

CIRCULAR TÉCNICA

51

Bagé, RS
Outubro, 2019

Procedimento de capacitação, atualização e certificação de técnicos para coleta de fenótipos em programas de avaliação e melhoramento genético em bovinos de corte

Marcos Jun Iti Yokoo
Fernando Flores Cardoso
Fabiano R. C. Araújo
Leandro Lunardini Cardoso
Jaime Urdapilleta Tarouco



Procedimento de capacitação, atualização e certificação de técnicos para coleta de fenótipos em programas de avaliação e melhoramento genético em bovinos de corte¹

Introdução

Rotineiramente, os programas de avaliação e melhoramento genético de bovinos de corte são abastecidos por dados fenotípicos mensurados no campo por técnicos treinados e aptos a coletar tais medidas. Cursos de reciclagem, atualização e certificação de técnicos são realizados periodicamente por demanda dos programas para manter e/ou aprimorar a qualidade dos fenótipos coletados. Desta forma, as avaliações genéticas se tornam mais confiáveis, auxiliando o produtor a selecionar e descartar animais com menor risco de erro, trazendo, conseqüentemente, um maior ganho genético nos respectivos critérios de seleção.

O objetivo geral desta circular técnica é descrever critérios estatísticos e parâmetros recomendados para avaliar o desempenho prático individual de técnicos dos programas de melhoramento genético de bovinos de corte durante cursos de treinamento, credenciamento, atualização e reciclagem para avaliação morfológica visual e de carcaça por ultrassonografia.

¹ Marcos Jun Iti Yokoo, zootecnista, doutor em genética e melhoramento animal, pesquisador, Embrapa Pecuária Sul; Fernando Flores Cardoso, médico-veterinário, doutor em bioinformática com ênfase em estatística genômica, pesquisador, Embrapa Pecuária Sul; Fabiano Araújo, médico-veterinário, Msc em produção animal, diretor-técnico, Aval Tech, Leandro Lunardi Cardoso, zootecnista, doutor em zootecnia, autônomo, bolsista Capes-Embrapa, Jaime Urdapilleta Tarouco, zootecnista, doutor em zootecnia, professor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Os objetivos específicos são:

- a) Apresentar parâmetros objetivos para avaliar a habilidade dos técnicos na obtenção de fenótipos de qualidade;
- b) Definir um procedimento padronizado para treinamento, credenciamento, atualização e reciclagem técnica por meio de cursos teórico-práticos, incluindo a geração e disponibilização de estatísticas utilizando os parâmetros objetivos;
- c) Manter um cadastro de técnicos (jurados) com suas respectivas estatísticas;
- d) Abastecer os programas de avaliação genética com fenótipos de qualidade e consistentes;

Escores visuais

Muitas características morfológicas consideradas atualmente nos programas de melhoramento de bovinos de corte são avaliadas por meio de escores visuais. Esses escores são atribuídos em escalas ordinais (entre 1 e 3, ou entre 1 e 5, ou entre 1 e 6, etc) de acordo com critérios pré-definidos, os quais, dependendo da característica em questão, são avaliados em valores absolutos ou relativos ao desempenho médio dos grupos de manejo. Exemplos de programas de avaliação e melhoramento genético, parceiros da Embrapa são listados a seguir:

1. PROMEBÓ (Programa de Melhoramento de Bovinos de Carne da Associação Nacional de Criadores): Os critérios de seleção mais utilizados são os escores visuais (avaliação morfológica) das características conformação (C), precocidade (P), musculatura (M), tamanho corporal (T), umbigo (U), padrão racial (R) e pelame (PL), conforme descrito no manual do PROMEBÓ (Promebo, 2015).

2. PampaPlus (Programa de Avaliação e Melhoramento Genético disponibilizado aos associados da Associação Brasileira de Hereford e Braford): os critérios de seleção mais utilizados são os escores visuais de musculatura (M), estatura (E), características raciais (R), aprumos e locomoção (A), e características sexuais secundárias (S), conforme descrito no manual do PampaPlus (Cardoso; Lopa, 2013).

