunas regiones por apreciación visual; son pocos los países que han implementado sistemas de clasificación de canales y pagos de acuerdo a su calidad. (J Londoño, C Velázquez, E Vélez 2013).

En Francia la clasificación está organizada por asociaciones interprofesionales regionales. El pesaje y clasificación se llevan a cabo bajo la responsabilidad del propietario durante el sacrificio. En el gran oeste, donde se sacrifican los 3/4 de los cerdos en Francia ésta responsabilidad está delegada a un organismo independiente (llamado uniporcouest). La clasificación con aparatos electrónicos se realiza en un centenar de mataderos, sacrificando 95% de los cerdos. Seis organizaciones regionales centralizan los datos de su región y publican estadísticas. Representan 78 mataderos y 90% de la matanza nacional. (Gérard d., 2001)

Los escáneres de ultrasonido consisten en un ordenador y sistema electrónico, una pantalla para mostrar la imagen, y un transductor de mano que se utiliza para escanear el cuerpo. El transductor emite ondas sonoras de diferentes frecuencias y recibe las ondas que rebotan (ecos). El ordenador recopila los datos de los ecos y crea imágenes en la pantalla. Para crear la imagen se utiliza el cambio de velocidad del sonido en la interfaz de dos medios con diferentes densidades (músculo – hueso - grasa) o sea al cambio de la impedancia acústica. Las ondas sonoras rebotan determinando cuán lejos está el objeto, su tamaño, forma, uniformidad, y consistencia según su ecogeneidad.
[Http://www.cancerquest.org/](http://www.cancerquest.org/).

Son muchos los estudios realizados para buscar la forma de predecir la canal porcina analicemos algunos; En este estudio se midió el espesor de la grasa subcutánea en 107 cerdos yorkshire con un peso aproximado de 110 kg. Las mediciones se tomaron en el área de longuísimos, Se midieron pesos totales e individuales de los cortes de primera. Al correlacionar los primeros con los segundos y aplicando regresión se encontró ($R^2 = 0,42-0,44$), (Jogal S.M, Kennedy B.W, 1987)

En otro trabajo se realizó pesaje y medidas del espesor de la grasa dorsal utilizando un ultrasonido en la última costilla caudal izquierda, cada 2 semanas en 48 machos castrados y 62 cerdas jóvenes. Con pesos vivo que diferían de machos castrados y hembras ($p < 0,05$). Las primeras medidas que se realizaron aun peso de 53 kg, tenían un poder predictivo similar al previo al sacrificio y fueron de

moderados a altos, tanto para machos castrados y hembras (R^2 0.55), (McLaren D.; McKeith F.; Novakofskij J 1989)

Otro estudio comparó el aumento de peso vivo y espesor de grasa dorsal entre jabalí europeo puro y mestizos en iguales condiciones de crianza, hasta alcanzar las 39 semanas de edad, fecha en que fueron sacrificados. A partir del destete todos los animales fueron pesados cada 15 días y se registró el espesor de grasa dorsal mediante un ultrasonido en la última costilla. El jabalí puro ($n= 36$) en la última medición a las 39 semanas presentó un peso de 45.9 kg y un EGD de 1.8 cm, los mestizos ($n= 37$) alcanzaron 74.8 kg de peso vivo con 2.4 cm de EGD. Se observa que el jabalí puro tiene un crecimiento más lento, depositando a su vez menor grasa dorsal que los mestizos. (Ordenes L, 2005)

En otro estudio de investigación de la predicción de la canal porcina utilizando la correlación entre el espesor de grasa dorsal, profundidad del músculo longuísimos y los parámetros de la canal con 164 cerdas y 171 machos castrados los cuales fueron sacrificados a una edad de 213 días, y un peso de 101 kg. Los resultados obtenidos fueron ($R^2 = 0,35-0,79$). Observando que el ultrasonido en tiempo real es una herramienta que potencialmente podría ser utilizado para predecir la composición de las canales de cerdo antes del sacrificio (Youssao I.; Verleyen V.; Verleyen P, 2002)

En el trabajo de Smith B., et al (1992) se evaluaron las características de la canal de 27 cerdas con pesos de 91, 104,5 y 118 kg. Las mediciones se tomaron en la décima costilla y área del músculo longuísimos. De los resultados obtenidos se desprende que la precisión de predicción del área del músculo longuísimos fue menor para los cerdos de 118 kg. El poder de predicción de la grasa subcutánea de la última costilla por ecografía fue más preciso para las cerdas jóvenes que para los adultos, como se indica por una diferencia absoluta menor ($p < 0,05$).

