

**RELACIÓN DE MEDIDAS DE MÚSCULO Y GRASA DORSAL TOMADAS CON
ULTRASONIDO CON EN EL RENDIMIENTO EN CANAL DE BÚFALAS Y
MACHOS CASTRADOS**



SERGIO IVÁN ÁLVAREZ VILLARRAGA

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ D.C., 2016**

**RELACIÓN DE MEDIDAS DE MÚSCULO Y GRASA DORSAL TOMADAS CON
ULTRASONIDO CON EN EL RENDIMIENTO EN CANAL DE BÚFALAS Y
MACHOS CASTRADOS**



SERGIO IVÁN ÁLVAREZ VILLARRAGA

Director

Dr. JUAN CARLOS VELÁSQUEZ MOSQUERA

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ D.C., 2016**

Directivas

HERMANO CARLOS GABRIEL GÓMEZ RESTREPO F.S.C.

Rector

HERMANO CARLOS CARVAJAL ACOSTA F.S.C.

Vicerrector Académico

Dr. FRANK LEONARDO RAMOS BAQUERO F.S.C.

Vicerrector de Promoción y Desarrollo Humano

Dr. LUIS FERNANDO RAMÍREZ

Vicerrector de Investigación y Transferencia

Dr. EDUARDO ÁNGEL REYES

Vicerrector Administrativo

Dr. PATRICIA INÉS ORTIZ VALENCIA

Secretaria General

Dr. CLAUDIA AIXA MUTIS BARRETO

Decana Facultad de Ciencias Agropecuarias

Dr. ALEJANDRO TOBÓN GONZÁLEZ

Secretario Académico Facultad de Ciencias Agropecuarias

Dr. ABELARDO CONDE PULGARÍN

Director Programa de Zootecnia

Dr. MARIA CAMILA CORREDOR

Asistente Académico

Aprobación

Dr. ABELARDO CONDE PULGARÍN

Director de Programa

Dr. MARIA CAMILA CORREDOR

Asistente Académico

Dr. Juan Carlos Velásquez Mosquera

Director Trabajo de Grado

Dra. CLAUDIA MARGARITA GONZÁLEZ

Jurado

Dra. LUZ ÁNGELA VANEGAS MORENO

Jurado

Este trabajo de grado se lo dedico a mis padres, los cuales me apoyaron y son guía en mi camino como profesional, fue en mi hogar, donde crecí y aprendí el valor de la vida.

El correr riesgos vale la pena, sin importar lo que suceda el día de hoy los frutos de mi esfuerzo están a la vista.

SERGIO IVÁN

Agradecimientos

Al doctor Juan Carlos Velásquez por su apoyo, paciencia y orientación durante este proyecto, motivos por los cuales adquirí nuevos conocimientos y creyó para la realización de este proyecto.

A Diego Jaramillo, gerente general de la empresa BOS INDICUS, sin su colaboración este trabajo no hubiera sido posible, siempre demostró interés en el desarrollo del mismo.

Índice de contenido

	pág.
Resumen	13
Abstract	14
Convenciones	15
Introducción	16
1. Objetivos de la investigación	18
1.1. Objetivo general	18
1.2. Objetivos específicos	18
2. Marco teórico	19
2.1. Generalidades de la carne de búfalo	19
2.1.1. Carne	19
2.1.2. Especie bufalina	19
2.1.3. Características físicas	20
2.1.4. Crecimiento y peso durante la ceba de búfalos	21

2.1.5 Principales razas	21
	pág.
2.1.6 El búfalo como animal productor de carne	23
2.2 Métodos de ultrasonido para estimar rendimiento cárnico	25
2.2.1 Área de ojo de lomo (cm ²)	26
2.2.2 Espesor de grasa dorsal	28
2.2.3 Espesor de la grasa del anca (kg)	28
2.3 Rendimiento cárnico y componentes de la canal del búfalo	29
2.4 Consumo de carne de búfalo en Bogotá	31
3. Metodología	32
3.1 Tipo de estudio	32
3.2 Ubicación del proyecto	32
3.3 Definición del universo y muestra	32
3.4 Variables	33
3.5 Técnicas y procedimientos	34
3.6 Hipótesis	35
3.7 Análisis estadístico	35
4. Resultados y discusión	36
5. Conclusiones	46

	pág.
6. Recomendaciones	47
Referencias	48
Anexos	58

Índice de tablas

	pág.
Tabla 1. Indicadores de explicación	15
Tabla 2. Medidas de canal en búfalos de agua según varios autores	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Principales componentes del cuerpo del búfalo	29
Tabla 4. Peso y rendimiento de cortes	30
Tabla 5. Características y rendimientos del peso vivo de los búfalos	30
Tabla 6. Promedio y desviaciones para características de la canal en toda la muestra	36
Tabla 7. Promedio y desviaciones para características de la canal en hembras bufalinas	36
Tabla 8. Promedio y desviaciones para características de la canal en machos bufalinos	37
Tabla 9. Prueba de comparación de medidas para las variables de la canal	42
Tabla 10. Correlaciones entre variables	43
Tabla 11. Valores de medidas ante y post-mortem de la muestra	59

Índice de figuras

	pág.
Figura 1. Ejemplar raza mediterránea	22
Figura 2. Ejemplares raza Murrah	23
Figura 3. Ejemplares raza Jafarabadi	23
Figura 4. Tres medidas para la toma de ultrasonido	26
Figura 5. Desembarque de los búfalos	60
Figura 6. Identificación de los búfalos	60
Figura 7. Toma de muestra EGD, AOL y EGA	61
Figura 8. Área de insensibilización	61
Figura 9. Área de desangrado y corte de manos/cuernos	62
Figura 10. Área de evisceración	62
Figura 11. Área de corte de la canal	63
Figura 12. Área de cuartos fríos	63
Figura 13. Cuarteo de la canal	64
Figura 14. Hoja ruta y trazabilidad de la muestra	64

Índice de anexos

	pág.
Anexo A. Modelo del instrumento de recolección de datos	58
Anexo B. Descripción pormenorizada de los datos obtenidos en el estudio	59
Anexo C. Reseña fotográfica	60

Resumen

La investigación buscó conocer aspectos relacionados con la producción cárnica bufalina en Colombia teniendo en cuenta la comparación del rendimiento en canal entre búfalos y búfalas en la región del Magdalena Medio; animales que fueron sacrificados en un frigorífico ubicado en la ciudad de La Dorada (Caldas). Los búfalos fueron separados por la condición sexual en una muestra de 22 animales (16 machos castrados y 6 hembras). Posteriormente se identificaron los animales y se tuvo en cuenta las siguientes variables in vivo: peso vivo (PV), área de ojo de lomo (AOL), espesor de glúteo medio (EGM), espesor de grasa dorsal (EGD) y espesor de grasa de anca (EGA) en el sacrificio se tomaron los siguientes datos peso canal caliente (PCC), rendimiento en canal (RC), peso canal fría (PCF), cuarto delantero (RCD) y cuarto trasero (RCT). Con estas variables de estudio se establecieron correlaciones fenotípicas de la musculatura y grasa dorsal. Se encontró que las medidas obtenidas de músculo y grasa tomadas por ultrasonido para toda la población fue de $40 \pm 5,6 \text{cm}^2$ en AOL, donde para las hembras fue de $35,29 \pm 6,1 \text{cm}^2$ y para los machos castrados fue de $41 \pm 5,3 \text{cm}^2$. El EGD para toda la población fue de $0,41 \pm 0,09 \text{cm}$ donde para las hembras fue de $0,43 \pm 0,165 \text{cm}$ y para los machos castrados fue de $0,41 \pm 0,06 \text{cm}$. El EGA para toda la población fue de $1,00 \pm 0,20 \text{cm}$ donde para búfalas fue de $1,02 \pm 0,33 \text{cm}$ y para machos fue de $0,99 \pm 0,14 \text{cm}$. El EGM para toda la población fue de $6,44 \pm 0,5 \text{cm}$ donde para búfalas fue de $6,31 \pm 0,8 \text{cm}$ y para machos fue de $6,5 \pm 0,4 \text{cm}$. Se encontraron diferencias significativas entre sexos para las medidas en PV, PCC, RCT, RCD y AOL estas diferencias son atribuidas a la condición sexual de los animales,

ya que los machos presentaron mayor peso y por ende, mayor musculatura.

Palabras clave: búfalos, rendimiento cárnico.

Abstract

The investigation searched for related to buffalo meat production in Colombia aspects considering the channel performance comparison between buffalo and buffalo in the Magdalena Medio; animals that were slaughtered in a slaughterhouse located in the city of La Dorada (Caldas). The buffaloes were separated by sexual condition in a sample of 22 animals (16 castrated males and 6 females). Subsequently the animals were identified and in vivo following variables were taken into account: weight (BW), loin eye area (AOL), thickness of gluteus medius (EGM), backfat thickness (EGD) and fat thickness haunch (EGA) in the sacrifice the following hot carcass weight (PCC), carcass yield (RC), cold carcass weight (PCF), forehand (RCD) and hindquarter (RCT) were taken. With these variables study phenotypic correlations of the musculature and backfat were established. It was found that the measurements obtained from muscle and fat taken by ultrasound for the entire population was $40 \pm 5,6\text{cm}^2$ at AOL, where for females was $35.29 \pm 6,1\text{cm}^2$ and castrated males was $41 \pm 5,3\text{cm}^2$. The EGD for the entire population was $0.41 \pm 0,09\text{cm}$ where for females was $0.43 \pm 0,165\text{cm}$ and castrated males was $0.41 \pm 0,06\text{cm}$. The EGA for the entire population was $1.00 \pm 0,20\text{cm}$ where to buffalo was $1.02 \pm 0,33\text{cm}$ and males was $0.99 \pm 0,14\text{cm}$. The EGM for the whole population was $6.44 \pm 0.5\text{cm}$ which for buffaloes was $6.31 \pm 0.8\text{cm}$ and males was $6.5 \pm 0.4\text{cm}$. significant gender differences for measurements in PV, PCC, RCT, RCD and AOL these differences are attributed to the sexual condition of the animals were found, since males were heavier and thus more muscle.

