

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JESSICA CAVANELAS FERNANDES

**Estudo das correlações genéticas e resposta à seleção entre medidas obtidas por ultrassonografia de carcaça e características reprodutivas em compostos Montana Tropical®**

---

Pirassununga

2023

JESSICA CAVANELAS FERNADES

**Estudo das correlações genéticas e resposta à seleção entre medidas obtidas por ultrassonografia de carcaça e características reprodutivas em compostos Montana Tropical®**

**Versão corrigida**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra do programa de pós-graduação em Biociência Animal.

Área de Concentração: Biociência Animal

Orientador: Prof. Dr. José Bento Sterman Ferraz

Ficha catalográfica elaborada pelo  
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F377e

Fernandes, Jessica Cavanelas      Estudo das  
correlações genéticas e resposta à seleção entre  
medidas obtidas por ultrassonografia de carcaça e  
características reprodutivas em composto / Jessica  
Cavanelas Fernandes ; orientador José  
Bento Stermann Ferraz ; coorientadora Rachel Santos  
Bueno Carvalho . -- Pirassununga, 2023.  
37 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação  
em Biociência Animal) -- Faculdade de Zootecnia e  
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Correlação genética. 2. Resposta a seleção. 3.  
Montana Tropical. 4. Característica reprodutiva. 5.  
Característica de carcaça. I. Ferraz, José Bento  
Stermann, orient. II. Carvalho, Rachel Santos  
Bueno, coorient. III. Título.

JESSICA CAVANELAS FERNADES

**Estudo das correlações genéticas e resposta à seleção entre medidas obtidas por ultrassonografia de carcaça e características reprodutivas em compostos Montana Tropical®**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra do programa de pós-graduação em Biociência Animal.

Área de Concentração: Biociência Animal

Orientador: Prof. Dr. José Bento Sterman Ferraz  
Coorientador: Profa. Dra. Rachel Santos Bueno Carvalho

Data de aprovação: 02/02/2024

Banca examinadora

Profa. Dra. Rachel Santos Bueno Carvalho  
Instituição: Universidade de São Paulo

Dr. Minos Esperândio Carvalho  
Instituição: Universidade de São Paulo

Dra. Bárbara Da Conceição Abreu Silva  
Instituição: Universidade de São Paulo

## **AGRADECIMENTOS**

Nesses anos de mestrado gostaria de agradecer algumas pessoas que me acompanharam e foram fundamentais para essa etapa. Expresso aqui, através de palavras sinceras o meu agradecimento. Agradeço primeiramente a Deus. À minha mãe amada Camem e minha irmã Fernanda pelo apoio e pelo esforço de cada uma por mim.

Um agradecimento especial ao meu orientador José Bento Stermann Ferraz, que é uma pessoa e profissional incrível, se tornou um grande amigo e tem todo o meu respeito e gratidão. Sem a sua orientação, apoio, amizade e principalmente paciência, nada disso seria possível. Obrigada por, em meio a toda dificuldade, sempre me motivar a continuar. Obrigada também Ana, por ter sido uma grande amiga principalmente no meu período em Pirassununga e pelas caminhadas.

Obrigada também a minha co-orientadora Rachel Santos Bueno Carvalho, por toda a paciência, apoio e por não se irritar comigo por te mandar algumas coisas de última hora.

Um obrigado especial ao Rafael Espigolan sem você nada disso teria dado certo, obrigada principalmente pela paciência e por todo o ensinamento que você me passou. Você é luz e vai crescer e muito ainda!

Obrigada Elisângela Chicaroni Mattos por me receber tão bem no GMAB, por ter me ensinado muitas coisas e por toda a paciência.

Obrigada meu cunhado e amigo Lucas Tagliani pelo apoio. Obrigada minhas amigas Amanda Castro e Gabriela Rigoletto pela amizade, apoio e paciência.

Obrigada meus amigos do GMAB Fernanda Hvala de Figueiredo (FER) e Hugo Borges dos Reis (Hugones) por serem tão parceiros, por sempre me socorrerem, pela amizade, apoio, ensinamentos e paciência. Desejo todo sucesso para vocês!

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço a todos que de forma direta e indireta contribuíram para a realização desse trabalho. Muito obrigada!

## EPÍGRAFE

*“A vida é um caminho de constantes batalhas, e mesmo que não as vençam todas nunca vou desistir de sorrir. Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais uma vez.”*

**Chico Xavier**

## RESUMO

CAVANELAS, J.F. **Estudo das correlações genéticas e resposta à seleção entre medidas obtidas por ultrassonografia de carcaça e características reprodutivas em compostos Montana Tropical®**. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2023.

Estudo das características de carcaça e reprodutivas são de grande importância econômica na pecuária e a relação entre elas, nos bovinos compostos Montana Tropical, foram pouco investigados. Nesse sentido, os objetivos deste estudo foram estimar as correlações genéticas entre as características de carcaça obtidas via ultrassonografia e aquelas ligadas às aptidões reprodutivas, assim como verificar as respostas à seleção no cruzamento dos melhores 1%, 5%, 10%, 20% e 30% touros com 10%, 20% e 30% melhores vacas da população. As características avaliadas foram área de olho de lombo (AOL), acabamento de carcaça (ACAB), marmoreio (MARM), idade ao primeiro parto (IPP) e produtividade anual média (PRODAM). As correlações genéticas entre as características de carcaça, AOL e ACAB, com IPP, foram -0,13 e -0,19, respectivamente, e com PRODAM 0,14 e 0,27, respectivamente. Para a característica de carcaça MARM as correlações genéticas com ambas as características reprodutivas, foram nulas (0,01 para PRODAM e -0,01 para IPP). A resposta à seleção direta para IPP teve diminuição, em média de 29,65 dias/ano, podendo variar entre 41,85 a 21,77 dias, e para PRODAM ganho médio de 9 kg de bezerros desmamados, variando entre 12,70kg a 6,61 kg. As respostas à seleção indiretas para IPP ao selecionar para AOL, ACAB e MARM resultou em um decréscimo de, em média 9,26, 11,75 e 0,43 dias, respectivamente. Para PRODAM, as respostas à seleção indireta, quando selecionamos para AOL, ACAB e MARM resultou em aumento de em média 1,58 kg, 2,32 kg e 0,14 kg, respectivamente, de bezerros desmamados. As correlações genéticas estimadas entre as características de carcaça e as características reprodutivas foram de baixo grau e as respostas à seleção direta para IPP e PRODAM foram mais eficientes, tendo maior diminuição na idade ao primeiro parto e aumento de quilogramas de bezerros desmamados.

Palavras-chave: bovinos de corte, seleção direta, seleção indireta, progresso genético.

## ABSTRACT

CAVANELAS, J.F. **Study of genetic correlations and responses to selection between carcass ultrasound measurements and reproductive traits in Montana Tropical® composite.** 2023. Dissertação (Mestrado Profissional) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2023.

The study of carcass and reproductive characteristics is of great economic importance in cattle breeding and the relationship between them in Tropical Montana composite cattle has been little investigated. With this in mind, the objectives of this study were to estimate the genetic correlations between carcass characteristics obtained by ultrasound and those linked to reproductive aptitudes, as well as to verify the response to selection when crossing the best 1%, 5%, 10%, 20% and 30% bulls with the best 10%, 20% and 30% cows in the population. The traits evaluated were ribeye area (REA), carcass finishing (FC), marbling (MARB), age at first calving (AFC) and average annual productivity (PRODAM). The genetic correlations between the carcass traits REA and FC with AFC were -0.13 and -0.19, respectively, and with PRODAM 0.14 and 0.27, respectively. For the carcass trait MARM, the genetic correlations with both reproductive traits were zero (0.01 for PRODAM and -0.01 for IPP). The response to direct selection for AFC was a decrease of an average of 29.65 days/year, ranging from 41.85 to 21.77 days, and for PRODAM a gain of an average of 9 kg of calves weaned, ranging from 12.70 kg to 6.61kg. The indirect selection responses for AFC when selecting for REA, FC and MARB had an average decrease of 9.26, 11.75 and 0.43 days, respectively. For PRODAM, the responses to indirect selection, when selected for AOL, ACAB and MARM, resulted increase of an average of 1.58 kg, 2.32 kg and 0.14 kg, respectively, of calves weaned. The estimated genetic correlations between carcass traits and reproductive traits were low magnitude and the responses to direct selection for AFC and PRODAM were more efficient, with a greater decrease in age at first calving and an increase in kilograms of weaned calves.

