

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS OESTE - SEDE SÃO LUÍS DE MONTES BELOS - GO
PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL E FORRAGICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL

ANDERSON EDUARDO AMÂNCIO DE LIMA

**EFEITO DA INTROGRESSÃO DA VARIANTE NO GENE DA MIOSTATINA
NO DESEMPENHO DE GADO DE CORTE**

São Luís de Montes Belos

2023

ANDERSON EDUARDO AMÂNCIO DE LIMA

**EFEITO DA INTROGRESSÃO DA VARIANTE NO GENE DA MIOSTATINA
NO DESEMPENHO DE GADO DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás Campus Oeste para obtenção do título de Mestre em Produção Animal e Forragicultura.

Linha de pesquisa: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Medeiros da Silva

São Luís de Montes Belos
2023

ANDERSON EDUARDO AMANCIO DE LIMA

**EFEITO DA INTROGRESSÃO DA VARIANTE NO GENE DA MIOSTATINA NO
DESEMPENHO DE GADO DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Oeste, para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal e Forragicultura.

Aprovado em: 03 de AGOSTO de 2023.

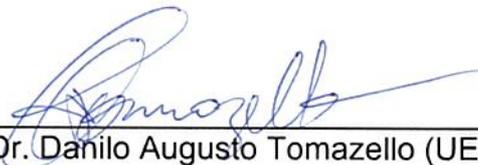
BANCA EXAMINADORA



Dr. Rodrigo Medeiros da Silva (UEG)



Dr. Rodrigo Vitorio Alonso (Nelore Myo)



Prof. Dr. Danilo Augusto Tomazello (UEG)

Dedico este trabalho à memória do meu amado irmão, Anildo Amâncio de Lima Junior. Este trabalho é uma homenagem à ele e uma forma de honrar sua memória, dedicando meu esforço e dedicação em alcançar o sucesso que ele sempre acreditou que eu seria capaz.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas e instituições que colaboraram de forma significativa para a realização e conclusão desta dissertação de mestrado.

Primeiramente, agradeço ao meu orientador, Rodrigo Medeiros, pela orientação ao longo de todo o processo de pesquisa. Sua experiência e conhecimento foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Também expresso minha gratidão ao Rodrigo Vitorio Alonso, pela sua valiosa contribuição. Sua colaboração foi essencial para o sucesso desta pesquisa. Estendo esses agradecimentos ao professor Danilo Augusto Tomazello por aceitar fazer parte da banca.

À minha mãe, Sandra Aparecida Fonseca, meu agradecimento especial pelo amor, apoio incondicional e incentivo contínuo. Seu apoio emocional e compreensão foram pilares fundamentais ao longo de toda a minha jornada acadêmica.

Gostaria de estender meus agradecimentos ao Sr. Alderico e sua esposa Dona Fátima, da Fazenda Pedra Preta, pela disponibilidade em fornecer os dados e recursos necessários para a conclusão desta pesquisa.

Agradeço também à Universidade Ibérica da Bélgica pela parceria. Agradeço à empresa Nelore Myo Genética Bovina Eireli por fornecer os recursos genéticos para o desenvolvimento dessa pesquisa.

À Universidade Estadual de Goiás (UEG) e a todos os seus colaboradores, professores e funcionários, que contribuíram pela minha formação acadêmica ao longo desses anos.

Por fim, expresso minha gratidão a todos os amigos e demais pessoas que permaneceram ao meu lado, oferecendo apoio, incentivo e compartilhando seus conhecimentos.

Cada uma dessas pessoas e instituições desempenhou papel importante na minha trajetória acadêmica, sendo eu imensamente grato por todo o apoio e contribuição recebida.

A conclusão desta dissertação representa não apenas minha dedicação e esforço, mas também o resultado de uma rede de apoio incrível. Espero que os resultados desta pesquisa contribuam para o avanço do conhecimento em nossa área de estudo.