Keywords: buffalo, meat yield.

Convenciones

Para efectos de la presente investigación, en la Tabla 1 se describen las siglas que se manejan dentro de los contenidos del documento.

Tabla 1. Indicadores de explicación

Sigla	Significado
PV (Kg)	Peso vivo
PCC (Kg)	Peso canal caliente
RC (%)	Rendimiento en canal
PCF (Kg)	Peso canal fría
RCD (Kg)	Rendimiento cuarto delantero
RCT (Kg)	Rendimiento cuarto trasero
EGM (cm)	Espesor glúteo medio
AOL (cm ²)	Área del ojo del lomo
EGD (cm)	Espesor grasa dorsal
EGA (cm)	Espesor grasa del anca

Fuente: Álvarez (2013)

Introducción

En Colombia desde la existencia de los primeros búfalos, se ha cambiado continuamente la forma de producción; en un principio se usaba sólo como animal de trabajo, ya que no se habían demostrado las grandes bondades que poseen los búfalos. Posteriormente se empezó a conocer la composición de la carne y de los sólidos totales de la leche, características que han sido las más estudiadas. Cabe resaltar que en comparación de las diferentes producciones de bovinos, los búfalos demuestran mayor productividad en rusticidad y adaptabilidad a cambios climáticos, y en un país como Colombia han demostrado adecuarse a zonas de trópico bajo húmedo donde tiene una ventaja respecto a la especie bovina al tener características en su fenotipo que los hacen más resistentes a dichas condiciones.

Según el informe de Corpoica (2011) y dados los efectos derivados de la ola invernal, en su momento se pudo comprobar que los búfalos presentaron mejores adaptaciones respecto a los bovinos por lo que se observó como una solución para la seguridad alimentaria del país; sin embargo y pese al interés despertado, aún hacen falta estudios que contribuyan con el desarrollo y producción de esta especie, razón por la cual los hallazgos del presente trabajo de grado, resultan pertinentes.

Uno de los aspectos más importantes de las especies bufalinas que conlleva a la reducción de costos de producción es su habilidad de consumir pastos fibrosos y una amplia gama de arvenses; su rusticidad sumada a la edad temprana de sacrificio es un aspecto que permite obtener una carne magra (Cedres, 2002) además de ser una especie poco exigente en la etapa de la ceba (Piedrahíta, 2014).

Igualmente, el interés por desarrollar esta investigación radica en que en la región del Magdalena Medio es un importante centro de cría y ceba de búfalos en Colombia, donde es posible conseguir en fincas y en subastas machos para la ceba y búfalas de descarte provenientes de rebaños orientados tanto hacia la producción de leche como de carne. Sin embargo, los cebadores de la zona no conocen cuál es la diferencia del rendimiento cárnico entre machos castrados y hembras, ni cuentan con parámetros ni estándares para determinar qué animal presenta las mejores características en composición muscular y grasa porque esto lo realizan en forma empírica y con base en su experiencia.

En tal sentido, se observó la necesidad de plantar un estudio comparativo para evaluar la relación de medidas de musculo y grasa dorsal tomadas con ultrasonido a fin de determinar el rendimiento en canal de bufalinos machos castrados y de hembras. El conocimiento obtenido en el estudio ayudaría a establecer los potenciales rendimientos cárnicos antes del sacrificio entre machos castrados y hembras.

1. Objetivos de la investigación

1.1. Objetivo general

Evaluar la relación de medidas de composición corporal (músculo y grasa dorsal) tomadas con ultrasonido con el rendimiento de cuarto delantero y cuarto trasero de canales de búfalos (machos castrados y hembras) sacrificados en un frigorífico de la ciudad de La Dorada (Caldas).

1.2 Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento (%) en canal en búfalos castrados y hembras sacrificados en un frigorífico en La Dorada.
- Establecer correlaciones fenotípicas de la musculatura y grasa dorsal tomadas con ultrasonido y el peso de la canal caliente se expresa en kilogramos en búfalos (*Bubalus bubalis*).
- Establecer correlaciones fenotípicas de musculatura (área de ojo de lomo en cm^2) y grasa dorsal (cm) tomadas con ultrasonido y el rendimiento de cuarto delantero y cuarto trasero (kg) en búfalos.

2. Marco teórico

2.1 Generalidades de la carne de búfalo

2.1.1 Carne

Según el Codex Alimentarius (2005) se define como carne todas las partes animales que han sido destinadas o dictaminadas inocuas y aptas para consumo humano. De acuerdo a la NTC 1325 la carne es la parte esquelética de los animales de abasto, incluyendo tejido conectivo y adiposo que haya sido declarada apta para el consumo humano por la inspección veterinaria oficial antes y después del beneficio (Icontec, 2008).

2.1.2 Especie bufalina

Desde hace cerca de seis mil años esta especie fue domesticada (Torres, 2009) y hay antecedentes de la India de hallazgos arqueológicos que demuestran la presencia de los búfalos de río o búfalo asiático (*Bubalus bubalis*) desde hace 6.000 años a.C., pero se cree que fueron domesticados hace 3.000 a.C. en la India, Irak y China (Almaguer, 2007). "Doméstico, gregario, semiacuático, dócil, de hábitos nocturnos, de temperamento, longevo, inteligentes y tranquilo rustico y resistencia a enfermedades" (Botero, 2015;1), "longevo con una gran adaptación a climas calientes húmedos tropicales, fuertes de contextura cuerpo abarillado de

buenas profundidad corporal con extremidades relativamente cortas de huesos fuertes" (Lorenzo, 2014;15).

El búfalo de agua es nativo de Asia, la especie *Bubalus bubalis* sp, incluye 19 razas sin embargo, las cuatro razas más conocidas mundialmente son Carabao, Mediterránea, Murrah y Jafarabadi. En los últimos 10 años, el rebaño de búfalos a nivel mundial ha presentado una tasa de crecimiento de 9,1 %, (FAO, 2005). En Colombia se tiene linaje de las razas Buffalypso, Murrah Búlgaro Murrah y Mediterráneo. La Buffalypso se originó en el país en abril de 1967 con la importación de Trinidad y Tobago que hizo el INCORA (Berdugo, 2012). Actualmente los reportes revelan que en el país existen unas 300 mil cabezas de búfalos, lo que significa que Colombia es en la actualidad uno de los mayores productores de la raza en Latinoamérica, por delante de Argentina y Venezuela (Fedegan, 2014).

Se tiene conocimiento que los búfalos fueron incorporados al continente a finales del siglo XIX y principios del XX; las primeras especies fueron introducidas en Brasil, Argentina y las islas de Trinidad y Tobago (Agropecuaria Matalarga, 2014). En Colombia se importó el primer núcleo de búfalos en los años 1967 los cuales provenían de las islas de Trinidad y Tobago en total se introdujeron 30 hembras, 5 machos y 5 machos de trabajo (castrados).esto con el fin de empezar a utilizar esta especie (Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos, 2007).

2.1.3 Características físicas

El búfalo es un animal muy dócil y es considerado por la FAO el más pacífico de los animales que sirve al hombre; entre algunas de sus características principales encontramos: la

carne de búfalo contiene 40% menos de colesterol que la carne bovina (FAO, 2005). Los cortes comerciales son los mismos que los de carne bovina. 12 veces menos grasa, 55% menos de calorías, 11% menos de proteína, 10% menos de minerales (Luna, 2009). Como característica microbiológica importante de la carne de búfalo después del humano es la que más inhibe el crecimiento microbiano hecho atribuido al elevado contenido de lecitina (Astaiza, 2010).

2.1.4 Crecimiento y peso durante la ceba de búfalos

En Colombia existe una población bufalina, compuesta principalmente por búfalo mestizo de origen trinitario, producto del cruce de las razas Murrah, Surti, Nili-Ravi, Mehsana y Jaffarabadi (Marín et. al., 2010); este grupo genético tiene características propias de adaptación a las condiciones agrotropicales de Colombia teniendo algunas ventajas, es un animal con buena precocidad para obtener peso al sacrificio. Según Roldan, citado por Zicarrelli (2006), en los sistemas de cría extensivos, destetando terneros de búfalas con y sin ordeño, se obtuvieron pesos a los 9 meses de 170 y de 200 kilos respectivamente y para los bucerros de búfalas en ordeño se obtuvieron pesos de 440 kilos a los 24 meses y para los bucerros sin restricción de amamantamiento pesos de 480 kilos a los 20 meses (Morales et. al., 2014).

2.1.5 Principales razas

- **Mediterráneo:** se formó en Italia originada de la raza Surti; definidos como raza en

Europa y demás costas del Mediterráneo. Sus colores comunes son el negro, gris oscuro, marrón oscuro y negro pizarra (ver la Figura 1). Presenta cuernos medianos dirigidos hacia atrás y hacia los costados con las puntas cerradas hacia arriba y hacia adentro formando una media luna. Los adultos tienen un peso promedio de 700 a 800 kg en los machos y 600 kg las hembras. El cuerpo es compacto, macizo y profundo, con ubres de tamaño mediano, bien formadas, con cuartos bien cuadrados (Patiño, 2012).



Figura 1. Ejemplar raza mediterránea (Fuente: Patiño, 2012)

- **Murrah**: su nombre se deriva de la palabra hindú que significa “espiralado” y deriva de la forma de sus cuernos (ver la Figura 2). Es originaria de Punjab, India. Su color es negro azabache. Los cuernos son negros y espiralados desde su misma base, primero se orientan hacia los costados y luego completan el espiral hacia atrás. Los adultos tienen un peso promedio de 600 a 800 kg en los machos y de 500 a 600 kg las hembras. Tienen ubres bien desarrolladas, con venas bien marcadas y cuartos bien cuadrados (Patiño, 2004).

