

## Estudio de la relación de medidas de composición corporal *in vivo* y post mortem en búfalos (*Bubalus bubalis*), usando análisis de componentes principales

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Juan Carlos Velásquez-Mosquera <sup>1</sup>, Sergio Iván Álvarez-Villarraga <sup>2</sup>, Juan David Corrales-Alvarez <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de investigación Reproducción y Mejoramiento en animales tropicales (REMEAT), Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup> Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

[jcvelasquez@unisalle.edu.co](mailto:jcvelasquez@unisalle.edu.co)

(Recibido: 5 de Diciembre de 2015 Aprobado: 13 Julio de 2016 Actualizado: 18 de Octubre de 2016)

DOI: 10.17151/vetzo.2016.10.1.4

**RESUMEN:** se estudió la relación y peso relativo de las variables *in vivo* y post mortem que definen la composición corporal de la canal en bufalinos. Se utilizaron 22 búfalos (16 machos y 6 hembras) mestizos Murrah x Mediterránea. Las medidas *in vivo* evaluadas fueron peso vivo (PV) y las medidas por ultrasonido área ojo lomo (AOL), espesor de glúteo medio (EGM), espesor de grasa dorsal (EGD), espesor de grasa en el anca (EGA); mientras que las medidas post mortem fueron peso canal caliente (PCC), peso canal fría (PCF), rendimiento cortes trasero (RCT) y rendimiento cortes delantero (RCD). Se realizó un análisis por estadística descriptiva, correlaciones y análisis de componentes principales para las variables de la canal. Los promedios de PV fueron 483±61; mientras que para las medidas de composición corporal tomadas por ultrasonido AOL, EGM, EGD, EGA fueron: 40±5,83cm<sup>2</sup>, 6,4±0,58cm, 0,41±0,09cm y 1,02±0,20cm, respectivamente. Las medidas en canal PCC, PCF, RCT, RCD fueron: 243±35kg, 241±34kg, 127±19kg y 111±15kg, respectivamente. Se encontraron correlaciones entre AOL y PCC, PCF y RCT (P<0,01) y con RCD (P<0,05). La medida de EGD se correlacionó con PCC, PCF, RCD y RCT (P<0,05). Teniendo en cuenta la proporción de varianza explicada se seleccionaron dos componentes principales que explicaron el 79%; destacando la importancia de las variables PV, AOL, RCD y RCT en el componente 1 y de las variables EGD y EGA que explicaron la mayor variación en el componente 2.

**Palabras clave:** canal, peso, ultrasonido

## Study of the relationship of body compositions measurements in vivo and post mortem in buffaloes (*Bubalus bubalis*) using principal component analysis

**ABSTRACT:** The relationship and relative weight of the in vivo and post-mortem variables defining body composition of buffalo carcass was studied. Twenty-two buffaloes were used (16 males and 6 females) Murrah x Mediterranean crossbreed. The in vivo measures evaluated were Live Body Weight (LW) and measurements using rib eye area ultrasound (REA), gluteus medium thickness GMT, back-fat thickness (BFT), rump-fat thickness (RFT) while post-mortem measures were hot carcass weight (HCW), cold carcass weight (CCW), rear quarter yield (RQY) and front quarter yield (FQY). Analyses by descriptive statistics, correlation and principal components for the variables of the channel were performed. LW averages were  $483 \pm 61$  kg whereas averages for body composition measurements taking trough ultrasound REA, BFT, GMT, and RFT were  $40 \pm 5,83$  cm<sup>2</sup>;  $6,4 \pm 0,58$ cm;  $0,41 \pm 0,09$  cm, and  $1,0 \pm 0,20$  cm, respectively. Carcass measurements HCW, CCW, RQY, and FQY were  $243 \pm 35$ kg,  $241 \pm 34$ kg,  $127 \pm 19$ kg and  $111 \pm 15$ kg, respectively. Correlation between REA and HCW, CCW, RQY ( $P < 0,01$ ) and FQY ( $P < 0,05$ ) was found. BFT measurement was correlated to HCW, CCW, RQY and FQY. Considering the proportion of the explained variance two main components were selected that explained the 79% of the total variance, highlighting the importance of the variables LW, REA, RQY and FQY for the first component and the BFT and RFT variables that explained higher variation for the second component.