Keywords: beef cattle, direct selection, indirect selection, genetic progress.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Local de medição da área de olho de lombo, marmoreio, espessura de gordura subcutânea (1) e espessura de gordura da picanha (2).....	18
Figura 2. Colheita por ultrassonografia do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	19
Figura 3. Imagem da secção transversal do <i>Longissimus dorsi</i> para medição da área de olho de lombo (1) avaliada por ultrassonografia (esquerda) e avaliado na carcaça pós abate em bovinos (direita).....	19
Figura 4. Imagem da marmorização pelo ultrassom.....	20
Figura 5. Imagem da marmorização na carcaça.....	21
Figura 6. Imagem da secção transversal do <i>Longissimus dorsi</i> para medição da área de olho de lombo (1) e espessura de gordura subcutânea (2) através do ultrassom...	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição Racial do Composto Montana.....	16
Tabela 2. Valores médios de intensidade seletiva(i) para o cruzamento de indivíduos 1%, 5%, 10%, 15% e 30% melhores touros com 10%, 20% e 30% melhores vacas....	25
Tabela 3. Estatística descritiva para as características de carcaça e características reprodutivas.....	26
Tabela 4. Coeficientes de herdabilidade (diagonal e em negrito) e correlações genéticas aditivas (acima da diagonal) para área de olho de lombo (AOL), marmoreio (MAR), acabamento (ACAB), produção anual média (PRODAM) e idade ao primeiro parto (IPP), do Montana Tropical.....	28
Tabela 5. Seleção direta para IPP e PRODAM para o cruzamento de indivíduos 1%, 5%, 10%, 15% e 30% melhores touros com 10%, 20% e 30% melhores vacas.....	30
Tabela 6. Resposta a seleção indireta para IPP quando selecionamos para AOL, MARM e ACAB no cruzamento de indivíduos 1%, 5%, 10%, 20% e 30% melhores touros com 10%, 20% e 30% melhores vacas.....	31
Tabela 7. Resposta a seleção indireta para PRODAM quando selecionamos para AOL, MARM e ACAB no cruzamento de indivíduos 1%, 5%, 10%, 15% e 30% melhores touros com 10%, 20% e 30% melhores vacas.....	31

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 Hipótese .....	14
1.2 Objetivos .....	14
1.2.1 <i>Objetivo geral</i> .....	14
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	14
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1 Bovino composto Montana Tropical.....	15
2.2 Características de carcaça .....	17
2.2.1 <i>Área de olho de lombo</i> .....	18
2.2.2 <i>Marmoreio</i> .....	20
2.2.3 <i>Acabamento: Espessura de gordura subcutânea e espessura de gordura da picanha</i> .....	21
2.3 Características reprodutivas .....	22
2.3.1 <i>Idade ao primeiro parto (IPP)</i> .....	22
2.3.2 <i>Produção anual média (PRODAM)</i> .....	23
2.4 Correlação genética.....	23
2.5 Resposta à seleção .....	24
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>25</b>
3.1 Banco de dados.....	25
3.2 Modelos de análises .....	26
3.3 Heterose total, heterose materna, recombinação total e recombinação total materna.....	27
3.4 Correlação e Resposta a seleção.....	27
<b>4. RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	<b>28</b>
4.1 Herdabilidade.....	28
4.2 Correlação genética.....	29
4.3 Resposta à seleção .....	30
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira é um grande produtor e exportador mundial de carne bovina e como consequência, os produtores precisam aumentar sua produtividade e qualidade da carne. Por diversos fatores favoráveis, o cruzamento entre duas ou mais raças é uma alternativa viável para esses produtores, gerando bovinos compostos.

Os Montana Tropical são bovinos compostos que podem variar em sua composição racial de acordo com a região de criação e particularidades do criador. São oriundos de cruzamento de diferentes raças combinando quatro tipos biológicos, denominado NABC: N são raças zebuínas (*Bos taurus indicus*), A raças taurinas adaptadas (*Bos taurus taurus*), B raças britânicas (*Bos taurus taurus*) e C que são raças da Europa Continental (*Bos taurus taurus*) (FERRAZ et al., 1999a; FERRAZ et al., 1999b; GREGORY; CUNDIFF, 1980). São animais produtivos, reprodutivos, geneticamente superiores, que retem muita heterose, possuem boa complementariedade entre as raças e são adaptativos, podendo ser utilizados como alternativa para os diferentes ambientes do Brasil (FERRAZ et al., 2000).

As características de carcaça e reprodutivas são de grande interesse no rebanho e são mensuradas dentro do programa de melhoramento Montana tropical. As características de carcaça são mensuradas devido sua importância na conservação das características físicas e organolépticas da carne após o abate e também, pela localização dos cortes nobres nessas regiões (MEIRELLES et al., 2010) e as características reprodutivas interfere no intervalo entre gerações, e são economicamente relacionadas ao sistema de produção.

Neste trabalho as características de carcaça estudadas foram, área de olho de lombo (AOL), acabamento (ACAB), e marmoreio (MARM). Para a avaliação das características de carcaça é utilizada a técnica de ultrassonografia, que é acessível, não invasiva, de fácil aplicação e não deixa resíduos nocivos na carne do animal, comparada à mensuração realizada diretamente na carcaça após o abate (FISHER, 1997). E as características reprodutivas estudadas foram idade ao primeiro parto (IPP), que sendo reduzida influencia na produção de bezerros durante a vida útil da matriz, reduzindo o intervalo de gerações e como consequência promove o progresso genético e lucratividade (YOKOO et al., 2012) e a produção anual média (PRODAM), que é a produtividade animal média da vaca, em quilogramas de bezerros que a vaca desmama anualmente, quanto mais quilogramas, maior o lucro para o produtor.

Estudo das características de carcaça e reprodutivas são de grande importância econômica na pecuária. A relação entre ambas as características, nos bovinos compostos Montana Tropical, foram pouco investigados e é alvo do presente estudo.

## 1.1 Hipótese

Existem relações genéticas entre as características de carcaça medidas por ultrassonografia e as características reprodutivas na raça composta Montana Tropical.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 *Objetivo geral*

- Estimar correlações genéticas entre características de carcaça, área de olho de lombo (AOL), marmoreio (MARM) e acabamento (ACAB) e características reprodutivas, idade ao primeiro parto (IPP) e produção anual média (PRODAM) dos bovinos compostos Montana Tropical.

### 1.2.2 *Objetivos específicos*

- Estimar os componentes de (co) variâncias, herdabilidade e correlações genéticas entre as medidas de carcaça avaliadas por ultrassonografia e características reprodutivas.
- Estimar a resposta a seleção direta e indireta para as características de carcaça e reprodutivas em estudo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Bovino composto Montana Tropical

O conceito Bovino composto Montana Tropical é oriundo de diversos grupos que estudaram o acasalamento entre diferentes raças no centro de pesquisa Clay Center, localizado em Nebraska, nos Estados Unidos (KOCH et al., 1989; CUNDIFF et al., 1997).

O bovino Montana Tropical são animais compostos, ou seja, resultado do acasalamento de pais de raças diferentes com o objetivo de se obter animais geneticamente superiores, com maior produtividade na característica de interesse e para aumentar a produção na pecuária. Também se espera que esses bovinos tenham a obtenção e manutenção de altos níveis de heterose e complementaridade de raças (ELER, 2017).

A heterose é um fenômeno genético que expressa a superioridade da progênie (F1), proveniente do cruzamento de raças diferentes, em relação à média das raças parentais e é decorrente do aumento da heterozigose. A heterozigose é a probabilidade da interação de maior número de locus dos genes das raças distintas o que pode resultar em uma maior variabilidade genética na F1. A heterose é proporcional a heterozigose, ou seja, quando se tem 100% de heterozigose, tem a heterose máxima. A heterose pode ser importante principalmente nas características de baixa herdabilidade e é importante monitorar o seu nível para evitar as perdas significativas por recombinação (ELER, 2017).