3. Programa de melhoramento genético das raças zebuínas da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (PMGZ da ABCZ): os critérios de seleção mais utilizados são os escores visuais de estrutura (E), precocidade (P), e musculatura (M), conforme descrito no manual da PMGZ Corte da ABCZ.¹

Avaliações de carcaça por ultrassonografia

Além destes critérios de seleção citados acima, os programas de avaliação e melhoramento genético em bovinos de corte vêm utilizando características de carcaça obtidas por ultrassom, tais como: a área de olho de lombo (AOL, cm²), que é a área de uma secção transversal do músculo *Longissimus* entre as 12^a e 13^a costelas, correspondente ao corte transversal da carne denominada contrafilé; a espessura de gordura subcutânea (EG, mm), que é a espessura do depósito de gordura subcutânea entre as 12^a e 13^a costelas sobre o músculo *Longissimus* (gordura do contrafilé); a espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8, mm), que é a espessura do depósito de gordura subcutânea entre os ossos íleo e ísquio, mensurada na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris* (gordura da ponta da picanha), e a porcentagem de gordura intramuscular (GIM, %), que é a porcentagem de gordura intramuscular do contrafilé, que está correlacionada com o grau de marmorização, medida obtida na direção longitudinal sobre o músculo *Longissimus* entre a 12^a e a 13^a costelas (marmorio do contrafilé), conforme descrito em Whittaker et al. (1992), Yokoo et al. (2008, 2011).

¹ Disponível em: <<http://www.abcz.org.br/Home/Conteudo/25758-Regulamento-EPMURAS>>.

No caso dos critérios de seleção utilizando as medidas de carcaça obtidas por ultrassom, as medidas são realizadas no campo e as imagens armazenadas para que, posteriormente, um técnico de laboratório possa interpretá-las e gerar o fenótipo propriamente dito. Estes fenótipos abastecerão os respectivos bancos de dados, impondo a necessidade de as medidas serem feitas de maneira mais acurada e precisa, tanto pelo técnico de campo que coleta as imagens por ultrassom e também pelo técnico de laboratório que as interpreta.

Processo de capacitação, atualização, avaliação e certificação

O processo de capacitação no credenciamento, reciclagem e atualização de técnicos para coleta qualificada de dados fenotípicos deve envolver três etapas: uma teórica, outra prática e, na terceira parte, uma prova de reciclagem ou certificação. Nas aulas teóricas os técnicos (e/ou jurados) revisam os conceitos que descrevem os critérios a serem avaliados, conforme mencionado acima e descrito no material de suporte dos programas de melhoramento, e também são orientados em como proceder as avaliações (visuais ou por ultrassom). Na sequência, esses técnicos devem seguir para a mangueira (curral) onde irão treinar a avaliação de animais na prática, aplicando os conceitos teóricos sob a orientação de instrutores capacitados. Finalmente, a última etapa do processo, também realizada em mangueira (curral), será a prova prática (teste), que consiste no técnico avaliar animais (escores visuais dos respectivos programas de melhoramento ou coleta de dados por ultrassom) simulando o procedimento usual de coleta de fenótipos nas rotinas de campo.

Nessa prova prática, os técnicos devem avaliar entre 20 e 30 animais, por duas vezes, em momentos distintos, sendo que em cada momento, cada animal estará com uma identificação diferente e em sequência aleatória. Este procedimento tem por objetivo avaliar a habilidade do técnico em repetir a mesma avaliação em um mesmo animal (grau de associação entre as avaliações feitas no mesmo animal). Ou seja, cada técnico deve avaliar cada animal, por pelo menos duas vezes sem saber sua verdadeira identificação, para podermos avaliar o quão consistente são suas medidas para determinado critério de seleção (característica) quando repetidas no mesmo animal.

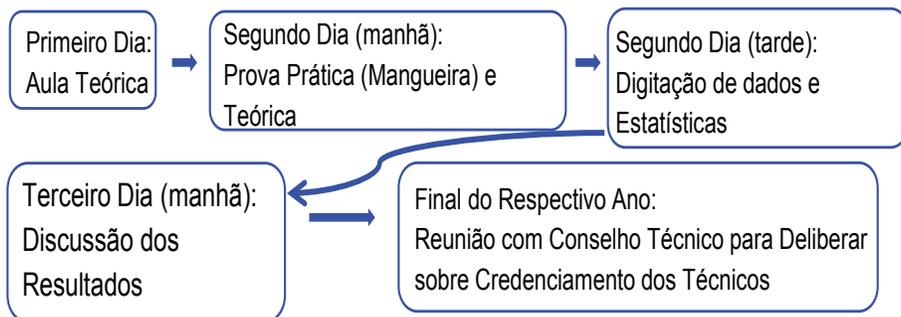


Figura 1. Fluxograma do nosso processo de capacitação.