- **Jafarabadi**: su nombre se deriva de la ciudad del mismo nombre en la India. Son de color negro y hay manchas blancas en la cabeza y en la parte inferior de las patas que son aceptadas. La frente es muy prominente. Los cuernos pesados y anchos tienden hacia abajo, atrás de los

ojos, terminando con un rulo espiralado hacia atrás. Los machos tienen un peso de 700 a 1.500 kg y las hembras 650 a 900 Kg (ver la Figura 3). Es la raza de mayor tamaño. Las ubres presentan una excelente conformación (Bruin, 2012). Si bien las mayorías de los rodeos lecheros bufalinos existentes en nuestro país fueron conformados originalmente con ejemplares puros de razas Mediterráneo, Murrah y Jafarabadi debido al cruzamiento entre estas y al empleo de distintas genéticas lecheras bufalinas, se ha incrementado el número de mestizas de estas razas en nuestro país (Patiño, 2004).



Figura 2. Ejemplares raza Murrah (Fuente: Olarte, 2011)



Figura 3. Ejemplares raza Jafarabadi (Fuente: Silva, 2011)

2.1.6 El búfalo como animal productor de carne

Una de las características más sobresalientes del búfalo es su elevado desempeño con relación a la producción de carne siendo una excelente alternativa para producir y comercializar carne magra, suave, de buen sabor no distinguiéndose de la de vacuno y con bajo contenido de colesterol (Morales & Pineda, 2010), sin embargo, las medidas de carcasas de los búfalos son más cortas que los bovinos (Finagro, 2008).

La carne de búfalo es de buena calidad, siendo ligeramente más oscura que la del bovino. Posee más grasa intramuscular y mayor porcentaje de fibra que la carne bovina (Morales & Pineda, 2010). El índice de aminoácidos esenciales en la carne de Búfalo es mayor que en la carne de vacuno lo que hace que sea de mayor valor nutritivo (Torres, 2009). También el contenido de hierro es mayor; el contenido de colesterol y grasa es bajo (Rey & Gualdrón, 2011).

La carne de búfalo contiene el 31% menos colesterol que la de vacuno que contiene el 90% (Silva, 2011) así como más contenido de proteínas (Asociación Argentina de Criadores de Búfalos, 2006). La grasa tanto interna como externa es de color blanco; referente al color de la carne resulta ser un rosa pálido en animales de dos años acentuándose un rojo oscuro en animales de cuatro años para arriba (Joachín, 2008). Dentro de las características organolépticas de la carne de búfalo cabe destacar: un pH de 5.7, humedad 75%, proteína 19% y cenizas 1% (Morales & Pineda, 2010).

En Colombia, en el Magdalena Medio el peso promedio de los búfalos es de 520 kg y consumiendo forrajes naturales y sal mineralizada a voluntad, se han encontrado valores de hasta 410 kg a los veinte meses de edad (Morales & Pineda, 2010). En los países Mediterráneos tiene gran demanda la carne de los búfalos jóvenes criados en confinamiento

como ternero, obteniendo fácilmente 300 kg de peso vivo al año de edad con una carne de primera calidad (Joachín, 2008).

2.2 Métodos de ultrasonido para estimar rendimiento cárnico

Uno de los objetivos importantes en los trabajos realizados de validación de la técnica de ultrasonido aplicada a la medición de la composición corporal ha sido su exactitud y respetabilidad. Estos se han realizado mediante la toma de las imágenes ecográficas y medición en los animales in vivo, para luego comparar dichas medidas con las realizadas sobre la canal de los mismos animales (Perkins, 1992).

El ultrasonido es una representación bidimensional en cortes transversales de un objeto tridimensional que refleja la anatomía de los animales; con esta técnica se pueden identificar los tejidos y órganos internos que se desean analizar (Rodríguez et. al., 2011).

El análisis de ecos ultrasónicos permite explorar los tejidos internos de forma no invasiva ni estresante, y es de uso rutinario en veterinaria tanto para la determinación del estado reproductivo (Wilson, 1992) como del valor de la canal (Artime et. al., 2007).

Es así como con el uso de la técnica de ultrasonido se obtiene información específica de medidas del área del ojo del lomo AOL (*Rib Eye Area*), el espesor de grasa dorsal EGD (*bife*); el porcentaje estandarizado de grasa intramuscular, que es el veteado o marmóreo y así como también para estimar la composición y calidad de los animales con un fin productivo destinado a la producción cárnica (Angulo, 2005).

Con el ultrasonido se toman tres medidas principales: la primera, perpendicular al animal que mide el área de ojo del lomo (AOL) y la grasa intramuscular; la segunda, es el espesor de grasa dorsal (EGD); y la tercera a nivel de la cadera, mide la grasa de la cadera (Riaño &

Sierra, 2007). En la Figura 4 se aprecia la ubicación de algunas de las medidas que a continuación se describen.

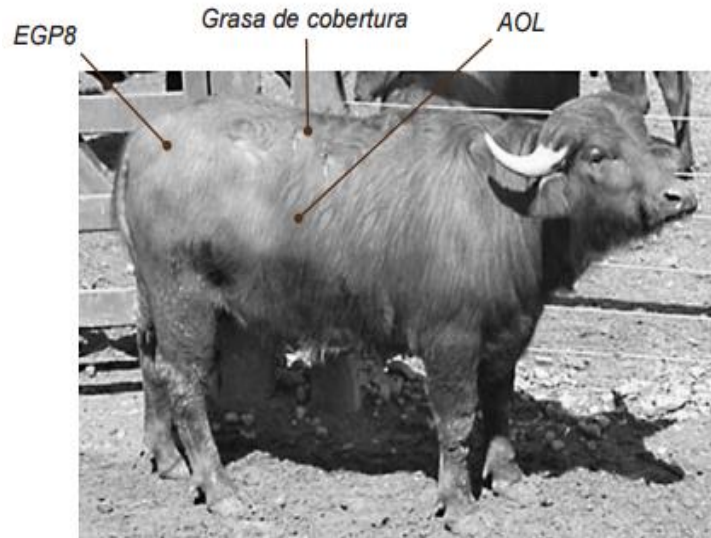


Figura 4. Tres medidas para la toma de ultrasonido. (Fuente: Méndez & De Lima, 2011)

2.2.1 Área de ojo de lomo (cm²)

Estas medidas son de particular importancia para valorar la musculatura de los animales y su composición en el mercado esta medida mide la sección transversal del músculo *longissimus dorsi* (LD) a nivel del espacio intercostal entre la 12 y 13^a costilla se puede obtener en centímetros cuadrados que, por supuesto el rango de los valores oscila entre 50 y 100 centímetros cuadrados (Angulo, 2005).

La medición del músculo indica la cantidad de carne que tiene un animal, es decir, lo que realmente se compra. La AOL es de mediana heredabilidad (0,36) y tiene una alta correlación genética positiva con el porcentaje de cortes de la canal (correlación de 0,61), es decir, que cuando se incrementa el AOL, también se incrementa el rendimiento de la canal. Se pueden

seleccionar reproductores con mayor AOL y conseguir un incremento paralelo del porcentaje de cortes de la canal (Sanint, 2006). En la Tabla 2, donde se describen los hallazgos de diversos autores, se destaca que los valores de (AOL) in vivo que fluctúan entre 35 y 45 cm² para animales con 334 y 392 kilos (Restrepo & Peña, 2012).

Tabla 2. Medidas de la canal en búfalos de agua según varios autores

Parámetro	Valor	Medición	Lugar	Fuente y Año
GPD	0,920±0,16kg		Colombia	Agudelo <i>et. al.</i> , 2007
	0,500kg		Argentina	Zava, 2006
	0,900kg		Botucatu, Brasil	Andrighetto <i>et. al.</i> , 2009
	0,567±0,03kg		Cuba	Fundora <i>et. al.</i> , 2003
	0,540kg		Argentina	Crudeli, 2006
AOL	45,8cm ²	<i>in vivo</i> (366kg PV)	Minas Gerais, Brasil	Cruz Rodríguez <i>et. al.</i> , 2001
	46,85±1,09cm ²	en canal (469±5kg PS)	Monagas, Venezuela	Merle <i>et. al.</i> , 2004
	46,99cm ²	en canal (493kg)	Córdoba, Colombia	Agudelo <i>et. al.</i> , 2011
	57,63±8,35cm ²	en canal (210kg PCC)	Venezuela	Atencio-Valladares <i>et. al.</i> , 2007
	45,4±1,9cm ²	<i>in vivo</i> (392±4kg PV)	Botucatu, Brasil	Andrighetto <i>et. al.</i> , 2009
	50,26cm ²	<i>in vivo</i> (440kg PV)	Argentina	Rebak <i>et. al.</i> , 2010
EGD	0,7±0,2cm	en canal (404±27kg PS)	Medellín, Colombia	Angulo <i>et. al.</i> , 2005
	0,67±0,34cm	en canal (210kg PCC)	Venezuela	Atencio-Valladares <i>et. al.</i> , 2007
	0,4±0,02cm	en canal (469±5kg PS)	Monagas, Venezuela	Merle <i>et. al.</i> , 2004
	0,79±0,09cm	<i>in vivo</i> (392±4kg PV)	Botucatu, Brasil	Andrighetto <i>et. al.</i> , 2009
EGA	0,7±0,3cm	en canal (404±27kg PS)	Medellín, Colombia	Angulo <i>et. al.</i> , 2005
	1,71±0,48cm	en canal (210kg PCC)	Venezuela	Atencio-Valladares <i>et. al.</i> , 2007
	0,95cm	<i>in vivo</i> (440kg PV)	Argentina	Rebak <i>et. al.</i> , 2010
	1,53cm	en canal (450kg PS)	Minas Gerais, Brasil	Mendes Jorge <i>et. al.</i> , 1997
	0,71±0,09cm	<i>in vivo</i> (392±4kg PV)	Botucatu, Brasil	Andrighetto <i>et. al.</i> , 2009
EGM	5,69cm	<i>in vivo</i> (440kg PV)	Argentina	Rebak <i>et. al.</i> , 2010

Fuente: Restrepo & Peña (2012)

2.2.2 Espesor de grasa dorsal

Esta es la profundidad del tejido graso al nivel del espacio intercostal entre la 12 y 13^a costilla es el predictor más exacto de la composición de la grasa de la canal a las $\frac{3}{4}$ partes del ancho de la imagen del área del lomo. Se expresa en milímetros, y el rango va de 5 a 10 milímetros (Angulo, 2005).