A complementariedade de raças ocorre no cruzamento de raças geneticamente diferentes, mas que apresentam características complementares, fazendo com o que a progênie (F1) seja de alto valor adaptativo e produtivo, exemplo o cruzamento da rusticidade do Nelore com a qualidade de carcaça do Angus. É importante também utilizar ampla base de animais para a complementariedade de raças, evitando a endogamia (ELER, 2017; 2021; SILVA, 2020).

O programa Montana Tropical® trabalha com diversas raças que foram agrupadas em quatro tipos biológicos, o sistema NABC, quanto às semelhanças de tipo, função, fisiologia, aspecto de crescimento e reprodução (ELER, 2017; 2021). Os quatro tipos biológicos são, Grupo **N**, são bovinos *Bos taurus indicus* que contribuem com a alta rusticidade, resistência a parasitas e rendimento de carcaça. Estão incluídas as raças Nelore (principalmente), Guzerá, Brahman, Gir, Tabapuã e outras;

Grupo **A** são bovinos *Bos taurus taurus* adaptados aos trópicos que contribuem com a adaptabilidade ao clima tropical, alta fertilidade e outras características ligadas à qualidade de carne. Inclui as raças Afrikander, Belmont Red, Bonsmara, Caracu, Romo-Sinuano, Senepol e outras; Grupo **B** são bovinos de origem britânica (*Bos taurus taurus*) que contribuem com precocidade sexual e acabamento, conformação frigorífica, qualidade de carcaça e alta taxa de crescimento. Estão incluídas as raças Aberdeen Angus, Devon, Hereford, Red Angus, Red Polled, South Devon, e outras e, o Grupo **C** são bovinos europeus continentais (*Bos taurus taurus*) que contribuem com seu alto potencial de crescimento, rendimento e qualidade de carcaça, mas que exigem o cuidado para a produção de descendentes de grande porte, normalmente animais mais tardios. Estão incluídas as raças Simental, Gelbvieh, Pardo-Suíço, Charolesa, Limousin, Marchigiana e outras (FERRAZ, 1999b; ELER, 2021).

O programa do Composto Montana Tropical® foi fundado no ano de 1994 (FERRAZ et al., 1999a), produzindo animais compostos com no mínimo três raças, podendo variar em sua composição de acordo com a região de criação e particularidades do criador (SOUSA et al., 2017). O Montana Tropical deve ser avaliado geneticamente e obedecendo a regulamentação do Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP) do Ministério da Agricultura e também, atender alguns requisitos referentes a composição racial, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Composição Racial do Composto Montana

Grupo racial	Composição	Composição
	Mínima	Máxima
Número de raças	3	Sem limite
Grupo N	0	6/16
Grupo A	02/16	14/16
Grupo N + Grupo A	04/16	16/16
Grupo B	0	12/16
Grupo C	0	12/16
Grupo B + C	0	12/16

Fonte: ELER, 2021.

Os bovinos compostos Montana Tropical representam uma alternativa positiva para os criadores por serem indivíduos geneticamente superiores, com valor expressivo de heterose e que mantem o seu valor ao longo das gerações; por

apresentarem aumento da heterozigose; terem complementariedade de raças; são animais adaptados ao ambiente tropical e subtropical o que representa uma solução para a produção de bovinos de corte no Brasil, devido a diversidade climática; os touros apresentam longevidade reprodutiva a campo, no mínimo cinco anos, com altos índices de fertilidade; as vacas possuem alta fertilidade, com taxa de prenhez, no mínimo de 70%; são precoces sexualmente com capacidade reprodutiva, tanto em machos quanto em fêmeas, a partir dos 14 meses; resistentes a ecto e endoparasitas, como carrapatos e mosca do chifre; apresentam precocidade de acabamento, podendo o abate ocorrer a partir dos 16 meses em sistema de confinamento e a partir de 20 a 24 em sistemas de pastejo e produzem carne com qualidade e maciez (ELER, 2017). Algumas propriedades estão fazendo abate de bois super precoces, aos 14 meses de idade com, em média, 416kg (peso vivo) e 52% de rendimento de carcaça.

## 2.2 Características de carcaça

Com a evolução da tecnologia, é possível utilizar a ultrassonografia para avaliar a composição corporal e a qualidade de carcaça no animal *in vivo*, obtido de forma rápida, precisa, não invasiva com custos relativamente baixos e alto grau de repetibilidade em suas mensurações na carcaça.

Algumas vantagens do uso da técnica de ultrassonografia são citadas em Cross & Belk (1994) e Wilson (1999), sendo elas, avaliação da composição corporal dos reprodutores e de seus descendentes; avaliação e apartação de lotes; não oferece danos à saúde; predição de carne magra e gordura intramuscular a partir da área de olho de lombo para determinar a qualidade das carcaças; seleção de animais, auxiliando no processo de seleção/descarte no rebanho. Entretanto seu uso é limitado devido as instalações adequadas; técnicos de campo habilitados; experiência do laboratório na análise de imagens e dos softwares de interpretação utilizados; nível de gordura e músculo; sexo; idade e posição adequada do animal no momento da coleta das imagens (YOKOO et al., 2008; SILVA et al. 2017).

A técnica de ultrassonografia é possível devido as ondas sonoras de alta frequência que são transmitidas através do transdutor aos tecidos moles e ao serem refletidas, são convertidas eletronicamente para um monitor de vídeo através da diferença de impedância acústica. Em bovinos geralmente pode-se utilizar frequências entre 1,0 e 5,0 MHz, sendo mais utilizadas frequências entre 3 e 3,5 MHz (SILVA et al. 2017). A ultrassonografia, em áreas tropicais, é coletada ao sobreano, entre 16 a

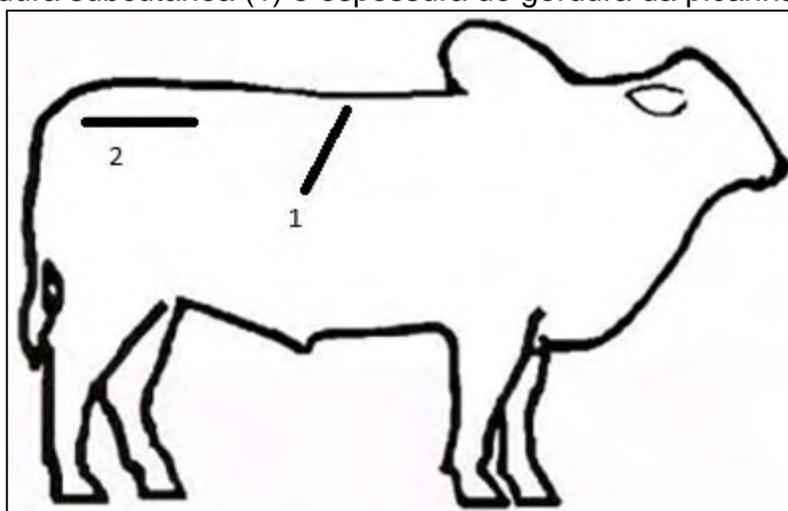
18 meses, momento em que podemos detectar animais precoces, porém a avaliação na desmama já é possível, antecipando na seleção dos animais com maior mérito genético (SILVA et al., 2003).

Silva et al. (2003) relatam boas correlações entre as medidas de ultrassonografia pré e pós abate em novilhos da raça Nelore, de 0,83 da área de olho de lombo e 0,86 da espessura de gordura subcutânea. Também relatam que ao aliar as medidas de ultrassom com o peso vivo do animal, pode ser estimado, o peso de carcaça pós abate (quente), com a acurácia alta, possibilitando o monitoramento das alterações das características de carcaça.

O programa de melhoramento do Composto Montana Tropical utiliza as medidas de carcaça obtidas com o uso de ultrassonografia, como critério de seleção e são informações importantes para o pecuarista que utiliza essas informações para o acasalamento, a fim de obter qualidade de carcaça (ELER, 2021).

As características de carcaça medidas pelo ultrassom presentes nesse trabalho são área de olho de lombo (AOL), acabamento (ACAB) que se utiliza as medidas da espessura de gordura subcutânea (EGS) e espessura de gordura da picanha (EGP) e marmoreio (MARM) (Figura 1).