**Key words:** carcass, weight, ultrasound

### Introducción

En el trópico colombiano, especialmente en regiones como el Magdalena Medio, Costa Caribe y Llanos Orientales, los sistemas de producción bufalina de doble propósito y carne se han venido desarrollando eficientemente (Agudelo et al., 2005). El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) posee un mayor aprovechamiento de las pasturas, presentando mejores tasas de conversión alimenticia, por lo que es considerado como un animal precoz para producir carne en sistemas de pastoreo; lo anterior constituye una ventaja en comparación con el bovino, ya que le permite producción de carne con pesos al sacrificio de machos cebados a los 24 meses de edad entre 440 y 480kg (Agudelo et al., 2005). Adicionalmente, comparada con la carne vacuna, la carne de búfalo se caracteriza por tener un mayor porcentaje de minerales, 55% menos calorías y entre 30-40% menos colesterol (Gutiérrez et al., 2015).

Cuando se estudia la composición corporal (musculatura y grasa) en animales de carne, son numerosas las variables cuantitativas posibles a evaluar tanto en lo que se refiere a las medidas *in vivo* usando ultrasonido en tiempo real UTR como medidas post mortem (Cruz et al., 2001; Angulo et al., 2005). La composición corporal está determinada por un conjunto de variables en las que se incluyen el peso vivo, musculatura y grado de engrasamiento, con un nivel alto de relación, por lo que se supone que a partir de un menor número de variables es posible explicar la variabilidad de los caracteres cuantitativos relacionados con rendimiento cárnico (Mendes et al., 2007). Muchas de estas variables de la canal pueden ser tomadas *in vivo* usando la técnica de ultrasonido en tiempo real UTR (Andrighetto et al., 2010; Rebak et al., 2010) o post mortem directamente en la canal del animal (Atencio-Valladares et al., 2007; Ramírez et al., 2010). Las relaciones entre variables (grado de asociación y signo de la correlación) son diferentes para animales principalmente en la relación músculo-grasa, dependiendo de su sexo, animales castrados y enteros o su manejo nutricional (Atencio-Valladares et al., 2007). Para abordar el análisis de un conjunto de variables que pueden estar correlacionadas existen las técnicas multivariadas tal como es el caso del análisis de componentes principales (ACP), el cual consiste en la reducción del número de variables dentro de un conjunto de datos en una dimensión más pequeña (Jackson et al., 2005). El ACP genera nuevas variables ortogonales (no correlacionadas), a través de índices que asumen un peso diferente de cada una de las variables analizadas, y las agrupa por su alta relación entre ellas por medio de componentes (Jolliffe, 2002).

Según Meyer (2007), cuando las variables están altamente correlacionadas, los primeros componentes principales explicarán la mayor cantidad posible de la variación permitiendo eliminar información redundante. La técnica de ACP se ha utilizado en ganado bovino y bufalino con el objetivo de reducir la dimensionalidad de las variables utilizadas en un análisis, identificando así la relación entre ellas y facilitando la interpretación de los datos en pocos componentes (Agudelo et al., 2015). Debido a esto, se planteó usar el análisis de componentes principales para decidir cuáles variables tanto *in vivo* como post mortem tenían mayor influencia para explicar la variabilidad de la musculatura y grasa de la canal bufalina, en concreto, teniendo los siguientes objetivos: determinar la relación entre las medidas *in vivo* y post mortem de la canal en búfalos mestizos de la raza Murrah x Mediterráneo en el Magdalena Medio; reducir el número de variables que expliquen la musculatura y grasa de la canal a través de la generación de índices que agrupen las características con alta correlación.

---

## Materiales y Métodos

Se utilizó la información procedente de 22 búfalos mestizos de la raza Murrah x Mediterráneo (16 machos y 6 hembras) pertenecientes a la empresa Bubalus, dichos

animales provenían de una finca en Yondó (Magdalena Medio antioqueño) y fueron cebados a pastoreo: dieta base, pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*). El estudio se desarrolló en el frigorífico Friogan, ubicado en La Dorada (Caldas), ecorregión del Magdalena Medio. Este municipio está ubicado a 178 msnm, 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 2152mm anuales (CORPOCALDAS, 2006).