Junto aos técnicos deve haver dois ou três técnicos-referência, ou seja, técnicos que são considerados experientes, acurados e precisos nas suas avaliações (coleta dos fenótipos). As avaliações dos técnicos “referência”, como o próprio nome diz, servem de referência para os demais técnicos do curso de reciclagem e atualização. Ou seja, os demais técnicos devem seguir o mesmo parâmetro dos técnicos “referência”, sendo que o grau de associação entre medições do mesmo animal entre os técnicos em reciclagem e os técnicos “referência” deve ser “alta” para que o técnico do curso de reciclagem e atualização seja considerado proficiente.

Em algumas ocasiões pode não se ter técnicos-referência, adotando-se como referência a média de todos os técnicos participantes do curso para cada animal e critério, ou, no caso de avaliação da carcaça por ultrassom, a referência pode ser a mensuração na carcaça do próprio animal que deve ser abatido e mensurado logo após o teste prático.

Estatísticas da avaliação de proficiência

A seguir, são detalhados os parâmetros e as estatísticas utilizados no teste de proficiência:

1. Coeficiente de correlação: mede o grau pelo qual duas medidas tendem a alterar concomitantemente. O coeficiente descreve a força e a direção desta relação (associação). Esta correlação pode ser calculada de duas estatísticas diferentes:

a) A correlação de “Pearson”: avalia a relação linear entre duas variáveis contínuas. Uma relação é linear quando a mudança em uma variável é associada a uma alteração proporcional na outra variável. Por exemplo, podemos utilizar uma correlação de “Pearson” para avaliar se aumentos na espessura de gordura subcutânea mensurada por ultrassom estão associados a uma maior nota de score de Precocidade (P) avaliada visualmente por um técnico, ou seja, estas medidas se equivalem? Outro exemplo, como utilizado nos cursos de reciclagem, a correlação de “Pearson” mede a associação linear entre medidas estimadas a partir das notas coletadas por um determinado técnico e as notas de referência, na avaliação visual. A correlação pode ser representada pela seguinte fórmula:

$$\text{Cor_Per}_j = \text{cov}(y_{ij}, y_i^*) / \sqrt{[\text{var}(y_{ij}) \times \text{var}(y_i^*)]}$$
, onde j é $j^{\text{ésimo}}$ técnico, i é o $i^{\text{ésimo}}$ animal em teste, e $*$ é a mensuração referência.

b) Correlação de Classificação (Correlação de “Spearman”): medida da coincidência estatística entre a classificação de duas variáveis. O coeficiente avalia com que intensidade a relação entre duas variáveis pode ser descrita entre dois conjuntos de notas ordenadas (quando se preserva a relação de ordem). Em uma correlação de classificação, as variáveis tendem a alterar conjuntamente, mas não necessariamente a uma taxa constante. Assim, o coeficiente de correlação de “Spearman” se baseia nos valores classificados de cada variável, em vez de os dados brutos.

A correlação de “Spearman” é muito utilizada para avaliar relações envolvendo variáveis ordinais como é o caso das notas nos escores. Por exemplo, com a correlação de “Spearman”, o intuito é avaliar se a ordem na qual os alunos classificam um determinado lote de animais está relacionada à classificação referência, mesmo as notas não sendo idênticas. Portanto, mesmo um técnico não classificando alguns animais da forma idêntica à referência, podemos assim avaliar se estes foram ou não prejudicados pela inversão da classificação. Para calcular a correlação de classificação ou correlação de “Spearman”, simplesmente, na fórmula acima (da correlação de “Pearson”) se substitui cada valor pelo seu posto (classificação).

Os coeficientes de correlação variam entre -1,0 e +1,0 ou entre -100% e +100%. Correlações próximas a esses extremos indicam um elevado grau de associação entre as variáveis. Correlações mais perto de zero indicam um baixo grau de associação, ou seja, quando uma relação é aleatória ou inexistente, o coeficiente de correlação se aproxima de zero. O sinal do coeficiente de correlação indica se a relação é favorável ou não, ou seja, se uma variável aumenta quando a outra aumenta, mas a quantidade não é consistente, o coeficiente de correlação de “Pearson” é positivo, mas menor que +1 ou 100%, contudo, o coeficiente de “Spearman” ainda será +1, ou 100%, neste caso.