Muito obrigado a todos por fazerem parte dessa jornada e por tornarem este momento tão especial em minha vida.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Variáveis referentes às médias de peso vivo dos grupos genéticos experimentais nos respectivos dias de pesagens	46
TABELA 2: Variáveis de médias de peso por grupos experimentais ajustados para o final de cada período	46
TABELA 3: Variáveis para ganho médio de peso para cada grupo referente a cada período de avaliação.....	48

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1:

FIGURA 1 – Novilha à esquerda portadora do gene selvagem da miostatina e à direita um garrote com a presença de 3 diferentes polimorfismos no gene da miostatina produzido por edição gênica (PROUDFOOT et al., 2015)... 23

FIGURA 2- Imagem de bezerros nascidos com as três variações no gene da miostatina. A) homozigoto sem a mutação no gene da miostatina; B) heterozigoto; C) homozigoto com a mutação no gene da miostatina (PAULUSSI, 2017). 24

FIGURA 3- Esquema de retrocruzamento para introgressão do gene da Miostatina do Belgian Blue na raça Nelore. Fonte: Adaptada: O Globo 2017 25

Capítulo 2:

Figura 1- Correlação entre precipitação e ganho de peso dos animais ao logo do período**Erro! Indicador não definido.**

ANEXOS

ANEXO A – CONTROLE GENEALÓGICO TOURO WOLVERINE, NELORE MYO.	53
ANEXO B – DADOS ZOOTECNICO TOURO GIGA DA RAÇA BELGIAN BLUEA.	54
ANEXO C – NOVILHO NM A DIREITA E A ESQUERDA NOVILHO F1 BELGIAN BLUE X NELORE.	54
ANEXO D – ORIENTAÇÃO PARA ELABORAÇÃO DO ARTIGO PARA REVISTA CUSTOS E @GRONEGÓCIO.	55

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABIEC: Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes
- ACNB: Associação de Criadores de Nelore do Brasil
- BBI: Belgian Blue International (Associação Internacional dos Criadores da Raça Belgian Blue)
- BB: Belgian Blue (grupo genético)
- CEUA: Comitê de Ética no Uso de Animais
- F1: Primeira Geração de Cruzamento
- F5: Quinta Geração de Cruzamento
- F6: Sexta Geração de Cruzamento
- FIV: Fertilização *in vitro*
- GDF-8: Growth Differentiation Factor - 8
- IATF: Inseminação Artificial em Tempo Fixo
- MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- NM: Nelore Myo (grupo genético)
- R: Software estatístico R
- Sisvar: Software estatístico Sisvar
- UEG: Universidade Estadual de Goiás

RESUMO

O setor de carne bovina no Brasil tem registrado um crescimento significativo nos últimos anos, com aumento nas exportações e faturamento. Em 2022, o país exportou mais de 2,26 milhões de toneladas de carne bovina, representando um aumento de 22,6% em relação ao ano anterior. A raça Nelore é a mais prevalente no rebanho brasileiro, porém, os animais dessa raça apresentam variação na qualidade da carne, o que tem impulsionado o uso de técnicas de melhoramento genético e cruzamentos com outras raças. Um fator importante nesse contexto é a heterose, ou vigor híbrido, em que animais resultantes de cruzamentos entre raças apresentam desempenho superior aos das raças puras, sendo que quanto maior a distância entre as raças maior é o efeito de heterose. Nesse sentido, este estudo foi conduzido para avaliar o efeito da heterose nos grupos F1 (1/2 Belgian Blue x 1/2 Nelore) e F5 (1/32 Belgian Blue x 31/32 Nelore), resultantes do cruzamento entre a raça Belgian Blue x Nelore. Foram analisados dados de peso corporal e ganho de peso de 39 animais ao longo de um período de 674 dias, dividido em etapas de cria e recria. De acordo com os resultados, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) no desempenho dos grupos genéticos durante o estudo onde os animais tiveram média de peso semelhante entre os grupos F1 (425,98kg) e F5 (407,17kg). No entanto, os animais do grupo F1 apresentaram melhor ($P > 0,001$) ganho de peso diário durante a fase final da recria em comparação com os animais do grupo F5. Embora não tenha sido observada variação significativa entre os grupos, o estudo ressalta a importância dos cruzamentos entre raças como uma estratégia para melhorar a eficiência produtiva na pecuária bovina.