Es una característica de mediana heredabilidad (0,34) y baja correlación genética con el porcentaje de grasa intramuscular (0,10). Tiene una alta correlación genética negativa (-0,52) (Sanint, 2006) con el porcentaje de cortes. Esto significa que se pueden seleccionar reproductores de bajo EGD y obtener un incremento paralelo en el porcentaje de cortes.

Si se incrementa demasiado el espesor de grasa dorsal, se va a tener menos carne en la canal. De acuerdo a los datos de la Tabla 2 se han observado valores de (EGD) in vivo que fluctúan entre 0,09 y 0,34 cm para animales con 210 y 469 kilos (Restrepo & Peña, 2012).

2.2.3 Espesor de la grasa del anca (kg)

Para la medición del espesor de la grasa del anca se debe encontrar el punto anatómico común de referencia que es la intersección de la línea del tejido en el fondo del musculo glúteo medio y el borde inferior de la capa de grasa subcutánea esta medida es muy útil para la predicción de los cortes que tienen menos grasa dorsal a la altura de la 12^a costilla. La grasa de cadera es generalmente más gruesa que la grasa o el espesor dorsal. El rango de esta medida es de 10 a 20 milímetros (Angulo, 2005).

Es un indicador muy útil en los sistemas pastoriles, donde algunos animales no han acumulado suficiente grasa dorsal; es de mediana heredabilidad (0,41) y tiene una alta correlación genética positiva con el EGD (0,65) (Sanint, 2006).

Se pueden seleccionar reproductores de bajo EGC para de esta forma lograr un incremento paralelo del porcentaje de corte de la canal. Esto significa que si se incrementa la grasa de cadera, ello no repercute en el corte final de la canal. Según en la Tabla 2 los estudios se observan valores de (EGA) in vivo que fluctúan entre 0,16 y 0,48 cm para animales con 210 y 450 kilos (Restrepo & Peña, 2012).

2.3 Rendimiento cárnico y componentes de la canal del búfalo

El rendimiento en canal de los bovinos y los bufalinos siempre se ven afectados por los despojos (ver la Tabla 3). El porcentaje del rendimiento de la canal de machos oscila entre el 50% y el 53 %, y en hembras es del 49% al 51%; estos porcentajes se ven afectados por el peso de los despojos.

Tabla 3. Principales componentes del cuerpo del búfalo

Componentes	Peso al sacrificio 450 Kg PV		Peso al sacrificio 500 Kg KG	
	Kg	%	Kg	%
Contenido gastrointestinal	54,3	13.2	74,7	14.9
Peso corporal vacío	390,7	86.8	425,3	85.1
Cabeza, patas, cuero	87,79	19.5	95,56	19.1
Visceras rojas	11,09	2.26	12,08	2,42
Visceras blancas	21,49	4.77	23,39	4,68
Canal	222,5	49,44	247,2	50

Fuente: Méndez & De Lima (2011)

Además, en el desposte de las canales todos los cortes tienen un porcentaje los cuales se dividen en cortes de primera, segunda, tercera y cortes industriales (ver la Tabla 4).

Tabla 4. Peso y rendimiento de cortes

Componentes	Peso al sacrificio		Rendimiento promedio %
	450 Kg PV	500 Kg KG	
	Kg	Kg	
Paleta completa	37,7	41,9	16,95
Acem completo	51,4	57,1	23,12
Delantero total	89,1	99	40,07
Alcatra completo	45,8	50,9	20,59
Coxao completo	59	65,5	26,51
Trasero especial	104,8	116,4	47,1
Costillar	28,5	31,7	12,83
Trasero total	133,3	148,1	59,93

Fuente: Méndez & De Lima (2011)

En la Tabla 5 se describe el rendimiento de los animales con diferentes pesos de sacrificio siendo mayor el porcentaje de músculo en los animales con el peso de 450 kg y a su vez con menor engrasamiento.

Tabla 5. Características y rendimientos del peso vivo de los búfalos

Parametros	Peso vivo a la hora de sacrificio Kg			
	450	480	510	540
Musculo %	53,4	52,5	51,6	50,8
Grasa %	30	31,3	32,6	33,9
Hueso %	16,6	16,2	16,1	15,3
Musculo , Hueso	3,25	3,28	3,30	3,32
Musculo , Grasa, Hueso	5,08	5,24	5,40	5,56
Conformacion puntos	9,2	10,4	10,7	10,7
Madurez fisiologica	12,6	12,5	12,5	12,7

Fuente: Méndez & De Lima (2011)

2.4 Consumo de carne de búfalo en Bogotá

En la actualidad el consumo de la carne de búfalo en Bogotá se centra en los almacenes de cadena por ejemplo: Carulla, Éxito, Jumbo, Pomona, entre otros. Todos ubicados en el norte de la capital ya que la carne requiere tener un poder adquisitivo alto, también se tienen un déficit de oferta grande lo cual no satisface la demanda de los almacenes de cadena.

Igualmente la carne de búfalo se vende por medio de restaurantes con la modalidad de derivados como son las hamburguesas, salchichas, chorizos entre otros (Bustamante, 2010).

Las cifras del consumo de la carne de búfalo son muy relativas ya que hasta el momento y por la poca comercialización de la misma se están incorporando a las cifras de la carne de res. Para el año 2010 se registró que el consumo de la carne de búfalo fue del 10% más de lo que se registra dentro de la carne de res, es decir un 1.7 kg per cápita (Bustamante, 2010). Según Fedegan “Colombia tiene un consumo per cápita de carne de res del 19,3 kg en el año 2014” (2015;1). Del consumo nacional, Bogotá es la ciudad donde más carne de búfalo se comercializa y así mismo se consume en restaurantes (Suárez, 2015).

Es por lo mismo que se puede identificar que el posicionamiento de la carne de búfalo en el mercado actual es tan solo de un 10% y se debe incrementar las acciones que fortalezcan sus debilidades comerciales (Bustamante, 2010); además, en el país se cuenta con aproximadamente 325.485 cabezas (Buelvas, 2013) respecto a países como Brasil que cuenta con 3 millones e India con 94 millones (Fedegán, 2012).

3. Metodología

3.1 Tipo de estudio

Se desarrolló un estudio de tipo descriptivo dado que se buscó evaluar la relación de medidas de composición corporal (músculo y grasa dorsal) tomadas con ultrasonido con el rendimiento de cuarto delantero y cuarto trasero de canales de búfalos (machos castrados y hembras) sacrificados en un frigorífico de la ciudad de La Dorada (Caldas).

3.2 Ubicación del proyecto

El estudio se desarrolló en el Frigorífico Friogan, ubicado en La Dorada (Caldas), región del Magdalena Medio. Este municipio está ubicado a 178 msnm, cuenta con una temperatura media de 30°C que sobrepasa los 35°C en época de verano y una humedad relativa del 75% y 80%, la precipitación media es de 2.152,1 mm anuales.

3.3 Definición del universo y muestra

- Universo: el inventario de Colombia aproximadamente es de 327.485 cabezas de búfalos (Buelvas, 2013) y en la región del Magdalena Medio la cifra promedio es de 20.000 reces (Fedegán, 2013).
- Muestra: los ejemplares objeto de investigación se escogieron según el método

probabilístico dando como resultado a 22 búfalos cebados (16 machos castrados y 6 hembras de descarte) pertenecientes a la empresa Bubulus que comercializa búfalos en la zona del Magdalena Medio; dichos ejemplares provenían de una finca en Yondó (Antioquia).

Los criterios de inclusión para efectos del presente estudio fueron: debían ser búfalos que se encontraran dentro de la planta del Frigorífico Friogan porque la toma de los datos se debía realizar in situ; fueron ejemplares mestizos principalmente de tipo racial Murrah y Mediterráneo; los animales fueron cebados en pastoreo: estrella (*Cynodon plectostachium*); se estimó por cronometría dentaria que los animales al sacrificio debían encontrarse en edades superiores a los 3 años.

Los criterios de exclusión fueron: no se tuvo en cuenta a machos enteros, búfalas en producción, se excluyeron ejemplares en cuarentena dado que se sólo se incluyeron aquellos que estuvieran listos para el sacrificio.

3.4 Variables

Las medidas experimentales que se incluyeron como variables y categorías de estudio fueron las siguientes:

- Variable independiente: peso al sacrificio (Kg) (PSF) el cual incluye los valores de masa grasa y magra magra.

- Variables dependientes: área de ojo de lomo (AOL), espesor de grasa dorsal (EGD), espesor de grasa de anca (EGA), espesor del glúteo medio (EGM), peso canal caliente (Kg) (PCC), rendimiento en canal (kg) (RC), rendimiento cuarto delantero (hasta la 5ta costilla) (RCD), rendimiento cuarto trasero (RCT).