La relación músculo y grasa de las canales porcinas permite establecer su contenido de tejido magro, valor con el cual se logra tipificarlas y clasificarlas basados en criterios de calidad. Con el uso del ultrasonido es posible obtener gran cantidad de medidas de toda la canal, además de la predicción del porcentaje de magro de la canal entera, se pueden utilizar los datos obtenidos para predecir la composición de las diferentes piezas del desposte y así optimizar el proceso. (Londoño J., Velásquez C, 2013)

Finalmente C.J. López-Bote (2006) presenta los resultados de un trabajo donde se utilizaron 43 cerdos ibéricos machos, con un peso promedio de 102,27 kg a los cuales se le tomaron mediciones del espesor de grasa dorsal y área del músculo longuísimos dorsal en la última costilla antes del sacrificio. Los resultados obtenidos fueron ($R^2 = 0,23 - 0,87$).

Igualmente A.P Sather; H.T Fredeen (1982) en otro estudio la capacidad de predicción de la grasa dorsal fue evaluada en 186 machos castrados y hembras con 90 kg, donde se obtuvieron resultados en que la grasa dorsal tiene una capacidad de predicción de la canal que varía ($R^2 = 0,45- 0,47$) y con una capacidad de predicción de la composición de la canal ($R^2= 0,35-36$) la grasa dorsal tiene una moderada capacidad de predicción de la canal y de su composición.

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 respectivamente). 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, las 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 (MONISA) 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 ultrasonográfica se efectuó manipulando y acorralando a los animales para facilitarnos su inmovilización en un área pequeña, además se le suministró 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 músculo Longuísimo Dorsal utilizando un transductor de 3.5 MHz R60 80 conectado a un aparato de ultrasonido CHISAN-600M.

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 animal del ganado porcino. (Las mediciones se realizaron en el longuísimo dorsal a nivel de 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 el peso vivo, posterior a la evisceración se realizó una inspección minuciosa de la canal buscando la presencia de anomalías específicas. (Abscesos, canales golpeadas) luego tanto la canal izquierda como la derecha fueron despiezadas, obteniéndose el peso de los cortes de carne de calidad de primera (A), segunda (B), tercera (C) y despojo (D).

Con el conjunto de datos obtenidos se creó la primera etapa de la base de datos, para lo cual se utilizó el programa de Microsoft Excel 2010. Para ello se elaboró una hoja de cálculo, donde se expresan los valores de todos los indicadores de los 25 casos ($n = 25$) que se incluyen en esta investigación de campo.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Excel profesional (programa de análisis estadístico). La primera fase del análisis de los datos se establecieron las características básicas (máxima, mínima, media y desviación estándar) de las mediciones ultrasonográfica (EGD, EM y EGDEM)

La segunda etapa de la base de datos se logró con la introducción de la información obtenida del faenado y despiece de los animales: peso vivo, peso de la canal, peso de los distintos cortes cárnicos (clase A, B, C y D). Luego se calcularon las características estadísticas básicas de los parámetros de la canal, con valores de su máxima, mínima, media y desviación estándar de cada uno de los cortes realizados en el estudio de campo.

Por ser una muestra de 25 casos y una sola base de datos no es viable hacer un análisis de T-student, la cual es aplicable en aquellos análisis donde existen dos muestras, lo cual no es el caso en esta investigación, que cuenta con datos “primarios” en una base de datos, recolectados en campo de forma directa y precisa. Además, ya se estableció la desviación estándar o típica de la muestra para cada uno de los cortes y/o valores realizados en el trabajo de campo, el cual es un indicador estadístico más útil para nuestra investigación.