Figura 1. Local de medição da área de olho de lombo, marmoreio, espessura de gordura subcutânea (1) e espessura de gordura da picanha (2).



Fonte: Adaptado de Sainz e Araújo (2002).

### 2.2.1 Área de olho de lombo

A AOL é definida como a área do músculo *Longissimus dorsi*, o contra-filé, na região entre a 12ª e 13ª costela (Figura 2 e Figura 3). Expressa em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>) e está relacionada com a musculosidade, crescimento, ganho de

peso e indicador de rendimento de cortes de alto valor comercial (YOKOO et al., 2008). A AOL está relacionada com a quantidade de músculo na carcaça devido a relação que músculo *Longissimus dorsi* possui com o desenvolvimento dos demais músculos, ou seja, quanto maior AOL, maior será a quantidade de músculo na carcaça (GOMES et al., 2012).

Fatores que afetam o crescimento e o desempenho dos animais como a raça; sexo, se é macho (castrado ou inteiro) ou fêmea; idade do animal; aporte nutricional e o bem-estar animal podem influenciar a AOL.

Figura 2. Colheita por ultrassonografia do músculo *Longissimus dorsi*.



Fonte: Gomes et al. (2012).

Figura 3. Imagem da secção transversal do *Longissimus dorsi* para medição da área de olho de lombo (1) avaliada por ultrassonografia (esquerda) e avaliada na carcaça pós abate em bovinos (direita)



Fonte: adaptado Gomes et al. (2012); Marques (2011).

### 2.2.2 Marmoreio

O marmoreio refere-se ao tecido adiposo encontrado entre os feixes de fibras musculares no músculo esquelético bovino. A avaliação ultrassonográfica de marmoreio é realizada no músculo *Longissimus dorsi*, paralelamente à espinha dorsal (ALVES, 2005; GOMES et al. 2012; HARPER et al. 2001; ROSA, 2013) e possui a medida em porcentagem (%).

Existem fatores que podem influenciar na marmorização, como a idade, variação genética e a nutrição. Du et al. (2010) relatam a importância da nutrição materna no desempenho dos bovinos na fase adulta, mostrando a importância de oferecer suplementação, principalmente no terço final da gestação e no início do nascimento do bezerro, já que é uma fase onde ocorre maior adipogênese, ou seja, produção de células do tecido adiposo. Quando o animal está se desenvolvendo, principalmente na fase de terminação, as células do tecido adiposo sofrerão hipertrofia, permitindo que o animal tenha uma boa quantidade de gordura intramuscular (marmoreio). Um bom grau de marmoreio promove um aumento na palatabilidade da carne, já que o mesmo está relacionado com a suculência e sabor.

A marmorização pode ser estimada através da ultrassonografia (Figura 4), devido a dispersão das ondas ultrassônicas do tecido adiposo entre as fibras, aparecendo no ultrassom como regiões brilhantes e também ser estimada na carcaça pós abate (Figura 5) (GOMES et al., 2012; MATRIM, D.,2015).

Figura 4. Imagem da marmorização pelo ultrassom.



Fonte: Matarim (2015).

Figura 5. Imagem da marmorização na carcaça.



Fonte: Marques (2011).

### 2.2.3 Acabamento: Espessura de gordura subcutânea e espessura de gordura da picanha

As medidas de acabamento utilizadas foram obtidas pela seguinte equação:

$$\text{Acabamento} = (0,35 * EGS) + (0,65 * EGP)$$

Essas ponderações das medidas de gordura subcutânea são derivadas dos trabalhos de Fabiano Araujo e Roberto Daniel Sainz e vem sendo utilizada no Brasil nos trabalhos da Aval Serviços Tecnológicos, segundo informação pessoal de Sainz (2022).

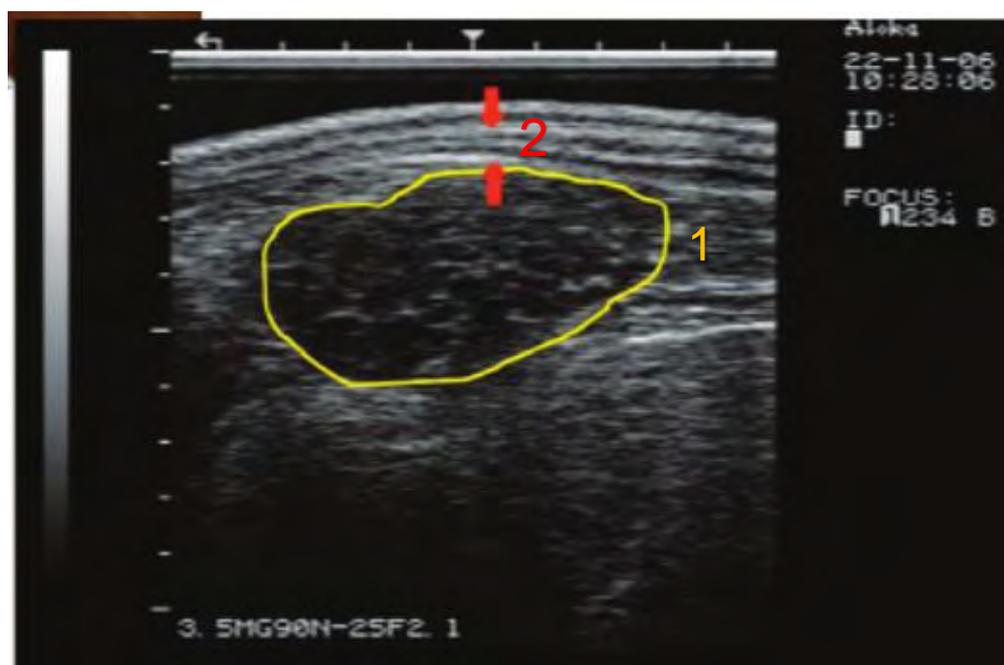
A espessura de gordura subcutânea (EGS) é mensurada a  $\frac{3}{4}$  da borda medial, sobre o músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12ª e 13ª costela (Figura 6) e a espessura de gordura da picanha (EGP) é mensurada na região da junção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris* e ambas possuem as medidas em milímetro (mm). EGS e EGP possuem relação com a terminação e precocidade sexual, podendo-se dizer que aqueles que possuem deposição de gordura precocemente tendem a possuir carcaças prontas precocemente e a serem sexualmente precoces (GOMES et al., 2012; SUGUISAWA et al., 2013).

O grau de acabamento da carcaça, caracterizado pela deposição de gordura, é extremamente importante para a proteção da carcaça contra o rápido e intenso resfriamento nas câmaras frias. O rápido e intenso resfriamento nas câmaras frias nas

carcaças pobres em acabamento podem causar o endurecimento (redução da maciez) e o escurecimento da carne, fazendo com que a mesma não seja ideal para comercializar, resultando em perdas econômicas.

A deposição de gordura ocorre primeiro das extremidades para o centro do corpo, ou seja, da região do traseiro, da picanha, para o dorso, região do contra filé e com isso, a EGP apresenta maior espessura em relação a EGS.

Figura 6. Imagem da secção transversal do *Longissimus dorsi* para medição da área de olho de lombo (1) e espessura de gordura subcutânea (2) através do ultrassom.



Fonte: Adaptado Gomes et al. (2012).

### 2.3 Características reprodutivas

A eficiência da reprodução é diretamente ligada a questões econômicas, já que desejamos animais com elevada precocidade sexual. De acordo com Silva et al. (2006) e Santana Jr. et al. (2012), a habilidade de permanência no rebanho das novilhas tem relação com o peso à desmama do bezerro, a precocidade sexual e fertilidade.

As características reprodutivas estudadas foram idade ao primeiro parto (IPP) e produção anual média (PRODAM).

