

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor ,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 04/07/2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

**PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICA DA CARÇA DE BUBALINOS A PARTIR
DE MEDIDAS BIOMÉTRICAS *IN VIVO* E *POST MORTEM***

FELIPE DE BARROS

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre.

**PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICA DA CARÇA DE BUBALINOS A PARTIR
DE MEDIDAS BIOMÉTRICAS *IN VIVO* E *POST MORTEM*.**

FELIPE DE BARROS

Médico Veterinário

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre

Orientador: Prof. Dr. André Mendes Jorge
Co-Orientador: Dr. André Michel de Castilhos
Co-Orientadora: Dra. Caroline de Lima Francisco

Botucatu - SP

B277p

Barros, Felipe de

Predição da composição física da carcaça de bubalinos a partir de medidas biométricas in vivo e post mortem / Felipe de Barros. -- Botucatu, 2019
50 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientador: André Mendes Jorge

Coorientador: André Michel de Castilhos; Caroline de Lima Francisco

1. Composição física. 2. Jafarabadi. 3. Murrah. 4. Mediterrâneo. 5.
Zootecnia de precisão. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

BIOGRAFIA

Felipe de Barros, filho de Ednilson Cássio de Barros e Terezinha Esmençelatos dos Santos Barros, nasceu em 16 de novembro de 1990, na cidade de Vinhedo, Estado de São Paulo.

Em 2009, iniciou o Técnico em agropecuária, pela ETEC Benedito Storani, Jundiaí, Estado de São Paulo, concluindo-o no ano de 2010.

Em 2013, iniciou o Curso de Graduação em Medicina Veterinária, pela Universidade de Marília, Estado de São Paulo – Brasil, concluindo-o no ano de 2017.

Em agosto de 2017, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de Produção Animal, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ - Botucatu, Estado de São Paulo- Brasil.

Dedicatória

À minha família, minha esposa, Julianna Santos Batistioli e minha filha Catarina Batistioli de Barros, pelo apoio, ajuda constante e amor incondicional.

Agradecimentos

A Deus por tudo que há e por tudo que sou, por me dar força a cada dia e fazer com que siga não importando as circunstâncias.

Aos meus pais Ednilson Cássio de Barros e Terezinha Esmençelatos dos Santos Barros, por todo carinho, conselhos e ajuda.

À minha esposa Julianna Santos Batistioli e minha filha Catarina Batistioli de Barros, pelo carinho, amor, paciência, e por toda ajuda.

Ao Professor André Mendes Jorge pela oportunidade, amizade, apoio e orientação no processo de aprendizado na Pós-Graduação.

À Dra. Caroline de Lima Francisco e ao Dr. André Michel de Castilhos pelos ensinamentos e ajuda constante no desenvolvimento, escrita e esclarecimento de dúvidas a respeito do projeto.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" pela oportunidade de mestrado.

Aos companheiros do grupo de Pesquisa UNESP - Botucatu - Búfalos, do Centro de Pesquisas Tropicais em Bubalinos, aos funcionários Arivaldo Inácio Primo Júnior (Dinho), Wilson Bueno de Oliveira (Lipe) e Amarildo dos Santos Vieira (Liu), e aos estagiários pela ajuda no decorrer do projeto.

Ao Professor Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles pelos ensinamentos, apoio e ajuda no Laboratório de Bromatologia da FMVZ - UNESP, e a todos que diretamente ou indiretamente fizeram com que esse trabalho fosse realizado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro (Projeto Temático # 2014/05473-7) para execução do projeto e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de Mestrado concedida (Processo CAPES # 88882.330154/2019-01) - Código de Financiamento 001.

PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICA DA CARÇAÇA DE BUBALINOS A PARTIR DE MEDIDAS BIOMÉTRICAS *IN VIVO* E *POST MORTEM*

Resumo: Atualmente, o rebanho mundial de bubalinos tem mais de 200 milhões de cabeça. O Brasil, maior produtor das Américas, conta com um rebanho de aproximadamente 1,4 milhões de bubalinos. Métodos que podem estimar a composição física da carcaça ou do corpo sem danificar toda a carcaça são importantes porque economizam tempo, trabalho e custos. Medidas corporais têm sido utilizadas para avaliar o desempenho de raças e caracterizar vários tipos de ruminantes. Objetivou-se com esse estudo avaliar os componentes físicos da carcaça de bubalinos por meio de equações de predição, utilizando como variáveis independentes medidas biométricas realizadas na fazenda, características de carcaça coletadas no frigorífico e o conjunto de ambas. Foram utilizados 75 machos não castrados (25 de cada raça: Jafarabadi, Mediterrânea e Murrah), com peso vivo e idade média de 314 ± 117 kg e 390 ± 58 dias, respectivamente. Os animais foram confinados em baias coletivas e alimentados de forma *ad libitum* durante 240 dias (28 dias de adaptação e 212 dias de coleta de dados). No início e ao término do experimento foram realizadas avaliações de ultrassonografia (AOL, EGS e EGG) e a cada 28 dias pesagens, determinação da altura da garupa (AG) e escore de condição corporal (ECC). As equações para estimar a composição física da carcaça foram desenvolvidas pelo método de regressão passo a passo (stepwise). As variáveis independentes usadas no desenvolvimento da equação de predição foram: medidas de ultrassom (AOL, EGS e EGP), medidas corporais (PV, AG e ECC) e medidas nas carcaças (comprimento, profundidade e compacidade). As equações foram selecionadas considerando o coeficiente de determinação do modelo (R^2), o erro-padrão de predição (EPP), e a estatística $C_p \left(\frac{SQR}{\hat{\sigma}^2} + 2p - n \right)$, em que SQR é a soma de quadrados de resíduo, $\hat{\sigma}^2$ é a variância residual, p é o número de parâmetros do modelo, incluindo o intercepto, e n é o número de registros. As equações para prever a composição física da carcaça, utilizando medidas biométricas *in vivo* apresentaram altos coeficientes de determinação de 0,80, 0,67 e 0,83, para tecido muscular, adiposo e ósseo, respectivamente. Foram observados coeficientes de determinação de 0,90 para músculo, 0,70 para gordura e 0,84 para osso, utilizando as variáveis independentes coletadas na carcaça *post mortem*. Coeficientes de determinação altos e positivos também foram observados nas equações de predição, quando utilizamos o conjunto de dados obtidos *in vivo* e *post mortem*, porém foi necessário um número maior de variáveis independentes, quando comparados aos dados coletados apenas *in vivo*. Pode-se concluir que, as equações de predição obtidas a partir de modelos, tanto *in vivo* como *post mortem*, apresentam alta força preditiva e são suficientemente acuradas para serem utilizadas na estimativa dos componentes físicos da carcaça e do corpo vazio de bubalinos.