La segunda fase de análisis estadístico fue estimar las correlaciones (r), de Pearson, entre las mediciones ultrasonográfica (EGD, EM, EGDM) y peso vivo, peso de la canal, lomo derecho, paleta derecha, aguja, posta de nalga, representados en los tipos de carne Clase A, B, C y D.

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

Matemáticamente, la formula siguiente se define como correlación múltiple:

$$r_{x.zy} = \sqrt{\frac{r_{xy}^2 - r_{xz}^2 - 2(r_{xy} r_{xz} r_{zy})}{1 - r_{zy}^2}}$$

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las características estadísticas básicas de las mediciones ultrasonográficas (EGD, EM y EGDEM). 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 (4.97 mm), y EGDEM tiene una media de (67,66 mm), y una desviación estándar (6,07).

Podemos observar que la desviación estándar más acusada de los valores del máximo y mínimo son para el espesor grasa dorsal y espesor muscular juntos 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 zoo métrica (anchura, largo del lomo y espesor de grasa), también, en la muestra se utilizaron hembras y machos los cuales acusan un dimorfismo sexual marcado.

La precisión de las mediciones ultrasonográfica del espesor de grasa dorsal y espesor muscular 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.

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 las características estadísticas básicas de los parámetros de la canal porcina (Clase A, B, C y cortes específicos). 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 7.73 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 (raza).

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.

En la tabla 3A, 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. (2001), 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.

En la tabla 3B. Al correlacionar el espesor muscular con los parámetros de la canal aquí estudiados encontramos correlaciones de bajas a moderadas ($r = 0.29 - 0.22$).

En la tabla 3C. Al correlacionar el espesor de la grasa subcutánea y espesor muscular juntos con los parámetros de la canal, encontramos correlaciones moderadas ($r = 0.44 - 0.40$ correspondientes a canal entera y peso vivo respectivamente) estos valores son comparables con los encontrados por Jogaal S.M, Kennedy B.W, (1987) y McLaren D.; McKeith F.; Novakofskij J., (1989).

En la tabla 4 se evaluó la posibilidad de predecir algunos parámetros de la canal aquí estudiados (carne clase A, B Y C) a partir de las mediciones ultrasonográficas, integradas 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 J., (1989) y Youssao I.; Verleyen V.; Verleyen P, (2002) pero inferiores a los obtenidos por Demo et al (1993).

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos en el modelo de regresión lineal utilizando como variable independiente al espesor muscular, la correlación múltiple obtenida fue de ($r = 0.48$) y el coeficiente de determinación fue de ($R^2 = 0.23$) lo que nos indica la poca capacidad de predicción del espesor muscular sobre los parámetros de la canal.

En la tabla 6, se muestran los resultados de la regresión lineal utilizando como variable independiente el espesor de la grasa subcutánea dorsal y espesor muscular juntos los resultados fueron ($r = 0.50$ y $R^2 = 0.25$ respectivamente), Estos resultados concuerdan con los encontrados por C.J., López-Bote (2006) con un coeficiente de determinación de ($R^2 = 0,23-0,40$) y A.P Sather; H.T Fredeen (1982) con un coeficiente de determinación de ($R^2 = 0,35, 0,35$).

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 resultados de nuestro estudio indican que el modelo de regresión lineal donde se utilizó el espesor de grasa subcutánea y peso vivo para la predicción de los parámetros de la canal tiene suficiente capacidad de predicción.

CONCLUSION

En sinopsis alcanzamos comprobar que el modelo de predicción de la canal utilizando como variable independiente el espesor de la grasa subcutánea del musculo longuísimo dorsal con el método de la ultrasonografía medido en la última costilla de la media canal izquierda del cerdo vivo, puede ser considerado como buen predictor del peso de la canal entera, y cortes de clase A de la canal porcina (lomo).