#### 2.3.1 Idade ao primeiro parto (IPP)

A IPP permite a identificação de animais precoces sexualmente, sendo mensurada a partir do nascimento do primeiro bezerro da vaca. A sua medida neste

trabalho está em dias. É uma das características utilizadas como critério de seleção (ELER, et al., 2012) e descarte, descartando aquelas que não são precoces. A IPP sendo reduzida, influencia na produção de bezerros durante a vida útil da matriz, reduzindo o intervalo de gerações e como consequência, aumentando o progresso genético, possibilitando maior intensidade de seleção nas fêmeas e lucratividade (YOKOO et al., 2012). A precocidade nas novilhas, apresenta maior rendimento econômico, já que não haverá gastos com novilhas improdutivas.

Existem alguns fatores que podem interferir na precocidade dos animais, como o nível nutricional nas fases de cria e recria; erros no sistema de manejo reprodutivo das novilhas. Alguns casos como quando algumas novilhas atingem a puberdade mais precocemente do que outras, terão de aguardar a estação de monta, aumentando a IPP.

No rebanho é recomendável selecionar touros com a diferença esperada na progênie (DEP) para IPP negativa, a fim de possibilitar a diminuição da idade ao primeiro parto das novilhas.

### 2.3.2 Produção anual média (PRODAM)

A PRODAM é uma característica reprodutiva que estima os quilogramas de bezerros que a vaca desmama anualmente a partir da entrada na reprodução e o tempo total para sua produção no rebanho. É uma característica importante para a eficiência do sistema. ELER et al. (2008), relatam que a PRODAM está relacionada com a precocidade sexual, a fertilidade e o ganho de peso pós-desmame do vitelo.

O ideal é selecionar touros com maior DEP para PRODAM, por serem animais com tendência a desmamar maior quantidade de quilos de bezerros por ano.

## 2.4 Correlação genética

Ao realizar seleção para uma característica pode ocorrer mudanças em outras, mesmo aquelas que não são objetivos de seleção devido a alguns ou todos os genes contribuírem para a variação genética de várias características simultaneamente. Isto acontece pela ação de pleiotropia, sendo a existência de um gene ou grupo de genes com efeito sobre mais de uma característica ao mesmo tempo ou pela ligação gênica (*linkage*) quando os genes agem conjuntamente por estarem próximos no cromossomo (ELLER, 2017; GAMA, 2022).

O coeficiente de correlação genética (rg) entre duas características descreve o grau de associação entre elas, ou seja, mede se um indivíduo com valor genético baixo para o carácter X, tende ou não a ter um valor genético baixo para o carácter Y. É fundamental para o melhoramento genético o valor do rg para saber o sentido, a magnitude das associações genéticas e para controlar os efeitos de seleção sobre outras características (GAMA, 2022).

O rg é calculado pelo valor da covariância entre os valores genéticos aditivos das duas características ( $Cov(X, Y)$ ) e o desvio-padrão de X e Y ( $\sigma_x \cdot \sigma_y$ ) (ELER, 2017). O seu valor varia de  $-1,0$  (relação negativa perfeita) a  $+1,0$  (relação positiva perfeita); se não existir relação entre as duas variáveis, o valor da correlação é zero (SNEDECOR; COCHRAN, 1967).

$$rg = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

## 2.5 Resposta à seleção

Existe dois tipos de resposta à seleção, a resposta direta e a resposta indireta (correlacionada).

A resposta direta ( $\Delta G_x$ ) obtém a resposta da característica na progênie ao seleciona-la, se irá melhorar ou não. É calculado pela multiplicação da raiz quadrada da herdabilidade da característica ( $\sqrt{h_x^2}$ ), intensidade de seleção e do desvio padrão genético aditivo da característica ( $\sigma_{Ax}$ ) (GAMA, 2022).

$$\Delta G_x = \sqrt{h_x^2} \cdot i_x \cdot \sigma_{Ax}$$

A resposta indireta mostra qual a mudança do mérito genético de uma característica (Y), ao selecionarmos outra característica (X). É calculada pela multiplicação da correlação genética entre as características Y e X ( $r_{Gyx}$ ), raiz quadrada da herdabilidade da característica Y e da característica X, sendo  $h_y$  e  $h_x = \sqrt{h_x^2}$  e  $\sqrt{h_y^2}$ , intensidade de seleção ( $i_x$ ) e desvio padrão fenotípico da característica Y ( $\sigma_{Py}$ ) (FALCONER; MACKAY, 1996; ELER, 2017; GAMA, 2022).

$$\Delta G_{xy} = r_{Gyx} \cdot h_y \cdot h_x \cdot i_x \cdot \sigma_{Py}$$

Existem algumas situações em que a resposta indireta é mais vantajosa do que a seleção direta, como, quando a característica de interesse (Y) apresenta baixa herdabilidade, como as características reprodutivas; quando existem duas características com correlação alta e a herdabilidade de X é maior que a característica

de interesse (Y); quando a característica X pode ser medida mais cedo do que a característica de interesse (Y); quando é mais fácil e economicamente interessante medir a característica X do que a de interesse (Y) (ELER, 2017; FALCONER; MACKAY, 1996; GAMA, 2022).

Os valores médios da intensidade de seleção (i) são apresentadas a seguir (Tabela 2), de acordo com as porcentagens do cruzamento de indivíduos 1%, 5%, 10%, 15% e 30% melhores touros com 10%, 20% e 30% melhores vacas. Foi utilizada a intensidade de seleção (i) negativa para IPP (ELER, 2017).

Tabela 2. Valores médios de intensidade seletiva(i) para o cruzamento de indivíduos 1%, 5%, 10%, 15% e 30% melhores touros com 10%, 20% e 30% melhores vacas.

	<b>1%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>
<b>10%</b>	2,23	1,92	1,76	1,58	1,46
<b>20%</b>	2,05	1,74	1,58	1,40	1,28
<b>30%</b>	1,93	1,62	1,46	1,28	1,16

Fonte: adaptado de Eler (2017).

### 3. METODOLOGIA

Não houve necessidade de aprovação do Comitê de Cuidados com Animais pois foram usados bancos de dados pré-existentes no Grupo de Melhoramento Animal e Biotecnologia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP).

#### 3.1 Banco de dados

O pedigree utilizado neste trabalho é composto de 551.367 animais da raça Composto Montana Tropical, nascidos entre 1950 e 2020 e o banco de dados fenotípicos continha 176.959 animais onde 115.871 são fêmeas, 58.366 machos e 2.721 não possuem sexo definido. Os conjuntos de dados são pertencentes à base de dados do Grupo de Melhoramento Animal e Biotecnologia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP).

As consistências iniciais do banco de dados, obtenção das estatísticas descritivas e a formação dos grupos contemporâneos foram realizadas por meio do software R Studio (R Core Team, 2022) (Tabela 3). Os grupos contemporâneos (GC) consideraram a fazenda de nascimento, safra, sexo e grupo de manejo.

Tabela 3. Estatística descritiva para as características de carcaça e características reprodutivas e a quantidade de grupos contemporâneos.

Característica	N	Min	Máx	Média	N (GC)
AOL (cm <sup>2</sup> )	13215	22,1	103	61,42	212
MARM (%)	4206	0,32	6,01	2,86	82
ACAB (mm)	12276	0,2	7,6	3,23	212
PRODAM (kg)	66497	45,6	261,1	147,27	340
IPP (dias)	70115	600	1825	1016,6	901

N: Número de indivíduos; Min: Mínimo; Máx: Máximo; Med: Média; N (GC): número de grupos contemporâneos, AOL: Área de olho de lombo; MARM: Marmoreio; ACAB: Acabamento; IPP: Idade ao primeiro parto; PRODAM: produção anual média. Fonte: Própria autoria.

### 3.2 Modelos de análises

No programa REMLF90, da família BLUPF90 foi possível estimar os componentes de variâncias genéticas para cada uma das cinco características considerando uma análise uni-característica.