Nos cursos de reciclagem, as correlações calculadas devem ser positivas e, idealmente, muito altas (ou seja, o mais próximo possível de +1,0 ou de +100%). Geralmente, valores maiores que +0,70 ou +70% são considerados ideais para o técnico que está fazendo a reciclagem ou atualização.

2. Viés: estatística que representa a diferença média entre as medidas estimadas a partir de notas coletadas por um determinado técnico e as medições realizadas pelo técnico “referência”. Idealmente, queremos obter um viés o mais próximo possível de zero. O Viés auxilia o técnico a melhorar sua avaliação em relação ao técnico-referência, pois quando se obtém um valor negativo, o técnico subestima sistematicamente a nota (fenótipo), e quando este valor é positivo, o técnico superestima a nota (fenótipo).

Essa estatística é avaliada em duas formas: Viés e o Viés Absoluto, este último sendo o viés, onde o sinal é ignorado (ou seja, positivo ou negativo), por isso nós o chamamos de viés absoluto. Idealmente, objetivamos a obtenção de um viés absoluto pequeno e próximo de zero. O Viés pode ser representado pela seguinte fórmula:

$$\text{Viés}_j = \sum_i (y_{ij} - y_i^*) / n$$
, onde j é $j^{\text{ésimo}}$ técnico, i é o $i^{\text{ésimo}}$ animal em teste, $*$ é a mensuração referência, e n é o número de animais no teste.

3. Desvio padrão do erro de avaliação (DPAval): estatística que mede a acurácia das estimativas das notas de um determinado técnico. O DPAval é uma função da variação na característica e da correlação. Desta forma, o objetivo é que esse valor seja pequeno e o mais próximo de zero. O DPAval pode ser representado pela seguinte fórmula:

$$\text{DPAval}_j = \sqrt{[\sum_i (y_{ij} - y_i^* - \text{Viés}_j)^2 / (n - 1)]}$$
, onde j é $j^{\text{ésimo}}$ técnico, i é o $i^{\text{ésimo}}$ animal em teste, e n é o número de animais no teste.

4. Repetibilidade (Repet): medida do grau de associação entre medições repetidas no mesmo animal. A repetibilidade pode também ser definida como a correlação entre as medidas repetidas, e os seus valores são apresentados e interpretados como os valores da correlação. Durante as capacitações, por exemplo, os técnicos devem avaliar entre 20 e 30 animais, por pelo menos duas vezes, para poder estimar esta estatística. Os coeficientes de repetibilidade variam entre -1,0 e +1,0 ou entre -100% e +100%. Um técnico mais consistente tem uma repetibilidade maior. Assim, objetivamos a obtenção de uma repetibilidade alta, ou seja, perto de +1,0 ou +100%. Valores maiores que +0,75 ou +75% são considerados ideais para o técnico que está fazendo a reciclagem.

5. Desvio padrão da repetibilidade (DPR_{Rep}): mede a acurácia das medições repetidas no mesmo animal. O DPR_{Rep} é obtido a partir das diferenças entre as duas 5. 5. Desvio padrão da repetibilidade (DPR_{Rep}): mede a acurácia das medições repetidas no mesmo animal. O DPR_{Rep} é obtido a partir das diferenças entre as duas medidas realizadas pelo mesmo técnico, desta maneira, a meta é que esse valor seja reduzido, ou seja, o mais próximo de zero. O desvio padrão da repetibilidade pode ser representado pela seguinte fórmula:

$$DPR_{Rep_j} = \sqrt{[\sum_i (y_{ij2} - y_{ij1})^2 / n]}$$
, onde j é j^{ésimo} técnico, i é o i^{ésimo} animal em teste, e n é o número de animais no teste.

Parâmetros das estatísticas das avaliações

O número de medidas e o número de animais avaliados por cada técnico no curso de reciclagem não deve ser inferior a 85% do total de animais avaliados e medidos para poder se estimar estas estatísticas e parâmetros. Estes números devem ser respeitados para que o cálculo das estatísticas descritivas seja obtido de uma forma mais confiável. Assim, geralmente, nos cursos de reciclagem são consideradas as estatísticas acima, com os seguintes valores de referência (parâmetros) para as avaliações feitas por ultrassom e escores visuais, na Tabela 1:

Tabela 1. Parâmetros de referência para as avaliações feitas por ultrassom e escores visuais.