Palavras-chave: Bovino de Corte; Miostatina; Polimorfismo.

ABSTRACT

The beef sector in Brazil has seen significant growth in recent years, with increases in exports and revenue. In 2022, the country exported over 2.26 million tons of beef, representing a 22.6% increase compared to the previous year. The Nelore breed is the most prevalent in the Brazilian cattle herd, but these animals exhibit variation in meat quality, leading to the adoption of genetic improvement techniques and crossbreeding with other breeds. Heterosis, or hybrid vigor, is an important factor in this context, where animals resulting from crossbreeding between different breeds show superior performance compared to purebred animals, and the greater the genetic distance between the breeds, the greater the heterosis effect. In this regard, this study aimed to evaluate the heterosis effect in the F1 (1/2 Belgian Blue x 1/2 Nelore) and F5 (1/32 Belgian Blue x 31/32 Nelore) groups, resulting from the crossbreeding of Belgian Blue and Nelore. Data on body weight and weight gain of 39 animals were analyzed over a period of 674 days, divided into breeding and rearing stages. According to the results, there was no significant difference ($P>0.05$) in the performance of the genetic groups during the study, with both F1 (425.98 kg) and F5 (407.17 kg) groups showing similar average weights. However, the F1 group exhibited a better ($P>0.001$) daily weight gain during the final phase of rearing compared to the F5 group. Although no significant variation was observed between the groups, the study highlights the importance of crossbreeding as a strategy to improve productive efficiency in cattle farming.

Key-words: Beef Cattle; Myostatin; Polymorphism.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
ANEXOS	viii
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	14
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Fenótipo de dupla musculatura nos bovinos.	15
2.2 Polimorfismos do gene GDF-8 nos Bovinos.	16
2.3 Principais Vantagens e Desvantagens do polimorfismo no gene da miostatina.	17
2.4 Raça Nelore.....	19
2.5 Raça Belgian Blue	20
2.6 Nelore com Dupla Musculatura	22
2.7 Heterose	26
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 2 – Efeito da heterose sobre o desempenho de bovinos cruzados entre as raças Belgian Blue X Nelore com diferentes graus sanguíneos.	35
Resumo	35
Abstract	36
1. Introdução.....	37
2. Referencial Teórico.....	38
2.1. Heterose	38
2.2. Fenótipo de dupla musculatura nos bovinos.	39
2.3. Raça Belgian Blue	40
2.4. Raça Nelore	42
2.5. Nelore com Dupla Musculatura	42

3. Metodologia	43
3.1. Local do experimento.....	43
3.2. Animais.....	43
3.2.1. Grupos Genéticos.....	44
3.3. Avaliação dos animais.....	44
3.4. Análise Estatística	45
3.5. Índices Pluviométricos	45
4. Apresentação e análise dos resultados.....	45
5. Considerações Finais	49
6. Agradecimento	49
6. Referências	50
CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
Anexos	53

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

Em 2022, o Brasil alcançou recorde histórico no mercado de carne bovina, exportando mais de 2,26 milhões de toneladas para mais de 150 países, o que representou aumento de 22,6% em relação ao ano anterior. O setor também registrou faturamento recorde, totalizando mais de 12,97 bilhões de dólares. Além disso, o número de bovinos abatidos aumentou em 5,28%, totalizando 42,31 milhões de cabeças abatidas (ABIEC, 2023).

Projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estimam que até 2030 o volume de exportação de carne bovina possa atingir 3,4 milhões de toneladas (BRASIL, 2020).

A raça Nelore, predominantemente presente no rebanho brasileiro, representa cerca de 80% do total do rebanho nacional (ACNB, 2023). Apesar de sua rusticidade e boa produtividade, os animais Nelore exibem variação na qualidade da carne, o que motiva o uso de técnicas de melhoramento genético e cruzamentos para aprimorar a produtividade e qualidade do rebanho.