A predição dos valores genéticos foi obtida utilizando o programa AIREMF90, em análise multi-característica, tendo como variável âncora o peso aos 12 meses de idade (P12) que minimiza os efeitos do descarte de animais e aumenta a acurácia dos valores (SILVA et al., 2012). O modelo animal utilizado para estimar os componentes de (co)variâncias e prever os valores genéticos pode ser generalizado na forma matricial na equação:

$$y = X\beta + Zu + e,$$

onde  $y$  corresponde ao vetor dos registros fenotípicos,  $X$  e  $Z$  são as matrizes de incidência para os vetores  $\beta$  e  $u$ , respectivamente. Os efeitos fixos são representados pelo vetor  $\beta$ , e os efeitos aleatórios correspondem ao vetor  $u$  (efeitos genéticos aditivos diretos) e  $e$  (erros residuais associados com cada registro fenotípico). Como efeito fixo, os grupos de contemporâneos para as características, e como covariáveis foram considerados os efeitos genéticos aditivos associados ao tipo biológico individual (N, A, B e C) e maternos (N<sub>m</sub>, A<sub>m</sub>, B<sub>m</sub> e C<sub>m</sub>), os efeitos não-aditivos da heterose direta total (H<sub>t</sub>), heterose materna total (H<sub>mt</sub>), recombinação total individual (REC<sub>t</sub>), recombinação materna total (REC<sub>mt</sub>), idade do animal na mensuração (para AOL, MARM e ACAB), e idade da vaca linear e quadrática.

### 3.3 Heterose total, heterose materna, recombinação total e recombinação total materna

Para calcular a heterose total (Ht), heterose total materna (Htm), recombinação total (Rt), e recombinação total materna (Rtm) foram utilizadas fórmulas derivadas dos trabalhos de José Bento Sterman Ferraz e Luís Telo da Gama, segundo informação pessoal de Ferraz (2022):

$$Ht = 1 - \left( (n_{pai} * n_{mae}) + (a_{pai} * a_{mae}) + (b_{pai} * b_{mae}) + (c_{pai} * c_{mae}) \right),$$

sendo,  $n_{pai}$ ,  $n_{mae}$ ,  $a_{pai}$ ,  $a_{mae}$ ,  $b_{pai}$ ,  $b_{mae}$ ,  $c_{pai}$ ,  $c_{mae}$  tipo biológico NABC da mãe e do pai do animal.

$$Htm = 1 - \left( (n_{pai_{mae}} * n_{mae_{mae}}) + (a_{pai_{mae}} * a_{mae_{mae}}) + (b_{pai_{mae}} * b_{mae_{mae}}) + (c_{pai_{mae}} * c_{mae_{mae}}) \right),$$

sendo,  $n_{pai_{mae}}$ ,  $n_{mae_{mae}}$ ,  $a_{pai_{mae}}$ ,  $a_{mae_{mae}}$ ,  $b_{pai_{mae}}$ ,  $b_{mae_{mae}}$ ,  $c_{pai_{mae}}$ ,  $c_{mae_{mae}}$  tipo biológico NABC da avó e avô maternos.

$$Rt = 1 - \left( \frac{(n_{pai})^2 + (n_{mae})^2}{2} \right) + \left( \frac{(a_{pai})^2 + (a_{mae})^2}{2} \right) + \left( \frac{(b_{pai})^2 + (b_{mae})^2}{2} \right) + \left( \frac{(c_{pai})^2 + (c_{mae})^2}{2} \right),$$

sendo,  $n_{pai}$ ,  $n_{mae}$ ,  $a_{pai}$ ,  $a_{mae}$ ,  $b_{pai}$ ,  $b_{mae}$ ,  $c_{pai}$ ,  $c_{mae}$  o tipo biológico NABC da mãe e do pai do animal.

$$Rtm = 1 - \left( \frac{(n_{pai_{mae}})^2 + (n_{mae_{mae}})^2}{2} \right) + \left( \frac{(a_{pai_{mae}})^2 + (a_{mae_{mae}})^2}{2} \right) + \left( \frac{(b_{pai_{mae}})^2 + (b_{mae_{mae}})^2}{2} \right) + \left( \frac{(c_{pai_{mae}})^2 + (c_{mae_{mae}})^2}{2} \right),$$

sendo,  $n_{pai_{mae}}$ ,  $n_{mae_{mae}}$ ,  $a_{pai_{mae}}$ ,  $a_{mae_{mae}}$ ,  $b_{pai_{mae}}$ ,  $b_{mae_{mae}}$ ,  $c_{pai_{mae}}$ ,  $c_{mae_{mae}}$  o tipo biológico NABC da avó e avô maternos.

### 3.4 Correlação e Resposta a seleção

Para estimar as correlações genéticas entre as características de carcaça medidas pelo ultrassom (AOL, MARM e ACAB) e características reprodutivas (IPP e PRODAM) foi utilizado o programa AIREMF90 em análise multi-característica, tendo como variável âncora o peso aos 12 meses de idade (P12). Os cálculos para a resposta a seleção foram realizados por meio do software R Studio (R Core Team, 2022) tendo como Y as características de baixa herdabilidade, as reprodutivas e X as características indicadoras, as de carcaça medidas pelo ultrassom.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 Herdabilidade

Os coeficientes de herdabilidade e as correlações genéticas entre as características de carcaça medidas pelo ultrassom (AOL, MARM e ACAB) e características reprodutivas (IPP e PRODAM) estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4. Coeficientes de herdabilidade (diagonal e em negrito) e correlações genéticas aditivas (acima da diagonal) para área de olho de lombo (AOL), marmoreio (MAR), acabamento (ACAB), produção anual média (PRODAM) e idade ao primeiro parto (IPP), do Montana Tropical.

	<b>AOL</b>	<b>MARM</b>	<b>ACAB</b>	<b>PRODAM</b>	<b>IPP</b>
<b>AOL</b>	<b>0,25</b>	-0,06	-0,09	0,14	-0,13
<b>MARM</b>		<b>0,27</b>	0,23	0,01	-0,01
<b>ACAB</b>			<b>0,17</b>	0,27	-0,19
<b>PRODAM</b>				<b>0,13</b>	-0,85
<b>IPP</b>					<b>0,10</b>

Fonte: Própria autoria.

O coeficiente de herdabilidade mede o quanto da variação fenotípica é de natureza genética aditiva e também pode ser definido como o valor do desempenho do animal que é transmitido a sua progênie. O valor pode variar de 0 a 1, sendo 0,0 a 0,2 consideradas como características de baixa herdabilidade, de 0,2 a 0,4 como moderadas herdabilidade e acima de 0,4 como alta herdabilidade. Os valores dependem da variabilidade ambiental, da frequência gênica e da população avaliada (ELLER, 2017; GAMA, 2022).

As estimativas de herdabilidade variam de baixa a moderadas. Para AOL e MARM as estimativas de herdabilidade foram moderadas, 0,25 e 0,27, respectivamente, mostrando que a utilização de reprodutores avaliados e considerados superiores para ambas as características, devem proporcionar melhorias das progênies em gerações futuras. Estes valores são semelhantes aos encontrados na literatura. Grigoletto et al. (2020) em Montana tropical, Moser et al. (1998) em Brangus, Kemp et al. (2002) em Angus e Meirelles et al. (2010) em Canchim relatam o valor da herdabilidade para AOL próximo a 0,29, e em Nelore, Yokoo et al. (2009, 2010) relatam valores próximos a 0,36. Para MARM Grigoletto et al. (2020) em Montana Tropical e Santos et al. (2017) em Nelore, relataram o valor da herdabilidade

de 0,33. As estimativas de herdabilidade moderadas a altas indicam que o ganho genético pode ser alcançado através do melhoramento seletivo.

Já as estimativas de herdabilidade para ACAB, IPP e PRODAM foram baixas, 0,17, 0,10 e 0,13 respectivamente. Os valores de IPP foram semelhantes ao verificados por Dias et al. (2004) e Silva et al. (2013) na raça Nelore, sendo 0,09 e 0,15, respectivamente. Almeida et al. (2021) e Eler et al. (2008) também encontraram valores semelhantes para PRODAM em Nelore, sendo 0,09 e 0,15.

Os valores baixos indicam que a seleção não deve resultar em progressos imediatos. O valor baixo da herdabilidade para IPP podem ser explicados, em partes, devido apenas as matrizes que pariram serem consideradas na análise ou quando a estação de monta das matrizes é atrasada.