RECOMENDACIONES

- 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.
- Realizar capacitaciones con el fin de dar a conocer el estudio a los productores.
- Organizar a los productores para que pongan en práctica la técnica de la ultrasonografía in vivo
- para la estimación de la composición y calidad de la canal porcina.

BIBLIOGRAFÍAS

1. Sather, A.P., Fredeen, H.T., Martin A.M; 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.
2. 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, 45, P 97-102.
3. 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.
4. Swantek P.; Crenshaw J.; Marchello M.; Lukaski H.; 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.
5. Boland M.; Foster K.; Schinckel.; Wagner J.; Chen W.; Berg E.; Forrest J.; Técnicas de evaluación de la canal alternativa: Las diferencias en las predicciones de valor. J anim sci.73, 1995. P 44.
6. López G.; Rubio M.; tecnología para la evaluación objetiva de las canales de animales de abasto. Vet.Méx. 29, 1998, p. 287.
7. Mejía G.C.A.; Montañó B.M.; Velázquez M.P.A. y Cuarón, I.J.A. 1999. Estimación in vivo del rendimiento de las canales porcinas mediante ultrasonografía. Téc. Pecu. Méx. 37:2. P 31.

8. 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 25-27 de abril de 2001. P 6-9.
9. Higbie A.; Bidner T.; Matthews J.; Southern L.; Page T.; Persica M.; Sanders M.; Monlezun C. Prediction of swinecarcass composition by total body electrical conductivity. J. Anim. Sci. 2002. 80 P.113.
10. 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.
11. Ordenes L.; 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.
12. López C. J; Daza, A; 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.
13. Blanco N; Huba J; Hetenyi L; Oravcová A; Estimación in vivo de la composición de la canal en bovinos utilizando mediciones ultrasonográfica; universidades 1. 2008 p. 58-63.
14. Londoño J., Velásquez C.: clasificación y valoración de la calidad de canales porcinas en Colombia, monografía para optar al título de especialista en gerencia agropecuaria, 2013, p. 70.
15. Consumo mundial de carne porcina [en línea] <http://www.aacporcinos.com.ar>

16. El principal productor y consumidor mundial de carne [en línea]
<http://www.centralamericadata.com>.

17. Definición canal porcina [en línea] <http://www.uco.es/zootecniaygestion>.

18. Escáneres de ultrasonido [citado en línea]
<HTTP://WWW.CANCERQUEST.ORG/INDEX.CFM?PAGE=3422&LANG>.

ANEXOS

TABLAS

Tabla 1	Características Estadísticas Básicas de las mediciones ultrasonográfica.		
	Espesor Grasa Dorsal (EGD)(Mm)	Espesor muscular (EM)(Mm)	Espesor Grasa Dorsal y Espesor muscular (EGDEM)(Mm)
Máximo	16.53	65.13	81.15
Mínimo	9.53	46.30	56.53
Media	12.85	54.81	67.66
Deviación Estándar	1.90	4.97	6.07
Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.			

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	18.90	1.76
Deviación Estándar	6.88	7.73	0.69	1.25	0.60	0.88	2.10	2.99	1.68	0.59
Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.										

TABLA 3.A	Correlaciones del Espesor de Grasa Dorsal (mm)										
	<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 Dorsal (mm)	1										
Peso vivo	0.538	1.000									
Canal entera	0.674	0.853	1.000								
Lomo derecho	0.293	0.688	0.467	1.000							
Paleta derecha	0.038	0.047	-0.150	0.415	1.000						
Aguja	-0.259	0.025	-0.187	-0.018	-0.232	1.000					
Posta nalga	-0.194	0.121	-0.225	0.391	0.331	0.638	1.000				
Clase A	0.022	0.458	0.195	0.808	0.422	0.330	0.755	1.000			
Clase B	-0.082	0.076	-0.228	0.463	0.888	0.201	0.709	0.659	1.000		
Clase C	0.098	0.451	0.193	0.572	0.204	0.421	0.717	0.765	0.487	1.000	
Clase D	-0.299	-0.190	-0.461	0.147	0.350	0.169	0.576	0.318	0.500	0.379	1

Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.