Al llegar al frigorífico los búfalos se sometieron a un período de ayuno durante 24 h, posteriormente se pesaron. Una vez inmovilizados en brete se estimó la edad por cronometría dentaria: siendo de 3 años para machos y de 5 años para hembras, aproximadamente. Además, se les realizaron medidas ecográficas a nivel dorsal y del anca. La valoración ultrasonográfica se realizó empleándose un ecógrafo marca Esaote Pie-medical modelo Aquila Vet, con transductor ASP de 18 centímetros de longitud, al que se le adaptó para la medida dorsal un standoff (goma) para mejorar el contacto entre el animal y el transductor. Las medidas de área de ojo de lomo y espesor de grasa dorsal fueron tomadas entre el espacio intercostal 12 y 13, perpendicular a la columna. El espesor de glúteo medio y espesor de grasa del anca se tomó a través del escaneo de la zona comprendida entre la tuberosidad coxal e isquiática paralelo a la columna (sitio P8). Las imágenes ecográficas fueron analizadas usando el software Optical data transfer ODT.

Posterior al sacrificio, y luego de retirada la cabeza, fueron pesadas las medias canales para obtener el peso de la canal caliente. Las canales se trasladaron y se almacenaron en una cava, a temperatura de 4°C, durante 18-24h, hasta su evaluación. A las canales frías se les registró su peso, seguidamente se tomaron los pesos del cuarto delantero y trasero. El desposte se realizó según lo descrito por Atencio-Valladares et al. (2007). Los pesos de estos cortes trasero y delantero se expresaron en relación con la canal fría.

Un total de 9 variables fueron medidas en cada animal de las cuales 5 medidas se relacionaban con la composición corporal *in vivo* (peso vivo (PV), área del ojo del lomo (AOL), espesor del glúteo medio (EGM), espesor de grasa en el anca (EGA) y espesor de grasa dorsal (EGD)) y 4 medidas post mortem (peso de la canal caliente (PCC), peso de la canal fría (PCF), rendimiento de cortes traseros (RCT) y rendimiento de cortes delanteros (RCD)); para estas medidas se realizó un análisis por medio de estadística descriptiva y se determinó la matriz de correlaciones; posteriormente, los datos fueron analizados utilizando la técnica multivariada de componentes principales a través del procedimiento ACP del paquete FactoMineR del software R-project (Lê et al., 2008). El procedimiento ACP estandariza las variables a una media de cero y una desviación estándar de uno (Jackson, 2005). El número de componentes principales seleccionados se determinó teniendo en cuenta aquellos que tuvieran un valor propio mayor a 1.

## Resultados y Discusión

En la [tabla 1](#) se pueden observar las medias y desviaciones estándar de las 9 variables analizadas. Los resultados de PV y PCC fueron inferiores a los reportados por Ramírez et al. (2010) quienes encontraron pesos de 527kg y 271,52kg, respectivamente. En otro reporte de evaluación de canal de búfalos en Colombia se encontró un PV, PCC y PCF inferior al encontrado en el presente estudio (Angulo et al., 2005).

Las medias de las características musculares *in vivo* de AOL y EGM fueron de 40,089±5,830 y 6,449±0,580, respectivamente. El promedio de AOL fue similar a lo reportado por Restrepo et al. (2012) para búfalos en la misma región del Magdalena Medio colombiano (413 kg y 39 cm<sup>2</sup>), pero inferior a las reportadas en otros estudios en Cuba y Argentina (Rebak et al., 2010; Fundora et al., 2013).

Adicionalmente, el EGM, EGD y EGA encontrado en el presente estudio fue superior al reportado por Restrepo et al. (2012) en Colombia y similar al reportado en estudios de Brasil y Argentina (Andrighetto et al., 2010; Rebak et al., 2010).