#### 4.2 Correlação genética

As correlações genéticas entre IPP e as características de carcaça (AOL e ACAB) apresentaram valores negativos e baixos, respectivamente -0,13 e -0,19. Esses valores significam que ao selecionar animais para aumento de AOL e ACAB pode levar a consequências positivas na precocidade sexual de novilhas, fazendo com que a IPP diminua, resultando em animais sexualmente precoces. As correlações genéticas entre IPP e AOL na raça Nelore foram relatadas em Brunet et al. (2017), CAMARGO et al. (2021), Caetano et al (2013), -0,6 e -0,17, -0,25, respectivamente. Na raça Brahman, Besa (2021) descreve a correlação genética entre AOL e IPP de 0,07.

As correlações genéticas entre PRODAM e as características de carcaça (AOL e ACAB) foram positivas e baixas, sendo 0,14 para AOL e 0,27 para ACAB, indicando que ao selecionar para o aumento de AOL e ACAB, espera-se um aumento na PRODAM. Na raça Nelore, Melo et al. (2020) relatam correlação genética entre PRODAM e AOL de 0,37.

As correlações genéticas entre MARM e as características reprodutivas, IPP e AOL, apresentam valores não consideráveis, -0,01 e 0,01 respectivamente, esse valor indica que a seleção para MARM não tem influência na IPP e PRODAM. Brunet et al. (2017) e CAMARGO et al. (2021) relatam correlação genética diferentes na raça Nelore de -0,37 e -0,12, respectivamente.

Esses resultados por mais que sejam baixos, indicam que animais com maior precocidade sexual serão animais com melhores rendimentos de cortes cárneos,

também de produtividade de kg de bezerros desmamados e maior permanência das fêmeas no rebanho.

É interessante observar a correlação genética de -0,85, alta, entre as características reprodutivas IPP e PRODAM mostrando que quanto mais precoce sexualmente a novilha, mais kg de bezerros irá desmamar.

#### 4.3 Resposta à seleção

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade para as características reprodutivas, as correlações genéticas entre elas e as características de carcaça apresentaram valores baixos. Foram estimadas as possíveis mudanças genéticas obtidas por meio de resposta direta e indireta a seleção.

São apresentados, a seguir (Tabela 5), as respostas diretas para IPP e PRODAM no cruzamento de indivíduos 1%, 5%, 10%, 20% e 30% dos melhores touros com 10%, 20% e 30% das melhores vacas do banco de dados Montana Tropical.

Tabela 5. Resposta à seleção direta para IPP e PRODAM para o cruzamento de indivíduos 1%, 5%, 10%, 15% e 30% melhores touros com 10%, 20% e 30% melhores vacas do banco de dados Montana Tropical.

		<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>IPP</b>	-41,85	-36,03	-33,03	-29,65	-27,40
	<b>PRODAM</b>	12,70	10,93	10,02	9,00	8,31
<b>20</b>	<b>IPP</b>	-38,47	-32,66	-29,65	-26,27	-24,02
	<b>PRODAM</b>	11,67	9,91	9,00	7,97	7,29
<b>30</b>	<b>IPP</b>	-36,22	-30,40	-27,40	-24,02	-21,77
	<b>PRODAM</b>	10,99	9,23	8,31	7,29	6,61

Fonte: Própria autoria.

Na Tabelas 6 estão as respostas à seleção indiretas para IPP quando selecionada para AOL, MARM e ACAB e na Tabela 7, as respostas correlacionadas indiretas para PRODAM quando selecionada para AOL, MARM e ACAB.

Tabela 6. Resposta a seleção indireta para IPP quando selecionamos para AOL, MARM e ACAB no cruzamento de indivíduos 1%, 5%, 10%, 20% e 30% melhores touros com 10%, 20% e 30% melhores vacas.

		<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>AOL</b>	-12,67	-10,91	-10,00	-8,98	-8,30
	<b>MARM</b>	-0,59	-0,51	-0,47	-0,42	-0,39
	<b>ACAB</b>	-16,07	-13,84	-12,69	-11,39	-10,52
<b>20</b>	<b>AOL</b>	-11,65	-9,89	-8,98	-7,96	-7,27
	<b>MARM</b>	-0,55	-0,46	-0,42	-0,37	-0,34
	<b>ACAB</b>	-14,78	-12,54	-11,39	-10,09	-9,23
<b>30</b>	<b>AOL</b>	-10,97	-9,21	-8,30	-7,27	-6,59
	<b>MARM</b>	-0,51	-0,43	-0,39	-0,34	-0,31
	<b>ACAB</b>	-13,91	-11,68	-10,52	-9,23	-8,36

Fonte: Própria autoria.

Tabela 7. Resposta a seleção indireta para PRODAM quando selecionamos para AOL, MARM e ACAB no cruzamento de indivíduos 1%, 5%, 10%, 15% e 30% melhores touros com 10%, 20% e 30% melhores vacas.

		<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>AOL</b>	2,16	1,86	1,71	1,53	1,41
	<b>MARM</b>	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13
	<b>ACAB</b>	3,41	2,93	2,69	2,41	2,23
<b>20</b>	<b>AOL</b>	1,99	1,69	1,53	1,36	1,24
	<b>MARM</b>	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11
	<b>ACAB</b>	3,13	2,66	2,41	2,14	1,95
<b>30</b>	<b>AOL</b>	1,87	1,57	1,41	1,24	1,12
	<b>MARM</b>	0,17	0,14	0,13	0,11	0,10
	<b>ACAB</b>	2,95	2,47	2,23	1,95	1,77

Fonte: Própria autoria.

A seleção direta para IPP ao realizar o cruzamento de vacas 1%, 5%, 10%, 20% e 30%, com touros 10%, 20% e 30 %, tem diminuição, em média, 29,65 dias/ano, podendo variar entre 41,85 e 21,77 dias. Andrade (2020) relata o a diminuição de 2,97 dias por ano na raça Sindi, utilizando intensidade de seleção igual a 0,5 para fêmeas e 1,76 para machos. A seleção direta para PRODAM ao realizar os cruzamentos tem ganho de, em média, 9 kg de bezerros desmamados, podendo variar entre 12,70 kg a

6,61 kg. Almeida et al. (2021) relatam que com a intensidade seletiva igual a 1, a seleção direta para PRODAM em Nelore, tem um progresso genético de 50,72 kg de bezerros desmamados.

Os resultados das respostas a seleção indiretas para IPP ao selecionar para AOL, ACAB, MARM no cruzamento das melhores 1%, 5%, 10%, 20% e 30% vacas com os melhores 10%, 20% e 30% touros foram em média de -9,26, -11,75 e -0,43 dias, respectivamente. Dessa forma a seleção para AOL, ACAB e MARM levaria a um decréscimo de dias da idade ao primeiro parto, independentemente do cenário de cruzamento. Para PRODAM, os resultados das respostas à seleção indiretas ao selecionar para AOL, ACAB e MARM, nos cenários de cruzamento, foram em média de 1,58 kg, 2,32 kg e 0,14 kg de bezerros desmamados, respectivamente. Dessa forma a seleção para AOL, ACAB e MARM levaria a um acréscimo de quilograma de bezerros desmamados, independentemente do cenário de cruzamento.

Verifica-se que a seleção indireta, quando selecionamos para AOL, ACAB e MARM é menos eficiente que a seleção direta para IPP e PRODAM. A utilização de AOL, ACAB e MARM como critério de seleção afetaria menos que a seleção direta a IPP e PRODAM, porém quando selecionados indiretamente podem beneficiar, mesmo que lentamente as características reprodutivas. Ao selecionar diretamente as características reprodutivas, os valores são significativos, tendo maior diminuição na idade ao primeiro parto e aumento de quilogramas de bezerros desmamados

## 5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados no presente estudo, as correlações genéticas estimadas entre as características de carcaça e as características reprodutivas foram de baixo grau, mas indicam que animais com maior precocidade sexual tendem a ser animais com melhores rendimentos de cortes cárneos, de produtividade de kg de bezerros desmamados e maior permanência das fêmeas no rebanho. As respostas à seleção direta para IPP e PRODAM foram mais eficientes, tendo maior diminuição na idade ao primeiro parto e aumento de quilogramas de bezerros desmamados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.A; et al.. Resposta correlacionada para características reprodutivas em bovinos da raça Nelore selecionados para características de eficiência alimentar. XIV Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal Santa Catarina, Brasil. 2021.

ALVES, D. D. et al. Maciez da carne bovina. *Ciência animal brasileira*, v. 6, n. 3, p. 135-149. 2005.