O melhoramento genético é conduzido através da avaliação de características produtivas, como ganho de peso, eficiência alimentar, rendimento e qualidade da carcaça, características reprodutivas, longevidade e adaptação. Para esse fim, são empregados métodos qualitativos e quantitativos baseados no conhecimento genético da população, variação genética do rebanho, herdabilidade, variância e correlação genética (DEKKERS e HOSPITAL, 2002; OLTENACU e BROOM, 2010; WALKER, 2013).

Um dos desafios do melhoramento genético é que a maior parte das características zootécnicas são de origem poligênica, resultantes do efeito simultâneo de diferentes genes e variações alélicas, e influenciadas pelos fatores ambientais (MARTINEZ e MACHADO, 2002).

O cruzamento entre animais de origem indiana (*Bos taurus indicus*) e animais de origem europeia (*Bos taurus taurus*) é realizado visando obter animais com boa

adaptação ao clima tropical, além de características produtivas e qualitativas desejáveis para a carne.

O gene da miostatina é responsável pela síntese da proteína miostatina, que regula negativamente a proliferação e diferenciação dos mioblastos, controlando a miogênese. A inativação da miostatina resulta em hiperplasia e hipertrofia das fibras musculares, levando os indivíduos a apresentar uma exuberância muscular, conhecida como dupla musculatura (MCPHERRON e LEE, 1997). A dupla musculatura, caracterizada pelo aumento no número de fibras musculares, está associada a animais superiores, apresentando maior rendimento de carcaça, maior quantidade de carnes nobres e menor teor de gordura subcutânea e intramuscular (FIEMS, 2012; FERRINHO, 2021).

Estudos conduzidos por ARTHUR (1995) concluíram que essa característica é determinada por um gene presente em todas as raças bovinas, onde animais homocigotos transmitem a variante do gene da miostatina para 100% de sua descendência. A utilização de animais com dupla musculatura tem sido amplamente adotada por criadores em todo o mundo para obtenção de animais precoces, com maior rendimento de carcaça e maior produção de carne.

A dupla musculatura em bovinos foi descrita pela primeira vez no início do século XIX, quando foram observados animais da raça Shorthorn com musculatura exuberante e baixa deposição de gordura. A raça Belgian Blue, resultado do cruzamento entre animais Shorthorn e animais Belgas nativos, é uma das raças que apresenta maior expressão do fenótipo de dupla musculatura e foi uma das primeiras a confirmar a mutação do gene, com uma deleção de 11 pares de bases que resultou em uma proteína não funcional (GROBET et al., 1997).

2 REVISÃO DE LITERATURA.

2.1 Fenótipo de dupla musculatura nos bovinos.

A primeira descrição do fenótipo de dupla musculatura em bovinos foi feita por Culley em 1807, ao observar animais da raça Shorthorn, os quais apresentavam

notável expressão muscular e menor teor de gordura na carcaça (KARIM et al., 2000).

Durante anos, a origem desse fenótipo foi objeto de debate até que, em 1995, estudos de mapeamento genético comprovaram que a dupla musculatura é decorrente de uma alteração genética simples e autossômica (CHARLIER et al., 1995).

McPherson e Lee (1997) foram os primeiros a descrever o gene GDF-8 (Growth Differentiation Factor - 8), posteriormente denominado gene da miostatina. Esse gene pertence à superfamília TGF- β e é responsável pela regulação negativa da miogênese, resultando em hiperplasia e hipertrofia das fibras musculares quando ocorrem mutações levando ao fenótipo de dupla musculatura (MCPHERSON e LEE, 1997).

Estudos subsequentes identificaram diferentes mutações em raças bovinas. A miostatina também controla a formação de novas fibras musculares e inibe a hipertrofia das fibras existentes por meio da redução da expressão dos Fatores de Regulação Miogênica (LEAL et al., 2008; PATRUNO et al., 2008; LEE et al., 2010 e MCPHERRON e LEE, 1997).