**Tabla 1.** Medias y desviaciones estándar de las características de la canal evaluadas.

Característica	Unidad	Media	Desviación estándar
Peso vivo	Kilogramos	483,091	61,823
Area del ojo del lomo	centímetros cuadrados	40,089	5,830
Espesor de glúteo medio	centímetros	6,449	0,580
Espesor de grasa dorsal	milímetros	0,418	0,098
Espesor de grasa anca	milímetros	1,001	0,206
Peso de la canal caliente	Kilogramos	243,727	35,399
Peso de la canal fría	Kilogramos	241,155	34,883
Rendimiento de cortes delanteros	Kilogramos	127,955	18,934
Rendimiento de cortes traseros	Kilogramos	111,764	15,606

Las correlaciones entre las variables se muestran en la [tabla 2](#). Existió una correlación significativa ( $P < 0,05$ ) entre la mayoría de variables *in vivo* y post mortem PV, AOL, PCC, PCF, RCT y RCD, excepto entre el EGM y EGA. Las correlaciones más altas se presentaron entre las características de la canal post mortem y el peso vivo ( $>0,96$ ). A través de la relación entre el PV y el PCC se obtuvo el rendimiento de la canal, que para el presente estudio fue de 50,5 %; resultado superior a los reportados en otros estudios (Merle et al., 2004; Fundora et al., 2013). El rendimiento de cortes trasero y delantero difiere de estudios realizados por Ramírez et al. (2010) en bufalinos en Cuba, donde se encontró un mayor rendimiento de carne de primera (trasero) que de segunda (delantero); las diferencias con estos reportes posiblemente se deben al tipo racial evaluado, a la clasificación de cortes y sistema de desposte propio de cada país (Angulo et al., 2005, Atencio-Valladares et al., 2007).

**Tabla 2.** Correlación entre las características *in vivo* y post-mortem en búfalos del Magdalena medio<sup>1</sup>

	PV	EGM	AOL	EGD	EGA	PCC	PCF	RCD
<b>EGM</b>	0,30							
<b>AOL</b>	0,59**	0,44*						
<b>EGD</b>	0,45*	0,14	0,06					
<b>EGA</b>	0,35	-0,09	0,16	0,60**				
<b>PCC</b>	0,96**	0,25	0,54**	0,45*	0,31			
<b>PCF</b>	0,96**	0,26	0,56**	0,45*	0,33	0,99**		
<b>RCD</b>	0,97**	0,22	0,51*	0,43*	0,34	0,99**	0,99**	
<b>RCT</b>	0,96**	0,31	0,59**	0,49*	0,29	0,98**	0,98**	0,95**

<sup>1</sup> PV, peso vivo; EGM, espesor del glúteo medio; AOL, área del ojo del lomo; EGD, espesor de grasa dorsal; EGA, espesor de grasa en el anca; PCC, peso de la canal caliente; PCF, peso de la canal fría; RCD, rendimiento del cuarto delantero; RCT, rendimiento del cuarto trasero.  
\*, \*\*  $P < 0,05$  y  $P < 0,01$ , respectivamente.

Las correlaciones encontradas entre medidas PCC y AOL, PCC y EGD ([tabla 2](#)) coinciden con los resultados de búfalos de 14 meses cebados en confinamiento y sacrificados a los 330kg (Merle et al., 2004). De igual manera, otros autores, en bovinos de carne, han encontrado correlaciones similares entre las variables PCC con AOL y EGD (Velásquez & Álvarez, 2004; Tait, 2005). La correlación entre AOL con medidas de grasa (EGD y EGA) fueron bajas, resultados similares han sido reportados en otros estudios en bovinos de carne (Greiner et al., 2003; Velásquez & Ríos, 2010); sin embargo, estas correlaciones fueron inferiores a las reportadas por otros estudios (Merle et al. 2004; Angulo et al. 2010) debido a que pueden estar afectadas por el tipo de animales, manejo y dieta realizada. La correlación alta entre las dos medidas de grasa subcutánea EGD y EGA fue similar a la reportada en búfalos (Greiner et al., 2003;



Merle et al., 2004). La correlación entre medidas musculares AOL y EGM fueron mayores a las reportadas en vacas cebú de descarte (Velásquez & Ríos, 2010). Adicionalmente, las correlaciones entre AOL y rendimiento de cortes delanteros RCD y traseros RCT fueron altas y significativas, lo que puede estar explicando un crecimiento uniforme de los búfalos.