Palavras chave: Composição física, Jafarabadi, Murrah, Mediterrâneo, Zootecnia de precisão.

PREDICTION OF THE PHYSICAL COMPOSITION OF THE HOUSING FROM BIOMETRIC MEASURES IN VIVO AND IN THE HOUSING OF BUBALINS.

Abstract: Currently, the world herd of buffaloes has more than 200 million head. Brazil, the largest producer in the Americas, has a herd of approximately 1.4 million buffaloes. Methods that can estimate the physical composition of the carcass or body without damaging the entire carcass are important because they save time, work and costs. Body measurements have been used to evaluate breeds performance and characterize various types of ruminants. The objective of this study was to evaluate the physical components of the carcass by means of prediction equations, using as independent variables biometric measurements performed on the farm, carcass characteristics collected in the refrigerator and the set of both, in buffaloes. Seventy-five uncastrated males (25 of each race: Jafarabadi, Mediterranean and Murrah) were used, with weight and average age of 314 ± 117 kg and 390 ± 58 days, respectively. The animals were confined in collective bays and fed ad libitum for 240 days (28 days of adaptation and 212 days of data collection). Ultrasonography (*longissimus* muscle area - LMA, 12th-rib fat thickness - BF and rump fat thickness - RMFT)) were performed at the beginning and at the end of the experiment, and at each 28-day weighing, determination of croup height (CH) and body condition score (BCS). The equations to estimate the physical composition of the carcass were developed by the stepwise regression method. The independent variables used in the development of the prediction equation were: ultrasound measurements (*longissimus* muscle area - LMA, 12th-rib fat thickness - BF and rump fat thickness - RMFT), body measurements (BW, CH and BCS) and measurements on the carcasses (length, depth and compactness). The equations were selected considering the coefficient of determination of the model (R^2), the standard error of prediction (SEP), and the statistic $C_p \left(\frac{SQR}{\delta^2} + 2p - n \right)$, where SQR is the sum of squares of residual, δ^2 is the residual variance, p is the number of model parameters, including the intercept, n is the number of records. The equations to predict the physical composition of the carcass, using *in vivo* biometric measurements presented high coefficients of determination of 0.80, 0.67 and 0.83, for muscle, adipose and bone tissue, respectively. Determination coefficients were 0.90 for muscle, 0.70 for fat and 0.84 for bone, using the independent variables collected in the post-mortem carcass. High and positive determination coefficients were also observed in the prediction equations when we used the data set obtained *in vivo* and post-mortem, but a larger number of independent variables were required when compared to the data collected only *in vivo*. We can conclude that the prediction equations obtained from models, both *in vivo* and post-mortem, have high predictive power and are sufficiently accurate to be used in estimating the physical components of the carcass and the empty body of buffaloes.

Keywords: Physical composition, Jafarabadi, Murrah, Mediterranean, Animal husbandry.

LISTA DE FIGURAS

Pág

CAPÍTULO 1

Figura 01.	Distribuição geográfica do rebanho bubalino brasileiro	16
Figura 02.	Produção estimada de bubalinos de 2007 a 2017	17
Figura 03	Curva de crescimento	19

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Capitulo 2	
Tabela 01. Composição percentual dos ingredientes e características nutricionais da dieta.....	39
Tabela 02. Equações de regressão simples e múltipla para predição da composição física do corpo vazio, obtidos através de medidas biométricas <i>in vivo</i> coletadas na fazenda.....	42
Tabela 03. Equações de regressão simples e múltipla para predição da composição física do corpo vazio, obtidos através de dados coletados no frigorifico.....	44
Tabela 04. Equações de regressão simples e múltipla para predição da composição física do corpo vazio, obtidos através de dados obtidos <i>in vivo</i> no frigorifico.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS

AG- Altura de garupa

AOAC - Association of Analytical Communities

AOL- Área de olho de lombo

CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CompCar- Comprimento de carcaça

ECC- Escore de condição corporal

EE- Extrato etéreo

EGG- Espessura de gordura sobre o músculo Biceps femoris

EGS- Espessura de gordura subcutânea

EM - Energia metabolizável

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FDA- Fibra em detergente ácido