O gene da miostatina em bovinos está localizado no cromossomo 2, a 3,1 centimorgan, próximo ao microssatélite TGLA44. Esse gene possui três éxons com 373, 374 e 381 nucleotídeos e, dois íntrons com 1840 e 2033 nucleotídeos. A região não traduzida no terceiro íntron pode variar em 1701, 1812 ou 1887 nucleotídeos, dependendo do posicionamento de poliadenilação. O RNA mensageiro da região codificadora do gene produz uma proteína com 375 aminoácidos (CHARLIER et al., 1995; GROBET et al., 1997; JEANPLONG et al., 2001 e SMITH et al., 1997).

2.2 Polimorfismos do gene GDF-8 nos Bovinos.

Polimorfismos no gene GDF-8 em bovinos têm sido objeto de estudo em diversas raças, como: Angus, Ayrshire, Brahman, Brown Swiss, Charolês, Polled Hereford, Gelbvieh, Guernsey, Limousin, Polled Shorthorn, Texas, Nelore e Longhorn. Essas variações genéticas resultam em diferentes sequências

genômicas, sendo o tipo mais comum o polimorfismo de substituição de um nucleotídeo por outro, o que pode gerar uma nova sequência no DNA (GRISOLIA et al., 2009; MCPHERRON e LEE, 1997).

O gene GDF-8 pode sofrer diferentes tipos de mutações, resultando em proteínas miostatina disfuncionais ou com baixa eficiência na regulação do crescimento muscular. Dentre as mutações que conferem maior expressão do fenótipo de dupla musculatura, destacam-se as mutações nt821 e C313Y (MARCHITELLI et al., 2003).

A mutação nt821(del11) foi descrita em bovinos Belgian Blue por GROBET et al. (1997), resultando em uma deleção de 11 pares de bases que codifica uma proteína carboxi-terminal bioativa disfuncional, ocasionando o fenômeno de dupla musculatura.

Já a mutação C313Y foi observada em bovinos Piemontês e Gasconne, consistindo em uma transição G para A na posição de nucleotídeo 938, correspondente ao exon 3 do gene, que leva à substituição de um resíduo de cisteína por tirosina em uma região altamente conservada, comprometendo a formação adequada da proteína devido à interrupção de uma ponte dissulfeto essencial (MCPHERRON e LEE, 1997).

Diversas raças bovinas apresentam o fenótipo de dupla musculatura, entre elas Belgian Blue, Blond d'Aquitaine, Charolês, Piemontês, Limousin, Parthenaise, Asturiana de los Valles, Rubia Galega, Gasconne, Marchigiana, Maine Anjou, South Devo e Senepol (BOUYER et al., 2014; GROBET et al., 1998; KARIM et al., 2000; LEE e MCPHERRON, 2001; MCPHERRON e LEE, 1997; SMITH et al., 1997; TEIXEIRA e OLIVEIRA, 2007).

2.3 Principais Vantagens e Desvantagens do polimorfismo no gene da miostatina.

As principais vantagens dos animais com dupla musculatura são o alto rendimento de carcaça e baixo teor de gordura. Resultados mostram que animais portadores da dupla musculatura podem ter um aumento de até 10% a mais no

rendimento de carcaça, podendo chegar até 20% a mais de carne total. Isso ocorre porque animais de dupla musculatura apresentam ossos mais leves. Além disso, esses animais têm maior porcentagem de carnes nobres, o que agrega mais valor ao produto final (ARTHUR, 1995; BOUKHA, 2011; RIBECA, 2014; DUNNER et al., 2013; e WARNER, 2010).

GARIÉPY et al. (1999) avaliaram a qualidade da carne de animais F1 de diferentes raças (Hereford, Red Angus, Simental e Maine Anjou) inseminadas com touros de dupla musculatura (Belgian Blue e Piemontês) e touros normais (Charolês). Em seu estudo, observou-se que o uso de animais de dupla musculatura proporcionou carnes mais magras, com menor marmoreio. No entanto, não houve efeito na qualidade da carne nos parâmetros de pH final do músculo *Longissimus*, perdas no degelo e cozimento, forças de cisalhamento, maciez e sabor.