3.5 Técnicas y procedimientos

- Medidas ante-mortem: se evaluó el peso de los animales siendo pesados en el frigorífico. Estos animales fueron sacrificados en el Frigorífico Friogan de La Dorada en el segundo semestre de 2014. Se tomaron las medidas de peso ante-mortem, y las medidas ecográficas área de ojo de lomo (AOL) y espesor de grasa dorsal (EGD) y del anca (EGA) usando ecógrafo Easote-Piemedical con sonda de 18 cm y transductor de 3,5 mhz. Los datos se consignaron en un formato diseñado para tales efectos (ver el Anexo A). Las medidas fueron grabadas en memoria y luego interpretadas con software ODT (Óptica data transfer) por un profesional entrenado para dicha técnica.

- Medidas post-mortem: los animales a evaluar se identificaron en el orden de entrada en el rampa, previo al área de sacrificio según su numeración; igualmente se tomaron medidas luego del sacrificio y las medias canales se pesaron para obtener el peso de la canal caliente. Se asumió la asimetría de la canal para obtener el rendimiento, por lo cual los resultados de esta variable se presentan para la canal completa.

Posteriormente las canales se trasladaron y se almacenaron en una cava a una temperatura de 4°C durante 24 horas hasta su evaluación.

Las canales frías se dividieron según el corte longitudinal para obtener mitades de derecha a izquierda de cada una. Se registró el peso respectivo luego del cuarteo; se tomaron los pesos del cuarto delantero y trasero (ver el Anexo B). El cuarteo se realizó según lo descrito por Huerta et. al. (1997) como se observa en la reseña fotográfica del Anexo C.

3.6 Hipótesis

H1: Con el uso de medidas de musculo y grasa tomadas por ultrasonido es posible estimar el peso de la canal caliente y el rendimiento cárnico de los bufalinos cebados en la región del Magdalena Medio.

3.7 Análisis estadístico

Para analizar las medidas se utilizó la estadística descriptiva para medidas de peso, medidas ultrasonográficas y medidos en canal (promedios: PROM y Desviación Estándar: DS).

Se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% para las medidas de la canal para machos y hembras.

Se realizó análisis de correlación múltiple para las variables in vivo y en canal postmortem. Dicho análisis estadístico bivariado se realizó utilizando software SPSS versión 3.2. Se analizaron sólo las variables que presentaron un $p < 0,01$.

4. Resultados y discusión

A continuación se describen los resultados teniendo en cuenta las convenciones descritas en la Tabla 1. En la Tabla 6 se incluyen los datos de los 22 ejemplares objeto de estudio.

Tabla 6. Promedio y desviaciones para características de la canal en toda la muestra

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
peso (Kg)	22	345,00	593,00	483,0909	61,82303
pcc (Kg)	22	174,00	306,80	243,7273	35,39893
rc (%)	22	48,00	54,00	50,4091	1,59341
pcf (Kg)	22	171,00	304,50	241,1545	34,88293
rcd (Kg)	22	87,80	163,20	127,9550	18,93420
rct (Kg)	22	83,23	144,00	111,7636	15,60570
egm (cm)	22	4,99	7,39	6,4486	,58025
aol (cm ²)	22	30,80	50,40	40,0886	5,83010
egd (cm)	22	,33	,76	,4182	,09762
ega (cm)	22	,65	1,55	1,0014	,20587
N válido (por lista)	22				

Fuente: Álvarez (2016)

En la Tabla 7 se observan los resultados de la muestra de 6 hembras bufalinas.

Tabla 7. Promedio y desviaciones para características de la canal en hembras bufalinas

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
peso (Kg)	6	345,00	519,00	411,8333	58,79597
pcc (Kg)	6	174,00	265,20	205,0000	31,84161
rc (%)	6	49,00	51,00	50,0000	,89443
pcf (Kg)	6	171,00	261,60	203,1667	31,01159
rcd (Kg)	6	87,80	140,20	107,5683	17,44561
rct (Kg)	6	83,23	121,41	95,6167	13,73719
egm (cm)	6	4,99	7,27	6,3117	,81634
aol (cm ²)	6	30,80	41,50	35,2917	4,16207
egd (cm)	6	,33	,76	,4333	,16573
ega (cm)	6	,76	1,55	1,0200	,33746
N válido (por lista)	6				

Fuente: Álvarez (2016)

En la Tabla 8 se describen los resultados de la muestra de 16 machos bufalinos.

Tabla 8. Promedio y desviaciones para características de la canal en machos bufalinos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
peso (Kg)	16	460,00	593,00	509,8125	37,49528
pcc (Kg)	16	220,80	306,80	258,2500	24,32003
rc (%)	16	48,00	54,00	50,5625	1,78769
pcf (Kg)	16	218,40	304,50	255,4000	24,27509
rcd (Kg)	16	115,60	163,20	135,6000	13,10979
rct (Kg)	16	100,80	144,00	117,8188	11,60392
egm (cm)	16	5,78	7,39	6,5000	,48878
aol (cm ²)	16	33,00	50,40	41,8875	5,39961
egd (cm)	16	,34	,57	,4125	,06372
ega (cm)	16	,65	1,18	,9944	,14555
N válido (por lista)	16				

Fuente: Álvarez (2016)

- **Peso al sacrificio:** en este estudio se encontró que el peso al sacrificio fue mayor en machos (509 kg) respecto al de las hembras (411 kg); al comparar estos hallazgos con los reportes de literatura es importante tener en cuenta que los valores suelen variar en cada estudio, dependiendo de la edad, las características y el peso de sacrificio del animal. Por ejemplo Merle et. al. (2004) en su estudio realizado en Venezuela encontraron un peso promedio de 469 kg por búfalos machos sin castrar, valor inferior al encontrado en la presente investigación con ejemplares castrados. Andrighetto et. al. (2009) realizaron un estudio en Brasil con búfalos castrados de la raza Murrah indicando un peso promedio de 392 kg, valor que incluso es inferior a los datos arrojados del estudio de Merle et. al. (2004).

Sin embargo, se encontró que en un estudio desarrollado por Restrepo & Peña (2012) en la misma región de la presente investigación (Magdalena Medio: Puerto Salgar) con búfalos

machos pero no en etapa de sacrificio, se indicó un peso promedio de 413 kg, el cual se asemeja más con el estudio desarrollado en Brasil por Andrighetto et. al. (2009), lo cual indica que los ejemplares de la presente investigación se sacrifican generalmente con un peso mayor.

- **Peso en la canal caliente:** los valores reportados en la presente investigación del peso canal caliente de machos (258 kg) respecto al peso en hembras (205 kg) cifra que resulta similar a la reportada en el estudio de Merle et. al. (2004) lo cual sugiere que en Venezuela se sacrifican ejemplares machos con un menor peso en la canal caliente equiparándose al peso de las hembras colombianas. Esta circunstancia nuevamente demuestra que las características para sacrificar un animal dependen de los requerimientos comerciales de este producto, el cual varía por países. Igualmente se encontró que los valores en esta variable son superiores a reportados por el estudio de Fundora, Quintana & González (2004) en La Habana con machos de peso vivo de 474 kg y un peso en la canal caliente de 204.4 kg, dado que en la presente investigación se destaca un peso vivo de 483 kg y un peso en la canal de 243 kg indicando que a pesar de, que tanto en Cuba como en el país el peso vivo sólo difiere en 9 kg, en Colombia los ejemplares tienen un mayor porcentaje cárnico implicando un mayor peso de comercialización, lo cual podría atribuirse a mejoras genéticas o a un sistema de alimentación de mayor calidad, significando una ventaja competitiva para el agro del país.

- **Rendimiento en canal:** el promedio de rendimiento en canal encontrado en la presente investigación osciló entre el 50% para machos y 50% para hembras siendo similar al reportado en el estudio de Fundora, Quintana & González (2004) y a los hallazgos de Méndez & De Lima (2011), pero inferiores a los reportados por Merle et. al. (2004). En Argentina por Rébak et. al. (2010) los rendimientos de la canal en búfalos son más bajos que los de los bovinos ya

que el peso de los despojos (piel, cabeza, cuernos y sebo) afectan directamente el rendimiento en canal de los búfalos.

- **Peso canal fría:** los pesos de la canal fría encontrados en la presente investigación entre machos (255 kg) y hembras (203 kg) demostraron un mayor rendimiento en el grupo de machos teniendo en cuenta que los dos grupos estuvieron el mismo tiempo en el cuarto frío a una temperatura de 3°C; esto se debe a que los machos fueron más pesados que las hembra en el momento del sacrificio. De esta forma en el lote de hembras los resultados fueron similares al reportado por Fundora, Quintana & González (2004) en La Habana.

- **Rendimiento cuarto delantero y cuarto trasero:** el rendimiento promedio del cuarto delantero para búfalas fue de 107 kg (52%) con una DS de $\pm 17,44$ kg (89.56-124.44 kg), diferencia que se debe al peso de algunas búfalas el cual fue mucho mayor al de otras (ver Tabla 12, Anexo B) el rendimiento promedio de corte delantero para machos fue de 135 kg (53%) con una DS de $\pm 13,10$ kg (121.90-148.10 kg) siendo menor al de las hembras ya que el grupo de macho su peso fue más homogéneo al de las hembras. El estudio realizado por Ramírez et. al. (2010) en Cuba determinó un rendimiento de 76.6 kg de carne de segunda (equivalente a cortes delanteros) para búfalos sacrificados de 527 kg. Estas diferencias pueden ser atribuidas al tipo racial y a la clasificación de cortes de canal propias de cada país.

Además, en el rendimiento de cuarto trasero para las hembras el promedio fue de 95 kg con una DS de $\pm 13,75$ kg (81.25-108.75 kg) en el rendimiento para machos para cuarto trasero el promedio fue de 117 kg con una DS de $\pm 11,60$ kg (105.4-128.6 kg). El estudios de Ramírez et. al. (2010) en Cuba encontró un rendimiento de 88.7 kg de carne de primera (equivalente a

cortes de pierna y lomo) para búfalos sacrificados de 527 kg. Estas diferencias pueden ser atribuidas al tipo racial y a la clasificación de cortes de canal propias de cada país. Según Ramírez et. al. (2010) las diferencias del rendimiento en canal en búfalos pueden ser atribuibles al peso de los huesos, cuernos, cuero por tal razón estos autores recomiendan el descorne (Valladares et. al., 2007) o topizada (Lee et. al., 2005) de los animales a una edad temprana para aumentar el rendimiento en la canal.