Los resultados del análisis de componentes principales se muestran en las [tablas 3 y 4](#). Del total de la varianza, los dos primeros componentes principales obtenidos de la base de datos describieron el 63,93% y el 15,68% de la variación, respectivamente, para una varianza total explicada por los dos primeros componentes del 79,61%.

Las variables que más correlación presentaron (>0,30) con el primer componente fueron PV, AOL, PCC, PCF, RCD y RCT. Adicionalmente, para el segundo componente las variables que más correlación presentaron fueron EGM, EGD y EGA. De los 2 componentes principales seleccionados se destaca la importancia de que estos explican la variabilidad del peso, del desarrollo muscular y del engrasamiento de la canal bufalina. La adición del resto de componentes (3-9) únicamente aumenta la varianza explicada en un 20%, por lo que estos componentes no se consideran como fundamentales para explicar la variabilidad relativa a la composición corporal en el estudio. Por tanto, se resalta que de 9 variables iniciales la dimensión se redujo a dos componentes o índices que explican el 79,61% de la variabilidad de la base de datos inicial; agrupando las variables con alta correlación y evitando de esta manera la colinealidad en el uso de estas variables en otros análisis.

**Tabla 3.** Valores propios y variación total y acumulada de los componentes principales (CP) para las características de la canal *in vivo* y post mortem.

Componente principal	CP1	CP2	CP3-CP9
Valor propio	5,75	1,41	1,83
Proporción de la varianza total explicada (%)	63,93	15,68	20,39
Proporción de la varianza acumulada (%)	63,93	79,61	100

**Tabla 4.** Coeficientes de los vectores propios y correlación entre las características *in vivo* y post mortem de la canal y los componentes principales.

Característica	CP1		CP2	
	Coefficiente (%)	Correlación	Coefficiente (%)	Correlación
Peso vivo	0,979 (17)	<b>0,958</b>	-0,046 (0)	0,002
Espesor del glúteo medio	0,342 (2)	0,117	-0,552 (22)	<b>0,304</b>
Área del ojo del lomo	0,628 (7)	<b>0,395</b>	-0,452 (14)	0,204
Espesor de grasa dorsal	0,536 (5)	0,288	0,615 (27)	<b>0,378</b>
Espesor de grasa en el anca	0,421 (3)	0,177	0,719 (37)	<b>0,517</b>
Peso de la canal caliente	0,979 (17)	<b>0,959</b>	-0,034 (0)	0,001
Peso de la canal fría	0,983 (17)	<b>0,966</b>	-0,033 (0)	0,001
Rendimiento de cortes delanteros	0,968 (16)	<b>0,938</b>	0,013 (0)	0
Rendimiento de cortes traseros	0,978 (16)	<b>0,957</b>	-0,064 (0)	0,004

En el primer componente principal las características que presentaron una mayor explicación de la variabilidad de este fueron las características de peso de la canal (PCC, PCF, RCD, RCT), AOL y el PV; indicando que en este primer componente se ven representadas las variables por una nueva, el cual se podría denominar índice de rendimiento cárnico. En el segundo componente principal las características que más contribuyeron a la variabilidad fueron el EGA, seguida de EGD, y el EGM; este índice podría explicar el engrasamiento de la canal. Por tanto, las 9 variables son explicadas por 2 índices: el primero denominado índice de rendimiento cárnico y el segundo índice de engrasamiento de la canal ([tabla 4](#)).

Como se puede observar en la [figura 1](#) los individuos que presentaron un mayor PV también presentaron una mayor AOL y un mayor peso de las diferentes características de la canal evaluadas en el estudio (PCC, PCF, RCD, RCT). Por otro lado, para el componente principal 2, se espera que los individuos que presentaron un mayor EGD presenten mayor EGA y un menor EGM; de igual manera, se espera una menor AOL.