BESA, A.F. et al. Genetic evaluation for reproductive and productive traits in Brahman cattle, *Theriogenology*, Volume 173, 2021, Pages 261-268, ISSN 0093-691X, <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.08.008>.

BRUNES, L. C. Estudo genético-quantitativo de características de crescimento, reprodução, carcaça e escores visuais em um rebanho Nelore sob seleção para precocidade sexual. 2017.

CAETANO, S.; et al.. Estimates of genetic parameters for carcass growth and reproductive traits in Nellore cattle. **Livestock Science**, 155:01-07. 2013.

CAMARGO, A.C; et al.. Características reprodutivas e de carcaça em bovinos da raça Nelore. 30° Zootec. 1ª edição. ISBN dos Anais: 978-65-89908-12-8. 2021.

CROSS, H.R.; BELK, K.E. Objective measurement of carcass and meat quality. *Meat Science* 36: 191-202. 1994.

CUNDIFF, L.V. et al. Preliminary results from cycle V of the germplasm at the Roman L. Hruska U.S. Meat animal Research Center. In: GER-MPLASM EVALUATION PROGRAM-PROGRESS REPORT, n. 16, USDA, Agricultural Research Service, p2-11, 1997.

DIAS, L. T. et al. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.97-102, 2004.

DU, M.; et al.. Fetal programming of skeletal muscle developme. 2010.

ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; BALIEIRO, J.C.C. et al. Genetic analysis of average annual productivity of Nellore breeding cows (COWPROD). *Genetics and Molecular Research*, v.7, p.234-242, 2008.

ELER, Joanir Pereira; SANTANA, M. L.; FERRAZ, José Bento Sterman. Associação genética entre produtividade anual média, habilidade de permanência no rebanho e probabilidade de prenhez precoce de fêmeas Nelore. 9º Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal. João Pessoa. 2012. [en línea] < <http://sbmaonline.org.br/anais/ix/trabalhos/pdf/4SW4.pdf> > [consulta: 01 de novembro de 2023].

ELER, Joanir Pereira. Teorias e métodos em melhoramento genético animal: sistemas de acasalamento. Volume 3 (Teorias e Métodos em Melhoramentos Animal). Universidade de São Paulo. Faculdade de Zootecnia, Engenharia de Alimentos, 2017.

DOI: Disponível

em: [www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/164](http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/164) . Acesso em 1 novembro. 2023.

ELER, J.P; FERRAZ, J.B.S. Sumário de touros Montana 2021. 2021.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. 4.ed. Edinburgh: Longman Group Limited. 464p. 1996.

FERRAZ, J.B.S; ELER, J.P; GOLDEN, B.L. A formação do composto Montana Tropical. Rev. Brás. Rep. Anim. 23, 115-117. 1999a.

FERRAZ, J.B.S.; ELER, J.P.; GOLDEN, B.L. Análise e genética do composto Montana Tropical. Revista Brasileira de Reprodução Animal, v.23, p.111-113, 1999b.

FERRAZ, J.B.S; ELER, J.P. Desenvolvimento de bovinos de corte compostos no brasil o desafio do projeto Montana Tropical. 2000.

FERRAZ, J.B; GAMA, L.T. Comunicação pessoal. 2022.

FISHER, A.V. A review of the technique of estimating the composition of livestock using the velocity of ultrasound. Computers and Electronics in Agriculture, v.17, p.217-231, 1997.

GAMA, L.T da. Melhoramento Genético Animal. 2ª Edição. 2022

GOMES, R.et al.. Ingestão de alimentos e eficiência alimentar de bovinos e ovinos de corte. 2012.

GREGORY, K.E; CUNDIFF, L.V. Crossbreeding in beef cattle: evaluation of systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.51, p.1224-1242,1980.

GRIGOLETTO, L. Genomic studies in Montana Tropical Composite cattle. 2020. Tese (Doutorado em Biociência Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020. doi:10.11606/T.74.2020.tde-13042021-153436. Acesso em: 2023-11-03.

HARPER, G.S. Biological determinants of intramuscular fat deposition in beef cattle: Current mechanistic knowledge and sources of variation, 2001. Disponível em: [https://www.mla.com.au/contentassets/54b89e212507478b880e11522f04dd23/flot.208\\_final\\_report.pdf](https://www.mla.com.au/contentassets/54b89e212507478b880e11522f04dd23/flot.208_final_report.pdf). Acesso em 1 novembro. 2023.

KEMP, D.J.; HERRING, W.O.; KAISER, C.J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1489-1496, 2002.

KOCH, R.M., CUNDIFF, L.V., GREGORY, K.E. Beef cattle breed resource utilization. Brazilian Journal of Genetics, v.12, p. 55-80, 1989

MARQUES, A.C.W. Ultrassonografia para predição das características de carcaça bovina. 2011. Disponível

em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/22106/>. Acesso em 1 novembro. 2023.

MATARIM, D.L. Estimativa de parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassom, com ênfase na gordura intramuscular, em bovinos Nelore. 2015.

MEIRELLES, S.L.; ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, H.N.; REGITANO, L.C.A. Efeitos de Ambiente e Estimativas de Parâmetros Genéticos parágrafo Características de Carcaça in Bovinos da Raça Canchim criados pastagem em. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.7, p.1437-1442, 2010.

MELO, J.R.P; et al.. Correlações Genéticas Entre Características Reprodutivas E De Carcaça Em Bovinos Da Raça Nelore. 28ºSIICUP. 2020.

MOSER, D.W.; BERTRAND, J.K.; MISZTAL, I. et al. Genetic parameters for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2542-2548, 1998.

R Development Core Team: R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2013. Available in: <<http://www.r-project.org>> .

ROSA, A. do N. et al. Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus-Embrapa. 2013.

SAINZ, Roberto. **Comunicação pessoal**. 2022.

SANTANA JR., M.L.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. et al. Genetic relationship between growth and reproductive traits in Nellore cattle. *Animal*, v.6, n.4, p. 565–570.

SANTOS, G.S.S; et al..Parâmetros genéticos de características de carcaça em bovinos da raça Nelore. X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. 2017.

SILVA, B.C.A. Estudo da multicolinearidade em bovinos compostos multirraciais. 2020. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020. doi:10.11606/T.74.2020.tde-12042021-142319. Acesso em: 2023-11-01.

SILVA, J.All.; et al. Genetic relationship among staybility, scrotal circumference and post-weaning weight in Nelore cattle. *Livestock Production Science*, v.99, p.51- 59, 2006

SILVA, J.A. V.S.; et al..Estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. 2013.

SILVA, M.J.F.B; et al. Avaliação de carcaça bovina: uma revisão sobre o uso do ultrassom. 2017. Disponível

em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/medicinaveterinaria/article/view/1961/482482588>. Acesso em 1 novembro. 2023

SILVA, S. DA L. E . et al.. Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultra-som e pós-abate em novilhos Nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1236–1242, set. 2003.

SNEDECOR, G.W; Cochran, W.G.Statistical methods. 6th Edition. 1967.

SOUSA, T. G.; MCMANUS, C. M.; FERRAZ, J. B.; ELER, J. P.; COSTA, N. S.; REZENDE, F. M. Georeferenced evaluation of genetic patterns of montana tropical® cattle. In: Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet. p. 513-516. 2017.

SUGUISAWA, L; MATOS, B.C; SUGUISAWA, J.M. Uso da ultrassonografia na avaliação de características de carcaça e de qualidade da carne. 2013.

WILSON, D.E. Centralized Ultrasound Processing. Study Guides. Iowa State University, Atlantic,1999.

YOKOO, M.J.; ALBUQUERQUE, L.G.; LOBO, R.B. et al. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.117, p.147-154, 2008.

YOKOO, M.J.; WERNECK, J.N.; PEREIRA, M.C. et al. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.2, p.197-202, 2009.

YOKOO, M.J.; LOBO, et al.. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**. v.88, p.52-58, 2010.

YOKOO, M. J. et al. Características reprodutivas e suas associações com outras características de importância econômica na raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, p. 91-100, 2012

YOKOO, M.J.; LOBO, et al.. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**. v.88, p.52-58, 2010.