FDN- Fibra em detergente neutro

FDNCP- Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína

FDNi - Fibra em detergente neutro indigestível

FMVZ - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

GMD- Ganho médio diário

ICC- Índice de compacidade

MAPA- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

MM- Matéria mineral

MO - Matéria orgânica

MS- Matéria seca

MSi - Matéria seca indigestível

NRC - National Research Council

PB- Proteína bruta

PC- Peso Corporal

PCF- Peso de carcaça fria

PCQ- Peso de carcaça quente

PCVZ- Peso de corpo vazio

ProfCar- Profundidade de carcaça

PV- Peso vivo

PVJ- Peso vivo em jejum

RC- Rendimento de carcaça

SAS - Statistical Analysis System

UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

SUMÁRIO	Página
CAPÍTULO 1	13
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Situação da bubalinocultura de corte no Brasil	15
2.2 Crescimento e composição corporal	18
2.3 Maturidade e <i>frame size</i>	20
2.4 Estatística de Mallows	22
2.5 Métodos de avaliação da carcaça	22
3. REFERÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO 2	31
Resumo	32
Abstract	34
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1 Local, condições climáticas, animais, instalações e período experimental	37
2.2 Dieta	38
2.3 Metodologia de coleta de dados de ultrassom	39
2.4 Manejo e coleta de dados <i>in vivo</i>	40
2.5 Abate e coleta de dados <i>post mortem</i>	40
2.6 Análise estatística	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.1 Conclusão	46
4 REFERÊNCIAS	47
CAPÍTULO 3	50
IMPLICAÇÕES	51

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Atualmente, o rebanho mundial de bubalinos tem mais de 200 milhões de cabeça, sendo que os maiores rebanhos se encontram no continente asiático com aproximadamente 196 milhões de cabeças, no qual, somente a Índia possui mais de 113 milhões de animais. O Brasil, maior produtor das Américas, conta com um rebanho de aproximadamente 1,4 milhões de bubalinos (FAO, 2017).

Os bubalinos são considerados animais de triplo propósito (carne, leite e tração), porém, a carne desta espécie é tratada e comercializada, em boa parte do país, sem uma forma definida das suas características, deixando de existir estímulos para que o setor produtivo se aprimore para obter produtos adequados, que atendam as exigências do consumidor final (JORGE, 2005).

Outro fator determinante para o setor produtivo é a remuneração das carcaças que de mesma forma são precificadas com valor menor por @ em relação a bovina pela indústria frigorífica, sendo o menor rendimento de carcaça usadas como alegações da indústria para tal prática (MADELLA OLIVEIRA et al., 2005).

Desta forma a predição das características físicas da carcaça tem múltiplas aplicações, como: fornece oportunidade para os frigoríficos quantificarem carcaças com maiores rendimentos das partes comestíveis, podendo posteriormente utilizar esta quantificação para melhorar a remuneração por @ comercializada; permitir a predição de rendimentos dos cortes cárneos comerciais, bem como as proporções de tecido muscular, adiposo e ósseo, ajuda a avaliação de sistemas alternativos de produção ou dietas e programas de pesquisa, sem os custos associados a dissecações de carcaça (DE PAULA et al., 2013).

A determinação do peso corporal (PC) de um animal é necessária para calcular as necessidades alimentares, monitorar o crescimento, determinar a idade reprodutiva, ponderar a comercialização e estimar seu valor monetário (CONROY et al., 2010; McGEEET et al., 2014). O desenvolvimento ponderal desta espécie representa a capacidade de ganho de peso e da adaptação aos diversos fatores ambientais. O desenvolvimento do animal é melhor observado quando, além do peso vivo, são incluídos medidas morfométricas, como altura de cernelha, comprimento corporal, altura de garupa, entre outras medidas que avaliam o fenótipo, como desenvolvimento

dos tecidos musculares, ósseo e adiposo, representando uma característica marcante na seleção dos animais (SOARES; DRYDEN, 2011).

Métodos que podem estimar a composição física da carcaça ou do corpo sem danificar toda a carcaça são importantes porque economizam tempo, trabalho e custos. As medidas morfométricas permitem estimar o peso corporal e as características físicas do animal com razoável precisão. Porém, estas abordagens são propensas a erros na localização de pontos de referência e podem ser influenciadas pela distorção anatômica causada pelo movimento dos animais (SOWANDE; SOBOLA, 2008). No entanto, medidas corporais têm sido utilizadas para avaliar o desempenho de raças e caracterizar vários tipos de ruminantes (TARIQ et al., 2013). Soares e Dryden (2011) relatam que a circunferência torácica e escores de condição corporal podem ser usados com grande precisão para estimar o PC de bovinos Bali, e para bubalinos também há relatos de alta correlação entre o PC, circunferência torácica, comprimento corporal, bem como o escore de condição corporal (TARIQ et al., 2013).

A busca por conhecimentos das características físicas da carcaça animal que se correlacionam com a produção de carne bubalina por meio de mensurações *in vivo* e na carcaça, contribuirão para melhoria e ampliação de novos mercados, padronização dos produtos e aumento da rentabilidade dos produtores. Assim, os sistemas de avaliação que priorizem a eficácia e praticidade tornam-se indispensáveis para o cenário atual.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Situação da Bubalinocultura de corte no Brasil

A pecuária de corte participa significativamente na formação do produto interno bruto, sendo um dos setores mais importantes do agronegócio na economia brasileira, ocupando vasta área do território nacional, em 2017 gerou US\$ 82 bilhões e foi responsável por 90,6 milhões de empregos (CEPEA, 2018). Porém, diversos setores da indústria e do comércio de carnes operam ainda por meio de sistemas desatualizados e com métodos arcaicos (JORGE, 2005) e, para a bubalinocultura de corte, não é diferente.

Os bubalinos chegaram ao país no fim do século XIX, oriundos da Europa, do Caribe e da Ásia, e foram instalados inicialmente na região Norte, na Ilha de Marajó (estado do Pará). Expandiram-se por toda a região do país. Despertaram inicialmente interesse muito mais pelo seu exotismo que por suas qualidades zootécnicas

normas para publicação no periódico Meat Science. Objetivou-se com esse estudo avaliar os componentes físicos da carcaça por meio de equações de predição, utilizando como variáveis independentes medidas biométricas realizadas na fazenda, características de carcaça coletadas no frigorífico e o conjunto de ambas, em bubalinos de três grupos genéticos (Jafarabadi, Murrah e Mediterrâneo), em regime de confinamento.