Tabla 3.B	Correlación del Espesor Muscular (mm)										
	<i>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>
Espesor Muscular (mm)	1										
Peso vivo	0.293	1.000									
Canal entera	0.286	0.853	1.000								
Lomo derecho	0.223	0.688	0.467	1.000							
Paleta derecha	-0.148	0.047	-0.150	0.415	1.000						
Aguja	0.219	0.025	-0.187	-0.018	-0.232	1.000					
Posta nalga	0.103	0.121	-0.225	0.391	0.331	0.638	1.000				
Clase A	0.225	0.458	0.195	0.808	0.422	0.330	0.755	1.000			
Clase B	-0.070	0.076	-0.228	0.463	0.888	0.201	0.709	0.659	1.000		
Clase C	0.031	0.451	0.193	0.572	0.204	0.421	0.717	0.765	0.487	1.000	
Clase D	-0.294	-0.190	-0.461	0.147	0.350	0.169	0.576	0.318	0.500	0.379	1

Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.

Tabla 3.C	Correlación del Espesor grasa subcutánea y espesor muscular juntos (mm)										
	<i>espesor 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>
Espesor de la grasa subcutánea y espesor muscular (mm)	1										
Peso vivo	0.409	1.000									
Canal entera	0.446	0.853	1.000								
Lomo derecho	0.275	0.688	0.467	1.000							
Paleta derecha	-0.109	0.047	-0.150	0.415	1.000						
Aguja	0.098	0.025	-0.187	-0.018	-0.232	1.000					
Posta nalga	0.023	0.121	-0.225	0.391	0.331	0.638	1.000				
Clase A	0.191	0.458	0.195	0.808	0.422	0.330	0.755	1.000			
Clase B	-0.083	0.076	-0.228	0.463	0.888	0.201	0.709	0.659	1.000		
Clase C	0.056	0.451	0.193	0.572	0.204	0.421	0.717	0.765	0.487	1.000	
Clase D	-0.335	-0.190	-0.461	0.147	0.350	0.169	0.576	0.318	0.500	0.379	1.000

Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.

Tabla 4		Regresión Espesor Grasa Dorsal (EGD) (mm)						
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.744							
Coefficiente de determinación R²	0.553							
R² ajustado	0.404							
Error típico	1.442							
Observaciones	25.000							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	6	46.287	7.714	3.713	0.014			
Residuos	18	37.404	2.078					
Total	24	83.690						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	0.649	4.410	0.147	0.885	-8.616	9.913	-8.616	9.913
Peso vivo	-0.093	0.114	-0.820	0.423	-0.333	0.146	-0.333	0.146
Canal entera	0.238	0.090	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	0.160	-0.097	0.546	-0.097	0.546
Clase C	0.252	0.294	0.855	0.404	-0.367	0.870	-0.367	0.870
Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.								

Tabla 5

Regresión Espesor Muscular (EM) (mm)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.4846
Coefficiente de determinación R²	0.2349
R² ajustado	-0.0202
Error típico	4.9207
Observaciones	25.0000

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	6	133.792	22.299	0.921	0.503
Residuos	18	435.839	24.213		
Total	24	569.632			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	42.010	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	0.620	-0.669	0.620
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

Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.

Tabla 6		Regresión Espesor grasa subcutánea y espesor muscular juntos (EGDEM) (mm)						
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.5041							
Coefficiente de determinación R²	0.2542							
R² ajustado	0.0055							
Error típico	5.9288							
Observaciones	25.0000							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	6	215.609	35.935	1.022	0.442			
Residuos	18	632.721	35.151					
Total	24	848.330						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	42.659	18.137	2.352	0.030	4.555	80.762	4.555	80.762
Peso vivo	0.173	0.469	0.369	0.716	-0.812	1.157	-0.812	1.157
Canal entera	0.213	0.370	0.576	0.572	-0.564	0.990	-0.564	0.990
Lomo derecho	-1.334	3.911	-0.341	0.737	-9.551	6.882	-9.551	6.882
Clase A	1.442	1.461	0.987	0.337	-1.628	4.513	-1.628	4.513
Clase B	-0.288	0.630	-0.456	0.654	-1.611	1.036	-1.611	1.036
Clase C	-1.130	1.210	-0.933	0.363	-3.672	1.413	-3.672	1.413
Fuente: Elaboración propia en base de datos de campo.								