Estatística	Parâmetro mínimo para um técnico ser considerado apto a fazer avaliações e enviar fenótipos com qualidade aos programas de avaliação genética em bovinos de corte
Correlação de “Spearman”	≥ 0,61 ou ≥ 61,00% (Escore Visuais)
Correlação de “Pearson”	≥ 0,70 ou ≥ 70,00% (Ultrassom)
Repetibilidade	≥ 0,65 ou ≥ 65,00% (Escore Visuais) ≥ 0,70 ou ≥ 70,00% (Ultrassom)
Número de medidas	≥ 40 medidas por característica (Escore Visuais e Ultrassom)
Número de animais avaliados	≥ 20 animais (Escore Visuais e Ultrassom)
Viés	Entre -0,46 e 0,38 (Escore Visuais) Entre -0,10 e 0,09 (EG e EGP8) Entre -0,56 e 0,55 (AOL) Entre -0,52 e 0,54 (GIM)
Viés Absoluto	≤ 0,44 (Escore Visuais) ≤ 0,36 (EG e EGP8) ≤ 1,01 (AOL) ≤ 0,71 (GIM)
Desvio padrão do erro de avaliação	≤ 0,38 (Escore Visuais) ≤ 0,08 (EG e EGP8) ≤ 1,01 (AOL) ≤ 0,80 (GIM)
Desvio padrão da repetibilidade	≤ 0,92 (Escore Visuais) ≤ 0,08 (EG e EGP8) ≤ 1,25 (AOL) ≤ 0,78 (GIM)

AOL=Área de olho de lombo; EG=Espessura de gordura subcutânea entre as 12ª e 13ª costelas; EGP8= Espessura de gordura subcutânea na garupa; GIM=Gordura intramuscular;

Ao longo do ano de 2018 foram feitos seis cursos de reciclagem do PROMEBO, um de medidas obtidas por ultrassom, dois cursos do PampaPlus e uma atualização técnica dos jurados da ABCZ. Assim, as características morfológicas (escores visuais) somaram 469 avaliações de cada fenótipo.

Dentro deste total, foram selecionadas 217 estatísticas (de técnicos considerados referência), de todos os escores visuais para gerar os parâmetros mínimos aceitáveis (Tabela 1). Desta forma, foram geradas as médias e desvios-padrão da correlação de “Spearman”, da repetibilidade, do viés, do viés absoluto, do desvio padrão do erro de avaliação e do desvio padrão da repetibilidade de: $0,75 \pm 0,07$; $0,79 \pm 0,07$; $-0,04 \pm 0,21$; $0,16 \pm 0,14$; $0,24 \pm 0,07$; $0,60 \pm 0,16$.

De posse destas médias e desvios-padrão, foram adotados os limiares de utilizar a média ± 2 desvios-padrão para o viés, a média + 2 desvios-padrão para o viés absoluto, o desvio padrão do erro de avaliação e o desvio padrão da repetibilidade, e a média - 2 desvios-padrão para a correlação de “Spearman” e a repetibilidade. Gerando desta forma, os seguintes parâmetros de referência para as avaliações de escores visuais na Tabela 1.

Os parâmetros mínimos obtidos para as características de carcaça utilizando ultrassom, na Tabela 1, foram obtidos do conjunto de dados referentes a oito certificações realizadas no Brasil, de 140 técnicos que tentaram o credenciamento entre os anos de 2003 e 2019.

A seguir, algumas ilustrações (Figuras 2, 3 e 4) das estatísticas geradas pelos técnicos considerados referência, no PROMEBO, de todos os escores visuais para gerar os parâmetros mínimos aceitáveis.