3.REFERÊNCIAS

- ABDELHADI, O. M. A.; BABIKER, S. A. **Prediction of zebu cattle live weight using live animal measurements.** Livestock Research for Rural Development, v. 21, n. 8, p. 1-7, 2009.
- ALAPATI, A. et al. **Development of the body condition score system in Murrah buffaloes: validation through ultrasonic assessment of body fat reserves.** Journal of Veterinary Science, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2010.
- ANDERSON, P. T. et al. **The effects of dietary crude protein level on rate, efficiency and composition of gain of growing beef bulls.** Journal of Animal Science, v. 66, n. 8, p. 1990-1996, 1988.
- ANDRIGHETTO, C. et al. **Características físico-químicas e sensoriais da carne de bubalinos Murrah abatidos em diferentes períodos de confinamento.** Revista Brasileira de Zootecnia, p. 2179-2184, 2008.
- ANZAI, H. et al. **Interspecific comparison of allometry between body weight and chest girth in domestic bovids.** Scientific Reports, v. 7, n. 1, p. 4817, 2017.
- BERNARDES, O. **Buffaloes breeding in Brasil: position and economic relevancy.** Revista Brasileira de Reprodução Animal, v. 31, p. 293-298, 2007.
- BIDNER, T. D. et al. **Influence of Brahman-derivative breeds and Angus on carcass traits, physical composition, and palatability.** Journal of Animal Science, v. 80, n. 8, p. 2126-2133, 2002.
- BONILHA, S. F. M. et al. **Chemical composition of whole body and carcass of Bos indicus and tropically adapted Bos taurus breeds.** Journal of Animal Science, v. 89, n. 9, p. 2859-2866, 2011.
- BRODY, S. **Bioenergetics and growth with special reference to the energetic efficiency complex in domestic animals.** Reinhold Public, New York, v. 403, 1945.
- BUTTERFIELD, R. M.; BERG, R. T. **A nutritional effect on relative growth of muscles.** In: Proc. Aust. Soc. Animal Prod.1966. p. 298-304.

BUTTERY, P. J. **Protein turnover in animals**. Tropical Animal Production, v. 6, n. 3, p. 3-11, 1981.

CARSTENS, G. E. et al. **Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers**. Journal of Animal Science, v. 69, n. 8, p. 3251-3264, 1991.

CARTWRIGHT, T. C. **Size as a component of beef production efficiency: cow-calf production**. Journal of Animal Science, v. 48, n. 4, p. 974-980, 1979.

CARVALHO, P. A. et al. **Predição da composição física e química da carcaça a partir da composição das diferentes regiões corporais de bezerras machos de origem leiteira até os 110 dias de vida**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 32, n. 2, p. 1500-1507, 2003.

CASTILLO ESTRADA, L. H. et al. **Exigências nutricionais de bovinos não castrados em confinamento. 1. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 26, n. 3, p. 575-583, 1997.

CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Mercado de trabalho do agronegócio brasileiro**. Piracicaba. 2018 Disponível em: <[https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatoriomercadodetrabalho_dezembro_cepea\(1\).pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relatoriomercadodetrabalho_dezembro_cepea(1).pdf)>. Acesso em 24 maio 2019.

COLE, J. W.; RAMSEY, C. B.; EPLEY, R. H. **Simplified method for predicting pounds of lean in beef carcasses**. Journal of Animal Science, v. 21, n. 2, p. 355-361, 1962.

CONROY, S. B. et al. **The relationship of various muscular and skeletal scores and ultrasound measurements in the live animal, and carcass classification scores with carcass composition and value of bulls**. Livestock Science, v. 127, n. 1, p. 11-21, 2010.

COOK, A. C.; KOHLI, M. L.; DAWSON, W. M. **Relationships of five body measurements to slaughter grade, carcass grade, and dressing percentage in milking shorthorn steers**. Journal of Animal Science, v. 10, n. 2, p. 386-393, 1951.

DE PAULA, N. F. et al. **A. Predicting carcass and body fat composition using biometric measurements of grazing beef cattle**. Journal of Animal Science, v. 91, n. 7, p. 3341-3351, 2013.

DRENNAN, M. J.; MCGEE, M.; KEANE, M. G. **The value of muscular and skeletal scores in the live animal and carcass classification scores as indicators of carcass composition in cattle**. Animal, v. 2, n. 5, p. 752-760, 2008.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Statical Pocketbook Word food and agriculture**. 2017 Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>. Acesso em: 21 maio 2019.

FEDERATION, **Beef Improvement. Guidelines for uniform beef improvement programs.** Beef Improvement Federation, 9th edition (ed. LV Cundiff, LD Van Vleck and WD Hohenboken), p. 17-25, 2010.

FERNANDES, H. J. et al. **Crescimento de componentes corporais de três grupos genéticos nas fases de recria e terminação.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 1, p. 288-296, 2005.

FERNANDES, H. J. et al. **Determination of carcass and body fat compositions of grazing crossbred bulls using body measurements.** Journal of Animal Science, v. 88, n. 4, p. 1442-1453, 2010.

FISHER, A. V. **The accuracy of some body measurements on live beef steers.** Livestock Production Science, v. 2, n. 4, p. 357-366, 1975.

FITZHUGH, H. A. **Animal size and efficiency, with special reference to the breeding female.** Journal of Animal Science, v. 27, n. 3, p. 393-401, 1978.