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Admisible: Adjetivo. Que puede o merece ser admitido.

Análisis discriminante: Es una técnica estadística multivariante cuya finalidad es describir (si existen) las diferencias significativas entre g grupos de objetos ($g > 1$) sobre los que se observan p variables (variables discriminantes). Más concretamente, se comparan y describen las medias de las p variables clasificadoras a través de los g grupos.

Canal: Es el cuerpo entero del animal sacrificado tal y como se presenta después de las operaciones de sangrado, eviscerado y desollado, entero o partido por la mitad, sin cerdas, pezuñas, órganos genitales, manteca, riñones ni diafragma.

Canal caliente: El cuerpo de un animal después del faenado y que no ha sufrido ningún proceso de transformación o conservación.

Canal oreada: La canal 24 horas post sacrificio.

Correlación: Indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables estadísticas.

Depuración: Es un parámetro de la farmacocinética de un medicamento.

Despiece: División de algo en piezas: en los mataderos, tras el sacrificio del animal, se procede a su despiece.

Desviación estándar: O desviación típica, es la raíz cuadrada de la varianza. Es decir, la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de las puntuaciones de desviación.

EGS: Espesor de grasa subcutánea.

EM: Espesor muscular.

EGSEM: Espesor de grasa subcutánea y espesor muscular juntos.

Estimación: Búsqueda de uno o varios parámetros característicos de una población entre la que se ha efectuado un muestreo.

Evisceración: El desentrañamiento o evisceración es el procedimiento por el cual se arrancan de una persona o animal algunos o todos sus órganos vitales, especialmente del abdomen.

Faena: Trabajo duro de realizar.

Híbridos: Es el organismo vivo animal o vegetal procedente del cruce de dos organismos de razas, especies o subespecies distintas, o de alguna o más cualidades diferentes.

Longuísimo dorsal: Es un músculo del complejo menor que se origina en las apófisis transversas y apófisis articulares de la columna vertebral.

Magro: Con poca o ninguna grasa, Carne magra del cerdo próxima al lomo.

Media: Es el valor obtenido al sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de datos.

Operador: Es un símbolo matemático que indica que debe ser llevada a cabo una operación especificada¹ sobre un cierto número de operando.

Regresión lineal: Es un método matemático que modela la relación entre una variable dependiente Y , las variables independientes X_i y un término aleatorio ε .

Remuneración: Acción y efecto de reenumerar.

Tolva: Se denomina a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros.

Transductor: Es un dispositivo capaz de transformar o convertir una determinada manifestación de energía de entrada, en otra diferente a la salida, pero de valor muy pequeños en términos relativos con respecto a un generador.

Ultrasonografía: Es un procedimiento sencillo, no invasivo, en el que no se emplea radiación sino ultrasonido, a pesar de que se suele realizar en el servicio de radiodiagnóstico, y por eso se usa con frecuencia para visualizar.

EVIDENCIA

En las siguientes imágenes se muestra el procedimiento que se implementó durante la recolección de datos a través del método ultrasonográfico para la estimación de la canal de los cerdos híbridos antes de su sacrificio donde se puede apreciar el momento de diferentes actividades como:

Pesaje de los cerdos vivos.

Identificación del músculo longísimo dorsal.

Afeitado de la zona donde se aplicará el transductor del ultrasonido.

Aplicación de gel en la zona afeitada.

Aplicación del transductor del ultrasonido.

Toma de datos obtenidos por el ultrasonido.