- **AOL**: en esta variable y como se aprecia en la Tabla 2 todos los autores reportan diferentes resultados para la medida de AOL destacándose que ninguno coincide con los hallazgos de la presente investigación donde se encontró que para los machos el promedio fue de 41.88 cm^2 y la DS de $\pm 5.39 \text{ cm}^2$ ($36.49-47.24 \text{ cm}^2$), y para las hembras el promedio fue de 35.29 cm^2 y la DS de $\pm 4.16 \text{ cm}^2$ ($31.13-39.45 \text{ cm}^2$). Cabe resaltar que este valor se ve afectado con la edad y el peso del animal al momento del sacrificio dado que, según el estudio de Restrepo & Peña (2012) en ejemplares de Puerto Salgar se encontraron valores de 39.02 cm^2 en machos con un peso promedio de 413 kg. El estudio de Rébak et. al. (2010) desarrollado en Argentina en un grupo de búfalos machos encontró que esta medida fue en promedio de 50.26 cm^2 en animales con un peso promedio 440 kg de peso vivo, valor superior al encontrado en la presente investigación pese a que los ejemplares colombianos se sacrifican con mayor peso, lo cual indica que el contenido de grasa en AOL es menor respecto a los ejemplares argentinos, ventaja competitiva para el productor colombiano, porque actualmente la tendencia del consumidor se dirige a la "búsqueda de carne de tejido muscular con buen marmoreo y poco tejido adiposo" (Méndez & De Lima, 2011;10).

- **EGD:** los valores de engrasamiento en animales suelen variar dependiendo de la edad, sexo, raza y alimentación. En esta variable el estudio de Restrepo et. al. (2010) desarrollado en la región de Puerto Salgar se encontraron valores menores en EGD en dos grupos de búfalos donde el peso promedio osciló entre 334 y 413 kg, y el EGD osciló entre 0.25 y 0.37 cm; valores que se encuentra por debajo de los encontrados en el presente estudio dado que en el grupo de búfalas se obtuvo mayor EGD de 0.43 cm para las búfalas y de 0.41 cm para los búfalos donde el peso Ppromedio fue de 411 kg para las hembras y 509 kg para los machos. El espesor de grasa dorsal es muy importante en el momento del sacrificio, ya que si en esta área hay mayor cantidad de grasa la protección de los cortes de primera (lomos anchos o chatas y lomo fino) no se va ver afectada por las bajas temperaturas de las cavas. Esta grasa se ve afectada en el momento del retiro de la piel por ello, en esta investigación se estuvo muy en cuenta el paso de la despieladora a fin de dejar la mayor cantidad de EGD en la canal buscando proteger "los cortes de primera, los cuales tienen un mayor valor comercial y son los más apetecidos por el consumidor "(Méndez & De Lima, 2011;12).

- **EGA:** en esta investigación se encontró una diferencia entre los dos grupos de animales, donde las búfalas con un peso menor que los búfalos obtuvieron 1.02 cm de EGA y el valor observado en el grupo de búfalos fue de 0.14 cm; esta diferencia se debe a la condición sexual y hormonal ya que las hembras tienden a tener mayor cantidad de grasa en esa área que los búfalos (Botero, 2012).

De otra parte, en la Tabla 9 se aprecia los resultados de la prueba de comparación de medidas para las variables de la canal

Tabla 9. Prueba de comparación de medidas para las variables de la canal

Variable	PV	PCC	PCF	RCT	RCD	AOL	EGM	EGD	EGA
Valor t	0,0001	0,0004	0,37	0,0001	0,0005	0,01	0,25	0,33	0,4
Significancia	**	**	NS	**	**	*	NS	NS	NS

Fuente: Álvarez (2016)

Para las variables PV, PCC, RCT, RCD y AOL se encontraron diferencias significativas, lo cual era totalmente esperable al comparar machos y hembras ya que los machos presentan mayor desarrollo muscular y mayor peso en sus tejidos. Para las medidas de grasa EGD y EGA no se encontraron diferencias significativas, ya que el engrasamiento depende de la dieta, edad y el peso de comercialización de los animales. En la Tabla 10 se observa las correlaciones de las variables objeto de estudio.

Tabla 10. Correlaciones entre variables

		PESO	PCC	PCF	RCD	RCT	EGM	AOL	EGD	EGA
PESO	Correlación de Pearson	1	,975**	,975**	,966**	,960**	,303	,592**	,453*	,350
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,170	,004	,034	,110
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22
PCC	Correlación de Pearson	,975**	1	,999**	,991**	,982**	,253	,544**	,450*	,309
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,256	,009	,036	,162
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22
PCF	Correlación de Pearson	,975**	,999**	1	,991**	,984**	,262	,557**	,446*	,328
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,240	,007	,037	,136
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22
RCD	Correlación de Pearson	,966**	,991**	,991**	1	,953**	,217	,513*	,429*	,369
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,331	,015	,046	,091
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22
RCT	Correlación de Pearson	,960**	,982**	,984**	,953**	1	,305	,592**	,483*	,290
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000		,167	,004	,023	,190
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22
EGM	Correlación de Pearson	,303	,253	,262	,217	,305	1	,441*	,137	-,090
	Sig. (bilateral)	,170	,256	,240	,331	,167		,040	,543	,692
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22
AOL	Correlación de Pearson	,592**	,544**	,557**	,513*	,592**	,441*	1	,061	,160
	Sig. (bilateral)	,004	,009	,007	,015	,004	,040		,788	,476
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22
EGD	Correlación de Pearson	,453*	,450*	,446*	,429*	,483*	,137	,061	1	,601**
	Sig. (bilateral)	,034	,036	,037	,046	,023	,543	,788		,003
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22
EGA	Correlación de Pearson	,350	,309	,328	,369	,290	-,090	,160	,601**	1
	Sig. (bilateral)	,110	,162	,136	,091	,190	,692	,476	,003	
	N	22	22	22	22	22	22	22	22	22

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colar).

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colar).

Fuente: Álvarez (2016)

Para el análisis de peso se obtuvo una correlación significativa con la mayoría de las variables PCF, RCD, RCT, AOL dado que se descartaron aquellas variables que no presentaron diferencias estadísticamente significativas para la presente investigación, y en dichas variables los resultados fueron los esperados debido al peso de los tejidos muscular y

adiposo.

El peso canal caliente obtuvo una correlación significativa con PS, PCF, RCD, RCT y AOL, lo cual significa que este aspecto resulta muy positivo especialmente en la relación de PS con RCD y RCT por la cantidad de masa magra que puede aprovechar el productor.

El peso canal fría obtuvo una correlación media con RC y una correlación significativa con RCD y RCT ya que estos valores estuvieron cercanos a 1, lo cual indicó que la canal perdió cierto porcentaje en el peso durante el proceso de almacenamiento, siendo un efecto natural que se evidencia en el proceso de maduración de las canales.

El rendimiento cuarto delantero obtuvo una correlación media con RC, AOL y EGD demostrándose la situación antes citada.

Asimismo se evidenció una correlación alta del rendimiento cuarto delantero con PS, PSF y RCT lo cual sugiere una relación directamente proporcional porque a mayor peso de la canal, mayor es el peso estas variables.

El rendimiento cuarto trasero obtuvo una correlación media con RC, AOL y EGD, y una correlación alta con PS, PSF y RCD e igual que el anterior análisis, se confirma una relación directamente proporcional porque a mayor peso de la canal, mayor es el peso estas variables.

El espesor de glúteo medio no obtuvo correlaciones significativas con ninguna de las variables, pero se observó que sí existe una correlación media con AOL debido a que el animal presenta un crecimiento homogéneo en toda su estructura anatómica.

El área del ojo del lomo obtuvo una correlación significativa con las siguientes variables PS, PCF, RCD, RCT y EGM, siendo AOL afectada por todas las variables anteriores; estos resultados son similares a los obtenidos en el estudio de Restrepo et. al. (2012).

El espesor de grasa dorsal se correlacionó con las siguientes variables PS, PSF, RCD, RCT

y con EGA, lo cual indica una relación directamente proporcional dado que, a mayor grasa dorsal, la canal presentará mayor peso en estas variables dado que el animal presenta un crecimiento homogéneo en toda su estructura anatómica.

El engrasamiento del anca sólo obtuvo una correlación alta con EGD siendo estas dos variables de grasa altamente significativas, lo cual es esperable ya que en ellas se mide la grasa subcutánea en dos zonas anatómicas.

5. Conclusiones

En este estudio se encontró que el rendimiento en canal entre machos y hembras fue similar con el 50%, sin embargo en machos el RCD fue de 55% y el RCT fue de 45% respecto al RCD de 45% y RCT de 55% observado en las hembras, lo cual indica una conformación diferente de la canal para cada sexo.

En este estudio se encontró una correlación altamente significativa entre AOL y PCC ($p < 0.54$) y una correlación significativa entre EGD y PCC ($p < 0.45$), lo cual indica que las medidas musculares y de grasa tomadas con ultrasonido en la región dorsal se correlacionaron con el peso de la canal, ratificando el poder predictivo del ultrasonido para estimar medidas de rendimiento de la canal.

Este estudio se pudo confirmar la hipótesis de trabajo (H1) la cual establece que con el uso del ultrasonido es posible estimar el rendimiento cárnico de los bufalinos cebados en la región del Magdalena Medio.

Otras medidas tomadas con ultrasonido tales como EGA y EGM tuvieron correlaciones bajas y no significativas, indicando que no estuvieron tan fuertemente asociadas al peso de la canal.