GERRITS, W. J. et al. **Effect of protein and protein-free energy intake on myofibrillar protein degradation in preruminant calves of 120 and 200 kilograms of live weight.** Journal of Animal Science, v. 76, n. 5, p. 1364-1370, 1998.

GOMES, R. A. et al. **Estimating body weight and body composition of beef cattle through digital image analysis.** Journal of Animal Science, v. 94, n. 12, p. 5414-5422, 2016.

GRION, A. L. et al. **Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nellore cattle.** Journal of Animal Science, v. 92, n. 3, p. 955-965, 2014.

HANKINS, Orville Gerber; HOWE, Paul E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts.** US Department of Agriculture, 1946.

HAIR JUNIOR, J. F. et al. **Multivariate data analysis: with readings.** 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall, p. 730, 1998.

IRSHAD, A. et al. **Factors influencing carcass composition of livestock: A review.** Journal of Animal Production Advances, v. 3, n. 5, p. 177-186, 2013.

JORGE, A. M. et al. **Características quantitativas da carcaça de bubalinos de três grupos genéticos terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade.** Revista Brasileira de Zootecnia, p. 2376-2381, 2005.

JORGE, A. M. et al. **Desempenho produtivo de animais de quatro raças zebuínas, abatidos em três estádios de maturidade. 1. Ganho de peso e de carcaça e eficiência de ganho.** Revista Brasileira de Zootecnia, p. 766-769, 1998.

JORGE, A. M.; VARGAS, A. F. D.; CERVIERI, R. C. **Using real time ultrasound measures in Mediterranean buffaloes bulls to predict beef carcass retail products.** In: World Buffalo Congress. p. 193-194, 2004.

KLOSTERMAN, E. W. **Beef cattle size for maximum efficiency.** Journal of Animal Science, v. 34, n. 5, p. 875-880, 1972.

LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. **Growth of farm animals.** CAB Int. Wallingford, UK. doi, v. 10, n. 9780851994840.0000, 2002.

LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R.; NOVAKOFSKI, J. E.. **Growth of Farm Animals.** Cabi, 2012.

LEVINE, D. M. et al. **Estatística: Teoria e aplicações.** Rio de Janeiro: LTC, 2011, 5. ed., p. 752.

LONG, R. A. **El sistema de evaluación de Ankony y su aplicación en la mejora del ganado.** Colorado: Ankony Corporation, 1973.

LUCHIARI FILHO, A. **Characterization and prediction of carcass cutability traits of zebu and zebu crossbred types of cattle produced in Southeast Brazil.** Kansas University, 1986.

MADELLA-OLIVEIRA, A. P. et al. **Aspectos da comercialização de carne e leite de bubalinos na região Norte Fluminense.** Revista Brasileira de Reprodução Animal. Belo Horizonte, v.29, n.1, p.53-54, jan./mar. 2005.

MALLOWS, C. L. **Some comments on Cp.** Technometrics, v. 15, p.661-675, 1973.

MALLOWS, C. L. **More comments on Cp.** Technometrics, v. 37, p. 362–372, 1995.

MARCONDES, M. I. et al. **Prediction of physical and chemical body compositions of purebred and crossbred Nellore cattle using the composition of a rib section.** Journal of Animal Science, v. 90, n. 4, p. 1280-1290, 2012.

MAY, S. G. et al. **Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability.** Journal of Animal Science, v. 78, n. 5, p. 1255-1261, 2000.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros.** 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 521. 2012.

MSANGI, B. S. J. et al. **Body measurements as a management tool for crossbred dairy cattle under smallholder farm conditions in Tanzania.** In: Proceedings of the Tanzania Society of Animal Production 26 th Scientific Conference. 1999.

NORTHCUTT, S. L.; WILSON, D. E.; WILLHAM, R. L. **Adjusting weight for body condition score in Angus cows.** Journal of Animal Science, v.70 n.5, 1342-1345, 1992.

OWENS, F. NELLORE; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. **Factors that alter the growth and development of ruminants.** Journal of Animal Science, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

OWENS, Fredric N. et al. **Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle.** Journal of Animal Science, v. 73, n. 10, p. 3152-3172, 1995.

PANARETTO, B. A.; TILL, A. R. **Body composition in vivo. 2. The composition of mature goats and its relationship to the antipyrine, tritiated water, and N-acetyl-4-aminoantipyrine spaces.** Australian Journal of Agricultural Research, v. 14, p. 926-943, 1963.

PANI, S. N.; GUHA, S.; BHATTACHARYA, P. **Estimation of body surface area of Indian cattle. III. Body surface area from linear measurements.** Indian Journal of Dairy Science, 1981.

PATHAK, V.; SINGH, V. P.; SANJAY, Y. **Ultrasound as a modern tool for carcass evaluation and meat processing; a review.** International Journal of Meat Science, v. 1, n. 2, p. 83-92, 2011.

POWELL, W. E.; HUFFMAN, D. L. **Predicting chemical composition of beef carcasses from easily obtainable carcass variables.** Journal of Animal Science, v. 36, n. 6, p. 1069-1076, 1973.

SIGNORETTI, R. D.; COELHO DA SILVA, J. F.; VALADARES FILHO, S. D. C. **Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 28, n. 1, p. 195-204, 1999.

SILVA, S. R. et al. **Estimation in vivo of the body and carcass chemical composition of growing lambs by real-time ultrasonography.** Journal of Animal Science, v. 83, n. 2, p. 350-357, 2005.

SOARES, F. S.; DRYDEN, G. McL. **A body condition scoring system for Bali cattle.** Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, v. 24, n. 11, p. 1587-1594, 2011.