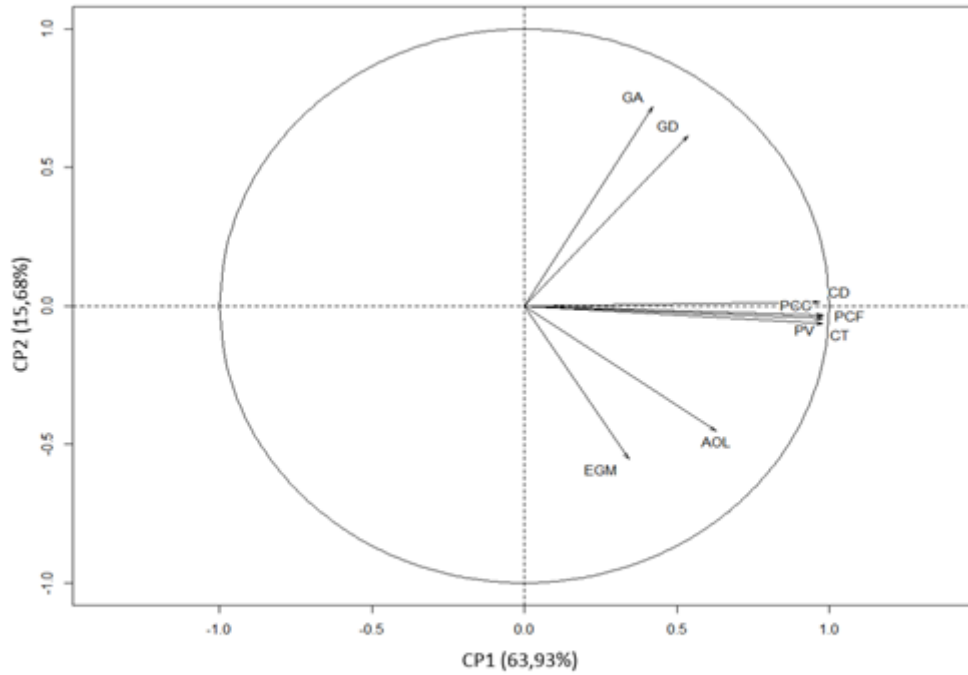


Figura 1. Círculo de peso de cada una de las variables de la canal *in vivo* y post mortem en cada uno de los componentes principales seleccionados (CP1 y CP2).

El aporte sustancial del estudio de la composición corporal del búfalo con la técnica multivariada ACP, es el de complementar los escasos estudios de la canal realizados de forma univariante que aparecen en el medio colombiano. Hasta el momento han sido pocos los trabajos que han abordado la utilización de la técnica ACP en el estudio de la canal, pero se plantea que dentro de la evaluación de la producción cárnica de la especie bufalina pueden jugar un papel importante en la creación de índices como los presentados. Estos índices deben ser validados mediante su utilización en otras ecorregiones del país teniendo en cuenta otros factores tales como manejo alimenticio, biotipos cárnicos y/o doble propósito, así como tipos raciales, lo que permitirá continuar y ampliar este tipo de investigaciones, generando así mayor conocimiento de la especie para la industria cárnica.

### Conclusión

En este trabajo se puede observar la existencia de una correlación de media a alta para características medidas *in vivo* y post mortem de la canal en búfalos mestizos de la raza Murrah x Mediterráneo. Adicionalmente, se concluye que a partir de las 9 variables analizadas se pueden obtener 2 componentes que reducen la dimensión de los datos a través del agrupamiento de variables correlacionadas; estos componentes se pueden interpretar en 2 índices, uno que explica el rendimiento cárnico y otro que explica el

engrasamiento. El aporte del estudio en la evaluación de la canal bufalina radica en la simplificación de variables por medio de los índices generados (rendimiento cárnico y engrasamiento) a partir de un conjunto de indicadores de la canal tomados *in vivo* y post mortem, así como las interrelaciones entre estos.

---

### Agradecimientos

Los autores agradecen al señor Diego Jaramillo Jaramillo de la empresa Bubalus, quien facilitó los animales para realizar el estudio, igualmente al personal de Friogan por el apoyo logístico para la evaluación de los animales y las canales.

---

### Referencias bibliográficas

Agudelo, D.; Cerón-Muñoz, M.; Hurtado, N. El búfalo como animal productor de carne: producción y mejoramiento genético. **Revista Lasallista de Investigación**, v. 4, n. 2, p. 36-42, 2005.

Andrighetto, C. et al. Relation between Ultrasound and Carcass Measures in Buffaloes Slaughtered in Different Stages of Feedlot. **Revista Veterinaria**, v. 21, n. 1, p. 526-528, 2010.