Se encontró una correlación significativa entre AOL y RCD ($p < 0.51$) y entre AOL y RCT correlación altamente significativa ($p < 0.59$) y para las medidas de EGD también se encontró correlaciones significativas entre EGD y RCD ($p < 0.42$) y EGD y RCT ($p < 0.48$), esto indica que las medidas estuvieron directamente asociadas al peso de la canal.

6. Recomendaciones

El ultrasonido es una técnica recomendada para determinar la composición corporal de las especies con un fin cárnico, dado que tiene la capacidad de guiar al productor según las características y necesidades del mercado en producción cárnica, y por lo tanto se sugiere su uso continuo para las empresas agropecuarias que deseen obtener mayores rendimientos y/o deseen conocer en qué etapa fisiológica el animal va a dar mejores resultados a nivel cárnico.

Sería recomendable continuar con estudios de evaluación del potencial productivo de carne de búfalo en Colombia utilizando la técnica de ultrasonido, ya que se encontraron altas correlaciones con las medidas de la canal; para tales efectos se sugiere que en estudios futuros se evalúen poblaciones más grandes y de la especie en diferentes regiones del trópico colombiano, ya que no se tiene mucha información al respecto.

En este sentido igualmente se recomienda a la academia incentivar este tipo de investigaciones dado el bajo porcentaje de publicaciones actualizadas que se encuentran no solo a nivel local sino nacional.

Para tales efectos se deben profundizar más sobre el tema del rendimiento cárnico en búfalos según tipos raciales o biotipos de carne y doble propósito, teniendo en cuenta el rendimiento en cortes, despojos (sebo, cachos, patas, y piel).

Igualmente se sugiere que en investigaciones futuras se evalúen muestras con animales de ambos sexos dado que la discusión de la presente investigación se dificultó porque la gran mayoría de los estudios publicados en bases de datos y portales científicos, incluyen poblaciones de búfalos machos y es muy escasa la información de la que se dispone en lo que se refiere a las características cárnicas de las hembras.

Referencias

- Andrighetto C, André J, Da Costa R, Oliveira T, Rodrigues E & De Beni M (2009). Relação entre medidas ultrassônicas e da carcaça de bubalinos Murrah abatidos em diferentes períodos de confinamento. *Rev. Bras. Zootec*;38(9):1762-1768. Recuperado el 10 de noviembre de 2015 de <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n9/18.pdf>.
- Agropecuaria Matalarga (2014). Búfalo de agua. Recuperado el 6 de agosto de 2015 de http://www.ecured.cu/B%C3%BAfalo_de_agua.
- Almaguer Y (2007). El búfalo, una opción de la ganadería. *Redvet*,8(8):1-23. Recuperado el 22 de noviembre de 2014 de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807/080709.pdf>.
- Angulo R (2005). Quality characteristics of buffalo and cattle carcasses commercialized in Medellin, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*;7(19):1-7. Recuperado el 20 de septiembre de 2013 de <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/angu17103.htm>.
- Artime C, Villa A, Cañón J & Baro J (2007). Use of ultrasounds for prediction of carcass value in asturiana beef cattle calves. *Arch. Zootec*;56(sup1):687-692. Recuperado el 6 de febrero de 2016 de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2928153.pdf>.

Asociación Argentina de Criadores de Búfalos (2006). Carne de búfalo: la proteína roja del futuro. Recuperado el 10 de octubre de 2015 de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/31-carne_leche_bufalo.pdf.

Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos (2007). Historia de los búfalos en América Latina. *Boletín UNAGA*;1-6. Recuperado el 18 de octubre de 2015 de <http://www.unaga.org.co/index.php/es/membros/asobufalos-acb>.

Astaiza G (2010). Características sensoriales, químicas y microbiológicas de la carne de búfalo. Recuperado el 8 de septiembre de 2015 de <http://tecnologiácarnicos.blogspot.com.co/2010/04/caracteristicas-sensoriales-quimicas-y.html>.

Atencio A, Huerta N, Rodas A & Jerez N (2007). Yield prediction of boneless cuts, bone and fat trimmings from water buffaloes in Venezuela. *Pesq. Agropec. Bras*;42(12):1801-1809. Recuperado el 4 de octubre de 2015 de <http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n12/a19v4212.pdf>.

Berdugo J (2012). *Presente y futuro de la producción bufalina*. Medellín: Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos.

Botero C (2012). Reglamento para evaluaciones genéticas de búfalos comerciales tipo carne (trabajo de grado). *Corporación Universitaria Lasallista*;1-32. Recuperado el 26 de

octubre de 2015 de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/403/1/Reglamento_evaluaciones-geneticas_bufalos.pdf.

Botero R (2015). Características del búfalo. Recuperado el 28 de enero de 2016 de http://www.bufalosbelterra.com/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=37.

Bruin C (2012). Razas de búfalos. Recuperado el 4 de octubre de 2015 de <http://www.abc.com.py/articulos/razas-de-bufalos-113877.html>.

Buelvas J (2013). Programa de vacunación de Fedegán. *Blog Vanguardia Liberal*;1-3. Recuperado el 29 de septiembre de 2015 de <http://www.vanguardia.com/santander/barrancabermeja/192556-ganado-bufalino-sigue-en-auge-en-el-magdalena-medio>.

Bustamante A. (2010). Posicionamiento de la carne de búfalo en el mercado de Bogotá frente a los otros tipos de carnes (trabajo de grado). *Universidad de La Salle*;1-38. Recuperado el 7 de agosto de 2015 de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5141/T12.10%20B968p.pdf?sequence=1>.

Cedres, J (2002). Composición química y características físicas de la carne de búfalos. Recuperado el 14 de diciembre de 2014 de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/04-Veterinarias/V-040.pdf>.

- Corpoica (2011). Acciones Corpoica. Recuperado el 15 de noviembre de 2015 de http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Ola_Invernal/Documentos/Introduccion.pdf.
- FAO (2005). La ganadería extensiva destruye los bosques tropicales en Latinoamérica. Recuperado el 16 de enero de 2015 de <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2005/102924/index.html>.
- Fedegán (2012). Búfalos, una ventaja productiva para Colombia. *Blog CONtexto Ganadero*;1-2. Recuperado el 17 de septiembre de 2015 de <http://www.fedegan.org.co/noticias/bufalos-una-ventaja-productiva-para-colombia>.
- Fedegán (2013). Ganado bufalino sigue en auge en el Magdalena Medio. *Blog Vanguardia Liberal*;1-3. Recuperado el 29 de septiembre de 2015 de <http://www.vanguardia.com/santander/barrancabermeja/192556-ganado-bufalino-sigue-en-auge-en-el-magdalena-medio>.
- Fedegán (2014). Búfalos: una ventaja productiva para Colombia. *Contexto Ganadero*;1(15):21-24. Recuperado el 5 de octubre de 2015 de <http://www.fedegan.org.co/noticias/bufalos-una-ventaja-productiva-para-colombia>.
- Fedegán (2015). Consumo de carne de res bajó 2,2 % durante 2014 en Colombia. *Blog Fedegán*;1-3. Recuperado el 29 de agosto de 2015 de <http://www.contextoganadero.com/economia/consumo-de-carne-de-res-bajo-22-durante-2014-en-colombia>.

Finagro (2008). Búfalos. Recuperado el 10 de octubre de 2015 de https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/3.ganaderia_produccion.docx.

Fundora O, Quintana F & González M (2004). Comportamiento y composición de la canal de búfalos de ríos alimentados con una mezcla de pasto estrella pastos naturales y leguminosas. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*;3(1):43-46. Recuperado el 19 de septiembre de 2015 de <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193017870007.pdf>.

Huerta N, Rodríguez R, Vidal A & Jerez N (1997). Características cárnicas de búfalos de agua vs vacunos acabados. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*;5(1)574-57. Recuperado el 11 de junio de 2014 de <http://www.avpa.ula.ve/congresos/ALPA97/TI08.pdf>.

Joachín S (2008). Efecto de la inseminación artificial a tiempo fijo utilizando dispositivos intravaginales de progesterona, sobre la tasa de preñez en búfalas. Recuperado el 11 de octubre de 2015 de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1133.pdf.

Lee J, Yoo Y, Park B, Chae H, Hwang I & Choi Y (2005). A research note on predicting the carcass yield of Korean native cattle (Hanwoo). *Meat Science*;69(3):583-587. Recuperado el 3 de octubre de 2015 de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174004002402>.

Lorenzo J (2014). Dinámica del peso en búfalos (*bubalus bubalis*) desde el nacimiento hasta los dieciocho meses (trabajo de grado). *Universidad Nacional Experimental Sur de Lago*;1-52. Recuperado el 6 de agosto de 2014 de <http://www2.unesur.edu.ve/serbiunesur/images/tesis/ingenieria/dinamica.pdf>.

Luna L (2009). Carne de búfalo "calidad". Recuperado el 19 de octubre de 2015 de <http://tegcarnicos.blogspot.com.co/2009/10/carne-de-bufalo-calidad.html>.

Marín A, Montoya A, Martínez E, Cardona H & Moreno M (2010). Caracterización genética del búfalo Colombiano. Recuperado el 12 de septiembre de 2015 de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/89-genetica_colombia.pdf.

Méndez A & De Lima C (2011). Evaluación de canales y calidad de la carne de búfalo. Recuperado el 22 de noviembre de 2013 de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835760.pdf>.

Merle S, Sencleer J, Rodas A, Gonzalez J, Mansutti D & Huerta (2004). Comparación de machos enteros búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) Vs, vacunos acebuados en características al sacrificio, de la canal, rendimiento carnicero y palatabilidad del longissimus. *Arch. Latinoam. Prod. Animal*;12(3):112-120. Recuperado el 10 de noviembre de 2015 de <http://www.bioline.org.br/pdf?la04014>.