SPRINKLE, J. E. et al. **Adipose tissue partitioning of limit-fed beef cattle and beef cattle with ad libitum access to feed differing in adaptation to heat.** Journal of Animal Science, v. 76, n. 3, p. 665-673, 1998.

TARIQ, M. et al. **Body Measurements and Body Condition Scoring as Basis for Estimation of Live Weight in Nili-Ravi Buffaloes.** Pakistan Veterinary Journal, v. 33, n. 3, 2013.

TRENKLE, A.; MARPLE, D. N. **Growth and development of meat animals.** Journal of Animal Science, v. 57, n. suppl_2, p. 273-283, 1983.

USDA, **United States Department of Agriculture . United states standards for grades of feeder cattle.**2000. Disponível em: <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/beef/ntt-carcass-documents>: Acesso em 27 maio de 2019.

VALADARES FILHO, S. D. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE.** Viçosa, MG: UFV, Suprema Gráfica Ltda, 2006.

VARGAS, C. A. et al. **Genetic parameters and relationships between hip height and weight in Brahman cattle.** Journal of Animal Science, v. 78, n. 12, p. 3045-3052, 2000.

VAZ, F. N.; RESTLE, J. **Ganho de peso antes e após os sete meses no desenvolvimento e nas características de carcaça e carne de novilhos Charolês abatidos aos dois anos.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 32, n. 3, p. 699-708, 2003.

VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO DA SILVA, J. F. **Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 6, p. 2379-2389, 2000.

ZULU, V. C. et al. **Relationship between body condition score and ultrasonography measurement of subcutaneous fat in dairy cows.** Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, v. 14, n. 6, p. 816-820, 2001.

**PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICA DA CARÇA DE
BUBALINOS A PARTIR DE MEDIDAS BIOMÉTRICAS *IN VIVO* E *POST*
*MORTEM***

Resumo: Objetivou-se com esse estudo avaliar os componentes físicos da carcaça por meio de equações de predição, utilizando como variáveis independentes medidas biométricas realizadas na fazenda, características de carcaça coletadas no frigorífico e o conjunto de ambas, em bubalinos. Foram utilizados 75 machos não castrados (25 de cada raça: Jafarabadi, Mediterrânea e Murrah), com peso vivo e idade média de 314 ± 117 kg e 390 ± 58 dias, respectivamente. Os animais foram confinados em baias coletivas e alimentados de forma *ad libitum* durante 240 dias (28 dias de adaptação e 212 dias de coleta de dados). No início e ao término do experimento foram realizadas avaliações de ultrassonografia (AOL, EGS e EGG) e a cada 28 dias pesagens, determinação da altura da garupa (AG) e escore de condição corporal (ECC). As equações para estimar a composição física da carcaça foram desenvolvidas pelo método de regressão passo a passo (stepwise). As variáveis independentes usadas no desenvolvimento da equação de predição foram: medidas de ultrassom (AOL, EGS e EGP), medidas corporais (PV, AG e ECC) e medidas nas carcaças (comprimento, profundidade e compacidade). As equações foram selecionadas considerando o coeficiente de determinação do modelo (R^2), o erro-padrão de predição (EPP), e a estatística $C_p = \frac{(SQR + 2p - n)}{\hat{\sigma}^2}$, em que SQR é a soma de quadrados de resíduo, $\hat{\sigma}^2$ é a variância residual, p é o número de parâmetros do modelo, incluindo o intercepto, e n é o número de registros. As equações para prever a composição física da carcaça, utilizando medidas biométricas *in vivo* apresentaram altos coeficientes de determinação de 0,80, 0,67 e 0,83, para tecido muscular, adiposo e ósseo, respectivamente. Foram observados coeficientes de determinação de 0,90 para músculo, 0,70 para gordura e 0,84 para osso, utilizaram-se as variáveis independentes coletadas na carcaça *post mortem*. Coeficientes de determinação altos e positivos também foram observados nas equações de predição, quando utilizamos o conjunto de dados obtidos *in vivo* e *post mortem*, porém foi necessário um número maior de variáveis independentes, quando comparados aos dados coletados apenas *in vivo*. Pode-se concluir que, as equações de predição obtidas a partir de modelos, tanto *in vivo* como *post mortem*, apresentam alta força preditiva e são suficientemente acuradas para serem utilizadas na estimativa dos componentes físicos da carcaça e do corpo vazio de bubalinos.

Palavras chave: Composição física, Jafarabadi, Murrah, Mediterrâneo, Zootecnia de precisão.

**PREDICTION OF THE PHYSICAL COMPOSITION OF THE HOUSING
FROM BIOMETRIC MEASURES IN VIVO AND IN THE HOUSING OF
BUBALINS.**