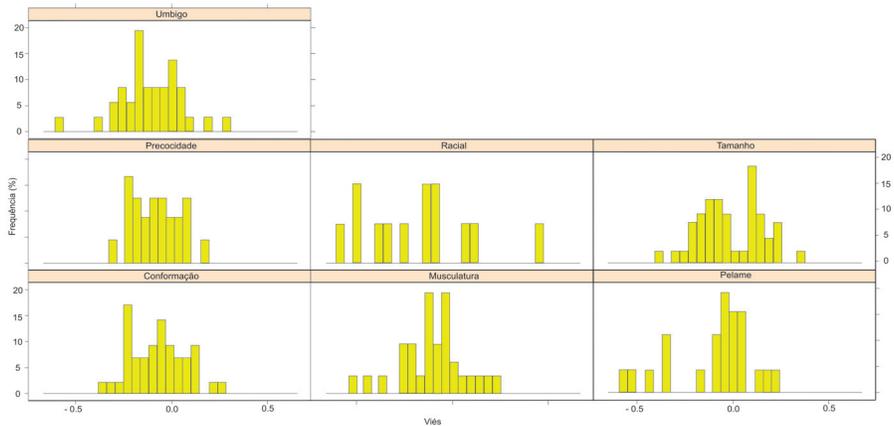


Figura 2. Distribuição do viés das características escores de umbigo, precocidade, racial, tamanho, conformação, musculatura e pelame, mensuradas pelos técnicos considerados referência no PROMEBO.

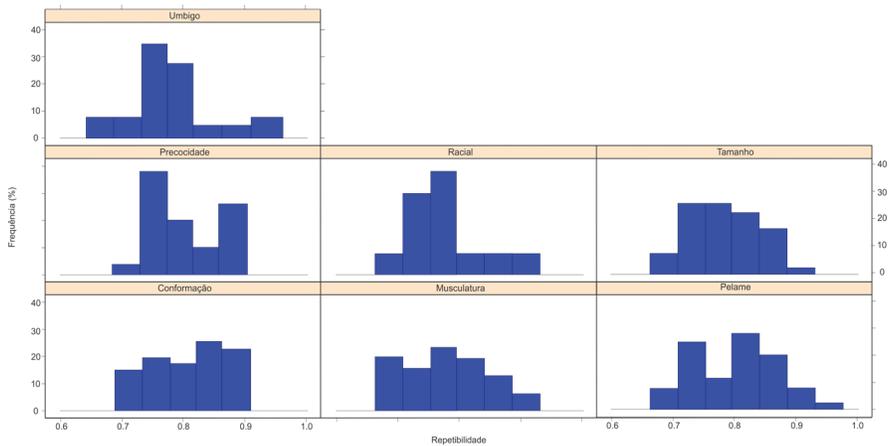


Figura 3. Distribuição da repetibilidade das características escores de umbigo, precocidade, racial, tamanho, conformação, musculatura e pelame, mensuradas pelos técnicos considerados referência no PROMEBO.

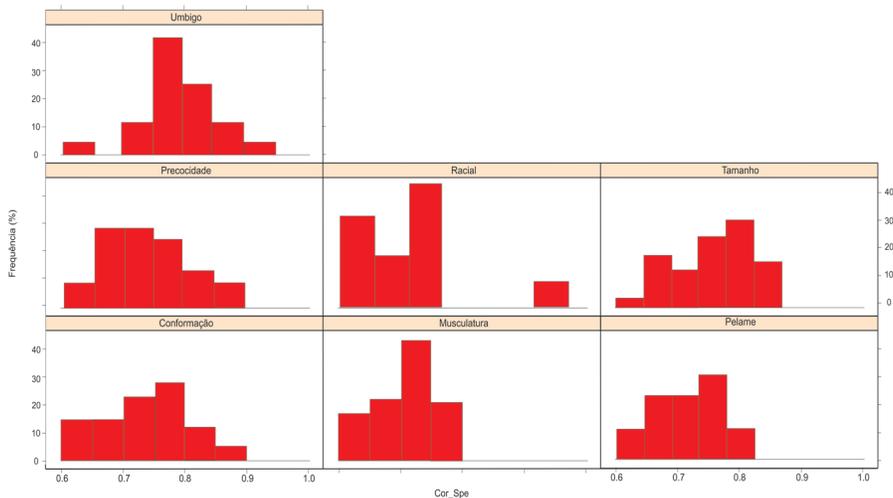


Figura 4. Distribuição da correlação de “Spearman” das características escores de umbigo, precocidade, racial, tamanho, conformação, musculatura e pelame, mensuradas pelos técnicos considerados referência no PROMEBO.