- Morales A & Pineda M (2010). Aprovechamiento de carne de los cortes de baja comercialización de búfalo y de res, aplicando la deshidratación como método de conservación para prolongar su vida útil (trabajo de grado). *Universidad de La Salle*;1-144. Recuperado el 10 de octubre de 2015 de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16049/T43.09%20M792a.pdf?sequence=2>.
- Morales S, Rodríguez N, Vásquez J & Olivera M (2014). Influence of milking practices on somatic cell count (SCC) and colony forming units (CFU) in buffalo milk. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*;17(1):189-196. Recuperado el 20 de noviembre de 2015 de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n1/v17n1a21.pdf>.
- Olarte M (2011). Búfalos como triple propósito. Recuperado el 4 de octubre de 2015 de <http://bufaloscomotripleproposito.blogspot.com.co/>.
- Patiño E (2004). El búfalo: clasificación zoológica y origen. Recuperado el 4 de octubre de 2015 de http://www.veterinaria.org/asociaciones/vet-uy/articulos/artic_notrad/002/notrad002.htm.
- Patiño E (2004). Factores que afectan la composición físico química de la leche de búfalos *bubalus bubalis* en el nordeste argentino. Recuperado el 4 de octubre de 2015 de www.infogranjas.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=784:factores-que-afectan-la-composicion-fisico-quimica-de-la-leche-de-bufalos-bubalus-bubalis-en-el-nordeste-argentino&catid=385:bovinos&Itemid=279.

- Patiño E (2012). El búfalo: clasificación, origen y situación en América. Recuperado el 4 de octubre de 2015 de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/54-bufalo.pdf.
- Perkins T, Green R & Hamlin K (1992). Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*;70(4):1002-1010. Recuperado el 19 de septiembre de 2013 de <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/70/4/1002>.
- Piedrahíta A (2014). Evaluación financiera del negocio de cría y producción de leche de búfalo en la Finca El Porro. Recuperado el 27 de enero de 2015 de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5085/AnaMar%C3%ADaPiedrahitaCalder%C3%B3n_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- Ramírez B, Verdecia D, Font H, Leyva L, Ramírez Y (2010). Canal performance in river buffaloes (*Bubalus bubalis*) and mixed racial bovines (*Bos indicus* x *Bos taurus*) in the Bayamo Municipality. *Revista Electrónica de Veterinaria*;17(7):1-10. Recuperado el 6 de octubre de 2015 de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070710/071016.pdf>.
- Rébak, G., Capellari A, Rivolta Y & Alarcón, A. (2010). Exploratory study of ultrasound on properties of meat in buffaloes in the northeast of Argentina. *Revista Veterinaria*;21(sup.1):508-510. Recuperado el 20 de septiembre de 2015 de

<http://www.cabdirect.org/abstracts/20103164229.html;jsessionid=97AF5E02EF8254D9DAB0747A1142B6F2>.

Restrepo F & Peña L (2012). *Evaluación de crecimiento y medidas de musculo y grasa en la ceba de búfalos en la Hacienda Berlín de Puerto Salgar (C/marca)* (trabajo de grado). Bogotá: Universidad de La Salle;1-62.

Rey J & Gualdrón L (2011). Evaluation of the substitution of animal fat by vegetable fat in the manufacture of a heat processed buffalo (*Bubalus bubalis*) meat sausage. *Información Tecnológica*;2(2):43-54. <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v22n2/art06.pdf> Recuperado 10 de octubre de 2015 de <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v22n2/art06.pdf>.

Riaño A & Sierra C (2007). Evaluación del comportamiento de los rendimientos en canal carne, hueso y grasa de los cruces comerciales bovinos participantes en los concursos de ganado cebado realizados en Colombia (trabajo de grado). *Universidad de La Salle*;37-50. Recuperado el 23 de septiembre de 2013 de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6685/13001050.pdf?sequence=1>.

Rodríguez M, Urdapilleta J, Tarauco G & Baraona R (2011). Uso del ultrasonido en tiempo real (UTR) en la producción de carne bovina. Bogotá: Corpoica.

Sanint J (2006). Pasado, presente y futuro del búfalo en Colombia. En *Memorias del III Simposio Búfalos de las Américas*. Medellín: Asociación Colombiana de Criadores de

Búfalos.

Silva A (2011). Comparación del ganado vacuno con el ganado bufalino, en cuanto a calidad en la producción y adaptación en Venezuela (ultima parte). Recuperado el 4 de octubre de 2015 de <http://producciondebufalosenvenezuela.blogspot.com.co/>.

Suárez A (2015). Panorama del consumo de carnes en Colombia en la última década. *Blog Revista Semana*;1-7. Recuperado el 9 de agosto de 2015 de <http://www.contextoganadero.com/economia/panorama-del-consumo-de-carnes-en-colombia-en-la-ultima-decada>.

Torres E (2009). Búfalos: una especie promisor. Recuperado el 18 de septiembre de 2013 de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/69-Bufalos_peru.pdf.

Wilson D (1992.) Application of ultrasound for genetic improvement. *J. Anim. Sci*:70(3):973-983. Recuperado el 6 de febrero de 2016 de <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/70/3/973>.

Zicarelli L (2006). Buffalo calf weaning and production. En *Memorias del III Simposio Búfalos de Las Américas*. Medellín: Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos.

Anexo A. Modelo del instrumento de recolección de datos

RELACIÓN DE MEDIDAS DE MÚSCULO Y GRASA DORSAL TOMADAS CON ULTRASONIDO CON EN EL RENDIMIENTO EN CANAL DE BÚFALAS Y MACHOS CASTRADOS

Formato de recolección de la información

Fecha (D/M/A): _____ Hora: _____

Numero del animal	PV	PCC	RC	PCF	RCD	RCT	EGM	AOL	EGD	EGA
	Kg	Kg	%	Kg	Kg	Kg	cm	Cm2	cm	cm

Observaciones:

Datos tomados por: Álvarez S. (2014).

Anexo B. Descripción pormenorizada de los datos obtenidos en el estudio

Tabla 11. Valores de medidas ante y post-mortem de la muestra

numero del animal	peso vivo k	peso canal	rendimiento	peso canal	cuarto	cuarto	espesor de	ADL cm ²	grasa	grasa de
		caliente kq	en canal	fria kq	delantero	trasero	gluteo medio		dorsal	anca cm
3056	345	174	50%	171,0	87,80	83,23	6,73	33,57	0,33	0,76
3057	519	265,2	51%	261,6	140,20	121,41	6,72	38,31	0,76	1,55
3058	428	210,2	49%	207,0	107,80	99,21	7,27	36,16	0,43	0,76
3059	395	190	50%	195,6	103,40	92,21	6,41	41,5	0,33	1,31
3060	391	190,6	49%	187,8	101,00	86,83	4,99	31,41	0,41	0,98
3061	393	200	51%	196,0	105,21	90,81	5,75	30,8	0,34	0,76
3145	488	245	50%	241,0	131	107,00	6,1	46,1	0,34	1,07
3146	528	265,8	50%	262,2	140,20	122,20	6,29	42,5	0,45	1,08
3147	558	304	54%	300,0	163,20	135,00	6,18	36,8	0,45	1,08
3148	478	237	50%	233,5	123,00	110,40	6,4	47,6	0,45	1,08
3149	496	265,8	54%	263,3	136,60	124,00	6,3	41,1	0,42	0,76
3150	542	275	51%	273,5	142,20	128,20	6,84	46,3	0,45	1,08
3151	593	306,8	51%	304,5	157,60	144,00	7,16	46,6	0,57	1,08
3152	535	276,4	52%	273,0	147,00	123,80	5,86	42	0,34	1,09
3153	483	247,8	51%	244,9	129,20	114,00	5,78	38,9	0,43	1,18
3154	514	266	52%	263,5	142,20	118,20	7,39	50,4	0,34	0,87
3155	472	238,2	50%	235,1	121,60	112,80	6,9	43,1	0,34	0,65
3156	472	232,4	49%	230,2	120,00	107,80	5,9	36,3	0,43	0,87
3157	549	263	48%	260,4	136,60	122,00	6,83	48,5	0,43	1,01
3158	460	220,8	48%	218,4	115,60	100,80	6,62	35,5	0,34	0,87
3159	501	244	49%	241,3	130,60	108,80	7,05	35,5	0,37	1,08
3160	488	244	50%	241,6	133,00	106,10	6,4	33	0,45	1,06

Fuente: Álvarez (2014)

Anexo C. Reseña fotográfica

En la Figura 5 se observa la llega de los búfalos a la planta de sacrificio ubicada en la ciudad de La Dorada (Caldas) el 10 de octubre de 2014.



Figura 5. Desembarque de los búfalos. (Fuente: Álvarez, 2014)

En la Figura 6 se aprecia la identificación de cada animal en los corrales del frigorífico.



Figura 6. Identificación de los búfalos. Fuente: Álvarez, 2014)

En la Figura 7 se observa la toma del ultrasonido a nivel de EGD, AOL y EGA.



Figura 7. Toma de muestra EGD, AOL y EGA. (Fuente: Álvarez, 2014)

En la Figura 8 se aprecia el ingreso del animal al área de insensibilización.



Figura 8. Área de insensibilización. (Fuente: Álvarez, 2014)

En la Figura 9 se observa el desangrado y corte de manos de los animales sacrificados



Figura 9. Área de desangrado y corte de manos/cuernos. (Fuente: Álvarez, 2014)

En la Figura 10 se aprecia la evisceración de los animales.



Figura 10. Área de evisceración. (Fuente: Álvarez, 2014)

En la Figura 11 se observa el corte de la canal.



Figura 11. Área de corte de la canal. (Fuente: Álvarez, 2014)

En la Figura 12 se evidencia la entrada a las cavas de la canal.



Figura 12. Área de cuartos fríos. (Fuente: Álvarez, 2014)

En la Figura 13 se observa el cuarteo de las canales y salida del cuarto frío.



Figura 13. Cuarteo de la canal. (Fuente: Álvarez, 2014)