Abstract: The objective of this study was to evaluate the physical components of the carcass by means of prediction equations, using as independent variables biometric measurements performed on the farm, carcass characteristics collected in the refrigerator and the set of both, in buffaloes. Seventy-five uncastrated males (25 of each race: Jafarabadi, Mediterranean and Murrah) were used, with weight and average age of 314 ± 117 kg and 390 ± 58 days, respectively. The animals were confined in collective bays and fed ad libitum for 240 days (28 days of adaptation and 212 days of data collection). Ultrasonography (longissimus muscle area - LMA, 12th-rib fat thickness - BF and rump fat thickness - RMFT) were performed at the beginning and at the end of the experiment, and at each 28-day weighing, determination of croup height (CH) and body condition score (BCS). The equations to estimate the physical composition of the carcass were developed by the stepwise regression method. The independent variables used in the development of the prediction equation were: ultrasound measurements (longissimus muscle area - LMA, 12th-rib fat thickness - BF and rump fat thickness - RMFT), body measurements (BW, CH and BCS) and measurements on the carcasses (length, depth and compactness). The equations were selected considering the coefficient of determination of the model (R^2), the standard error of prediction (SEP), and the statistic $C_p \left(\frac{SQR}{\hat{\sigma}^2} + 2p - n \right)$, where SQR is the sum of squares of residual, $\hat{\sigma}^2$ is the residual variance, p is the number of model parameters, including the intercept, en is the number of records. The equations to predict the physical composition of the carcass, using in vivo biometric measurements presented high coefficients of determination of 0.80, 0.67 and 0.83, for muscle, adipose and bone tissue, respectively. Determination coefficients were 0.90 for muscle, 0.70 for fat and 0.84 for bone, using the independent variables collected in the post-mortem carcass. High and positive determination coefficients were also observed in the prediction equations when we used the data set obtained in vivo and postmortem, but a larger number of independent variables were required when compared to the data collected only in vivo. We can conclude that the prediction equations obtained from models, both in vivo and postmortem, have high predictive power and are sufficiently accurate to be used in estimating the physical components of the carcass and the empty body of buffaloes.

Keywords: Physical composition, Jafarabadi, Murrah, Mediterranean, Animal husbandry.

1 INTRODUÇÃO

Pesquisas sobre as características de carcaças de bubalinos criados para carne em diferentes condições de manejo, alimentação e ambiência no Brasil são ainda escassas e os resultados existentes, contraditórios necessitando de mais estudos (Jorge et al., 1997).

É crucial para indústria de carne a previsão dos parâmetros de composição da carcaça e a proporção de tecidos importantes, como músculo, gordura e osso. A proporção desses tecidos pode ser alterada por vários fatores, incluindo idade, peso, raça, sexo ou nutrição (Berg & Butterfield, 1968). Nesse sentido, é importante que estejam disponíveis para produtores e pesquisadores, métodos rápidos, eficientes, precisos e econômicos para estimar a composição física da carcaça e de seus cortes (Hankins & Howe, 1946).

A utilização de metodologias que não impliquem necessariamente no abate do animal para a coleta de dados apresentam inúmeras vantagens, destacando-se a possibilidade de repetição no mesmo animal em caso de dúvida e a redução dos custos com mão-de-obra e prejuízos ocasionados pela depreciação da carcaça (Marcondes et al., 2012).

Fernandes et al. (2010) descobriram que combinações de diferentes medidas biométricas obtidas *in vivo* ou *post mortem* podem ser uma ferramenta para estimar quantidades físicas e químicas de gordura na carcaça e corpo de touros em pastejo.

Gresham et al. (1986) relatou alta correlação de peso de corpo vazio e circunferência corporal com gordura física da carcaça de bovinos. De Paula et al. (2013) desenvolveram equações de predição utilizando medidas biométricas e obtiveram resultados satisfatórios utilizando como variáveis independentes volume corporal, gordura subcutânea, gordura corporal e gordura visceral.

Neste mesmo sentido, Müller (1987) aponta que o comprimento de carcaça está altamente correlacionado com o peso de carcaça e peso dos cortes de maior valor econômico e, em carcaças de comprimento e acabamento semelhantes, as de maior peso apresentam melhor conformação e, melhor proporção da parte comestível/osso.

Desta forma, objetivou-se com esse estudo estimar os componentes físicos da carcaça por meio de equações de predição, utilizando como variáveis independentes medidas morfométricas realizadas na fazenda, características de carcaça coletadas no frigorífico e o conjunto de ambas, em bubalinos de três grupos genéticos (Jafarabadi, Murrah e Mediterrâneo), em regime de confinamento.

Tabela 04: Equações de regressão simples e múltipla para predição da composição física do corpo vazio, obtidos através de dados obtidos *in vivo* no frigorífico.

Variáveis dependentes	Nº	Variáveis Independentes	RMSE ¹	Intercepto	Estimador	R ²	C _p ²
Músculo, kg	75	PCVZ	3,448	16,166	-0,042	0,80	83,469
		PCF			0,211	0,86	39,043
		ProfCar			49,309	0,88	27,360
		PCQ			0,210	0,89	16,513
		AG			-35,570	0,91	4,864
Gordura, kg	75	PCVZ	2,151	29,471	0,070	0,59	51,645
		CompCar			-33,716	0,71	16,272
		EGS			0,285	0,75	5,820
		ProfCar			-11,080	0,77	2,568
Osso, kg	75	CompCar	1,181	-34,261	20,380	0,80	35,737
		AG			18,356	0,85	9,199
		PCVZ			0,011	0,87	2,218

PCVZ: Peso de corpo vazio (kg); PCF: Peso de carcaça fria (kg); ProfCar: Profundidade de carcaça (cm); PCQ: Peso de carcaça quente (kg); AG: Altura de garupa (cm); CompCar: Comprimento de carcaça (cm); EGS: Espessura de gordura subcutânea (cm); RMSPE = Erro médio quadrático previsto como kg; C_p² = Estatísticas C_p de Mallows.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados, pode-se concluir que, as equações de predição obtidas a partir de modelos, tanto *in vivo* como *post mortem*, apresentam alta força preditiva e são suficientemente eficazes para serem utilizadas na estimativa dos componentes físicos da carcaça e do corpo vazio de bubalinos.

As equações realizadas com medidas biométricas coletadas na fazenda apresentaram boa precisão, no entanto, menores quando comparadas às equações realizadas com os dados coletados no frigorífico e frigorífico+fazenda. Esses resultados mostram que o produtor consegue pré-determinar os componentes físicos da carcaça de bubalinos com eficiência, porém se conciliar ambos os dados, a margem de erro das equações diminui. As equações realizadas com as variáveis independentes coletadas no frigorífico, permite ao estabelecimento definir quais carcaças apresentarão melhores rendimentos das partes comestíveis.