Referências

CARDOSO, F. F.; LOPA, T. P. Pampa Plus: avaliação genética Hereford e Braford. In: CURSO DE MELHORAMENTO DE BOVINOS DE CORTE DO PAMPAPLUS, 6., 2013, Bagé. **Manual...** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2013. p. 1-44.

PROMEBO: Programa de Melhoramento de Bovinos de Carne: manual do usuário. Pelotas: ANC Herd-Book Collares, 2015. 55 p.

WHITTAKER, A. D.; PARK, B.; THANE, B. R.; MILLER, R. K.; SAVELLT, J. W. Principles of ultrasound and measurement of intramuscular fat. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 3, p. 942-952, Mar. 1992.

YOKOO, M. J.; ALBUQUERQUE, L. G.; LOBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C.; SILVA, J. A. V.; SAINZ, R. D. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 117, n. 2-3, p. 147-154, Sept. 2008.

YOKOO, M. J.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; FARIA, C. U.; ARAUJO, F. R. C.; ROSA, G. J. e M.; CARDOSO, F. F.; ALBUQUERQUE, L. G. **Avaliação genética de características de carcaça utilizando a técnica do ultrassom em bovinos de corte.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2011. 33 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 115).

Fotos dos Cursos

Foto: Leandro Lunardini Cardoso



Figura 5. Prova prática de certificação para coleta de dados obtidos por ultrassom, na Embrapa Pecuária Sul em 2011.

Foto: Marcos Jun Iri Yokoo



Figura 6. Prova prática do curso de reciclagem do PROMEBO-ANC em 2018 na cidade de Pelotas.

Foto: Marcos Jun Iiti Yokoo



Figura 7. Prova prática de certificação para coleta de dados obtidos por ultrassom, na UFRGS em 2019.

Fotos: Marcos Jun Iiti Yokoo



Figura 8. Prova prática do curso de atualização de jurados da ABCZ, em 2019.

Fotos: Marcos Jun Iiti Yokoo

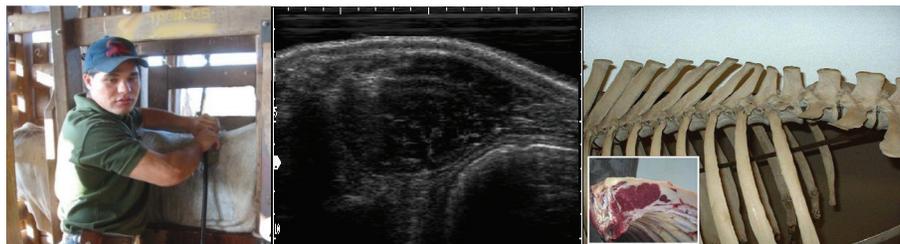


Figura 9. Técnico coletando imagem da área de olho de lombo entre as 12ª e 13ª costelas, por meio do ultrassom (esquerda, imagem a), juntamente com a imagem salva pelo ultrassom (centro, imagem b) e um esqueleto demonstrando a posição (direita, imagem c) e o músculo Longissimus (direita, imagem d), na ABCZ em 2003, na prova prática do curso de certificação.

Foto: Marcos Jun Iiti Yokoo



Figura 10. Prova prática do curso de atualização de técnicos do PampaPlus, em 2019.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sul
BR 153, Km 632,9 Caixa postal 242
96401-970 - Bagé – RS
Fone: 55 (53) 3240-4650
Fax: 55 (53) 3240-4651
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



**PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Pecuária Sull

Presidente

Fernando Flores Cardoso

Secretária-Executiva

Márcia Cristina Teixeira da Silveira

Membros

*Elisa Köhler Osmari, Gustavo Martins da
Silva, Fabiane Pinto Lamego, Graciela Olivella
Oliveira, Jorge Luiz Sant'Anna dos Santos,
Lisiane Brisolaro, Robert Domingues, Sérgio
de Oliveira Jüchem*

Suplentes

*Henry Gomes de Carvalho, Marcos Jun Iti
Yokoo*

Supervisão editorial

Lisiane Brisolaro

Revisão de texto

Felipe Rosa

Normalização bibliográfica

Graciela Olivella Oliveira

Tratamento de imagens

Daniela Garcia Collares

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Daniela Garcia Collares

Foto da capa

Marcos Jun Iti Yokoo

CGPE 15382