Angulo, R.; Restrepo, L.F.; Berdugo, J. Características de calidad de las canales bufalinas y vacunas comercializadas en Medellín, Colombia. **Livestock Research for Rural Development**, v. 17, n. 9, 2005.

Atencio-Valladares, O.; Huerta-Leindenz, N.; Rodas-González, A.; Jerez-Timaure, N. Predicción de rendimiento en cortes, hueso y grasa en búfalos de agua de Venezuela. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 42, n. 12, p. 1801-1809, 2007.

CORPOCALDAS. **Plan de gestión ambiental**. Disponible en: <http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/329/PGAR%202001-2006%20-%20Parte%202.pdf>. Accesado en: 24/06/2016.

Cruz, R.V. et al. Avaliação da carcaça e da carne de bovinos e bubalinos através do ultra-som. **Ciência Agrotécnica**, v. 25, n. 5, p. 1174-1184, 2001.

Fundora, O. et al. Effect of castration on carcass yield and composition of crossbred river buffaloes (*Buffalypso*) in the growth stage. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 47, n. 4, p. 355-358, 2013.

Greiner, S.P. et al. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 3, p. 676-682, 2003.

Gutiérrez, C. et al. **100 Preguntas sobre los búfalos**. 3ra edición. Medellín: Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos, 2015. 120p.

Huerta-leidenz, N. et al. Características cárnicas de búfalos de agua vs vacunos acebuados. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 5, n. 1, p. 574-576, 1997.

Jackson, J. **A User's Guide to Principal Components**. New York: John Wiley & Sons, 2005.

Lê, S. et al. An R package for multivariate analysis. **Journal Statistical Software**, v. 25, n. 1, p. 1-18, 2008.

Jolliffe, I. **Principal component analysis**. New York: John Wiley & Sons, 2002.

Mendes, J. et al. Predicting beef carcass retail products of Mediterranean buffaloes by real-time ultrasound measures. **Italian Journal of Animal Science**, v. 6, n. 2, p. 1157-1159, 2007.

Merle, S. et al. 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. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 12, n. 3, p. 112-120, 2004.

Meyer, K. Multivariate analyses of carcass traits for Angus cattle fitting reduced rank and factor-analytic models. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 124, n. 2, p. 50-64, 2007.

Ramírez, B. et al. Rendimiento de la canal en búfalos de río (*Bubalus bubalis*) y Bovinos mestizos (*Bos indicus* x *Bos taurus*) en el Municipio Bayazo. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 11, n. 7, p. 1-10, 2010.

Rébak, G.; Capellari, A.; Alarcón, A. Exploratory study of ultrasound on properties of meat in buffaloes in the northeast of Argentina. **Revista Veterinaria**, v. 21, n.1, p.508-510, 2010.

Restrepo, F.; Peña, L.; Velásquez, J. Evaluación de crecimiento y medidas de musculo y grasa en la ceba de búfalos en la hacienda Berlín de Puerto Salgar. I Congreso Colombiano de Zootecnia. **Memorias Anzoo**, Universidad Nacional de Colombia; 2012.

Tait, R.G. Prediction of retail product and trimmable fat yields from the four primal cuts in beef cattle using ultrasound or carcass data. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1353-1360, 2005.

Velásquez, J.C.; Alvarez, L. Relación de medidas bovinométricas y de composición corporal in vivo con el peso de la canal en novillos Brahman en el valle del Sinú. **Acta Agronómica**, v. 53, n. 3, p. 61-68, 2004.

Velásquez, J.; Ríos, M. Relación de medidas de composición corporal evaluadas in vivo con ultrasonido con el peso de la canal en vacas Cebú de descarte. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 23, p. 99-105, 2010.

---

**Como citar:** Velásquez-Mosquera, J.C.; Álvarez-Villarraga, S.I.; Corrales-Álvarez, J.D. Estudio de la relación de medidas de composición corporal in vivo y post mortem en búfalos (*Bubalus bubalis*), usando análisis de componentes principales. **Revista Veterinaria y Zootecnia**, v.10, n.1, p. 42-53, 2016. **DOI: 10.17151/vetzo.2016.10.1.4**

---

Esta obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