5.REFERÊNCIAS

Berg, R. T., & Butterfield, R. M. (1968). Growth patterns of bovine muscle, fat and bone. *Journal of Animal Science*, 27(3), 611-619.

Brasil. (1997). Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento, Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal [Food of animal origin sanitary and industry inspection]. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil.

De Paula, N. F., L. O. Tedeschi, M. F. Paulino, H. J. Fernandes, and M. A. Fonseca. 2013. Predicting carcass and body fat composition using biometric measurements of grazing beef cattle¹. *Journal Animal Science*. 91:3341-3351. doi:10.2527/jas.2012-5233.

Cartwright, T. C. (1979). Size as a component of beef production efficiency: cow-calf production. *Journal of Animal Science*, 48(4), 974-980.

FAOSTAT. (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Statical Pocketbook Word food and agriculture. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>. Acesso em: 21/05/2019.

Fernandes, H. J., L. O. Tedeschi, M. F. Paulino, and L. M. Paiva. (2010). Determination of carcass and body fat compositions of grazing crossbred bulls using body measurements¹. *Journal of Animal Science*. 88:1442-1453. doi:10.2527/jas.2009-1919.

Farjalla, Y. B. (2009). Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore estratificados pela eficiência alimentar através do consumo alimentar residual. 57 p. Doctoral dissertation, (Master of Animal Science and Pastures) Piracicaba: University of São Paulo.

Garrett, W. N., & Hinman, N. (1969). Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. *Journal of Animal Science*, 28(1), 1-5.

Gresham, J. D., Holloway, J. W., Butts Jr, W. T., & McCurley, J. R. (1986). Prediction of mature cow carcass composition from live animal measurements. *Journal of Animal Science*, 63(4), 1041-1048.

Hammond, J. (1932). Growth and the development of mutton qualities in the sheep. A survey of the problems involved in meat production. Growth and the development of mutton qualities in the sheep. A survey of the problems involved in meat production.

Hankins, O. G., & Howe, P. E. (1946). Estimation of the composition of beef carcasses and cuts (No. 926). US Department of Agriculture.

Herring, W. O., Miller, D. C., Bertrand, J. K., & Benyshek, L. L. (1994). Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 72(9), 2216-2226.

Jorge, A. M., & de Lima, C. (2011). Cadeia produtiva da carne de buffalo. Visão da Universidade. In II Simposio da cadeia produtiva da Bubalinocultura (p. 1).

Jorge, A. M., Fontes, C. D. A., Freitas, J. D., Soares, J. E., Rodrigues, L. R., Resende, F. D., & Queiroz, A. D. (1997). Rendimento de carcaça e de cortes básicos de bovinos e bubalinos, abatidos em diferentes estádios de maturidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 26(5), 1048-1054.

Khalil, R., & Vaccaro, L. (2002). Body weights and measurements in dual purpose cows: their interrelation and association with genetic merit for three production traits.

Lofgreen, G. P., Hull, J. L., & Otagaki, K. K. (1962). Estimation of empty body weight of beef cattle. *Journal of Animal Science*, 21(1), 20-24.

Mader, T. L., Davis, M. S., & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712-719.

Magalhães, A. L. R., Campos, J. M. S., Cabral, L. S., Mello, R., Freitas, J. A., Torres, R. A., ... & Assis, A. J. (2006). Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(2), 591-599.

Mallows, C. L. (1973). Some comments on C p. *Technometrics*, 15(4), 661-675. Doi:10.2307/1267380.

Marcondes, M. I., Tedeschi, L. O., Valadares Filho, S. C., & Chizzotti, M. L. (2012). Prediction of physical and chemical body compositions of purebred and crossbred Nellore cattle using the composition of a rib section. *Journal of Animal Science*, 90(4), 1280-1290.

McIntyre, B. L. (1994). Carcase measurements and treatments. In *Proceedings-Australian Society Of Animal Production* . Australian Society Of Animal Production. 20. 37-37.

Muller, L. (1987). Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos. Santa Maria: UFSM, Imprensa Universitária, 31.

Narciso, M. H. P. M., Jorge, A. M., Castilhos, A. M., Francisco, C. L., Aranha, A. S. (2017). Estimativa do peso do corpo vazio de três grupos genéticos de bubalinos. XXVIII Congresso de iniciação científica da Unesp.

Peron, A. J., Fontes, C. A. A., Lana, R. P., Queiroz, A. C., Silva, D. J., & Freitas, J. A. (1993). Predição da composição corporal e da carcaça de bovinos através de métodos indiretos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 22(2), 227-237.

Shahin, K. A., & Berg, R. T. (1987). Influence of bone growth on muscle growth and bone-muscle relationships in double-muscled and normal cattle. *Animal Science*, 44(2), 219-225.

Spitzer, J. C. Influences of nutrition on reproduction in beef cattle. (1986) In: MORROW, D. A. (Ed.). *Current therapy in Theriogenology*. 2. ed. Philadelphia: W. B. Saunders,. 231-234.

Stewart, D. M. (1972). The role of tension in muscle growth. *Regulation of organ and tissue growth*, 77-100.

Welegedara, N. P. Y. (2013). *Energetics of carcass muscle and fat growth of composite types at different harvest times*. University of Alberta (Canada).

Woodward, R. R. (1959). Relationships between measures of performance, body form, and carcass quality of beef cattle. *MT Agr. Exp. Sta. Bull.* 550.

Wythe Jr, L. D., Orts, F. A., & King, G. T. (1961). Bone-muscle relationships in beef carcasses. *Journal of Animal Science*, 20, 3-5.