No estudo de FERRINHO (2021), que comparou a qualidade da carne de animais Nelore e F1 Rubia Gallega x Nelore, o autor concluiu que os animais F1 apresentaram carnes mais macias, com menor perda ao cozimento e menor teor de lipídios totais. Isso faz com que essa carne tenha um melhor índice de saúde, com menor concentração sérica de colesterol total.

A maior desvantagem das raças em que a variante no gene da miostatina encontra-se fixada em homozigose e, portanto, apresentam o fenótipo da dupla musculatura está ligada aos problemas de fertilidade, distocias e baixa viabilidade de bezerros (HANSET, 1967; BOUYER et al., 2014 e PAULUSSI, 2018).

HANSET (1999) determinou que animais com dupla musculatura têm maior tempo de gestação, levando ao nascimento de bezerros maiores e aumentando os riscos de partos distócicos. O acompanhamento dos partos desses animais é fundamental para minimizar a taxa de mortalidade neonatal (WIENER et al., 2002).

Em estudo realizado por PAULUSSI (2018), foi avaliada a taxa de distocia de bezerros nascidos de matrizes Nelore, produzidos com Touros Heterozigotos para a variante no gene da miostatina pela técnica de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). Portanto, parte dos animais nascidos possuíam a variante em heterozigose e parte não possuíam a variante. No mesmo trabalho, foi avaliado o nascimento de bezerros produzidos pela técnica de fertilização *in vitro* (FIV), a

partir do acasalamento de machos e fêmeas heterozigotos para a variante no gene da miostatina, possibilitando a avaliação das três categorias genéticas: homozigotos mutados, heterozigotos e homozigotos sem a mutação. O resultado demonstrou que não houve incidência de partos distócicos nos bezerros produzidos por IATF. Entretanto, na metodologia de Transferência de Embriões produzidos in vitro, os bezerros homozigotos mutados tiveram 47,5% de taxa de distocia, 5,7% em animais heterozigotos e 5,4% em animais homozigotos sem a variante no gene. A taxa mortalidade de bezerro heterozigotos e homozigotos sem a mutação foi semelhante, sendo 5,4% e 5,2%, respectivamente. Entretanto, a taxa de mortalidade nos animais homozigotos para o gene mutante foi significativamente maior, atingindo 37,3% em bezerros produzidos por transferência de embrião. Em bezerros de IATF, a mortalidade foi de 2,1% para heterozigotos e 2,4% para homozigotos sem o polimorfismo (PAULUSSI, 2018).

As principais causas de distocia em animais de dupla musculatura estão associadas às mães. Vacas com dupla musculatura têm os ossos do quadril menores, resultando na diminuição linear na área do quadril. A abertura pélvica desses animais é de 10% a 6% menor. Esses fatores são responsáveis por aumentar os índices de distocia e mortalidade perinatal em vacas (ARTHUR et al., 1988; SHORT et al., 2002 e VISSAC et al., 1973).

Uma forma eficaz de evitar distocias e morte dos animais, tanto da matriz quanto do bezerro, é realizar acasalamentos dirigidos, acompanhando o genótipo desses animais e mantendo as fêmeas heterozigotas no plantel. Isso ocorre porque a incidência de distocia é baixa e esses animais são capazes de gerar animais homozigotos para o fenótipo de dupla musculatura, aumentando assim a produção comercial de carne (ARTHUR, 1995; BELLINGE, 2004).

2.4 Raça Nelore

O Nelore é uma raça zebuína de origem de Prakasam um distrito no estado de Andhra Pradesh na Índia, no seu local de origem a raça é chamada de Ongole. Os primeiros animais zebuínos foram trazidos para o Brasil no ano de 1870, mas

apenas em 1930 foram importados da Índia os principais reprodutores que deram origem as características da raça Brasileira (OLIVEIRA, 2002).

O Nelore logo foi amplamente difundido no Brasil, o baixo custo de produção, grande extensão territorial, adaptação ao clima tropical resistência à parasitas, adaptação às gramíneas tropicais, boa fertilidade e longevidade são fatores que justificam a representatividade da raça no Brasil (KOURY FILHO, 2005).

Atualmente 80% dos animais de corte do Brasil são da raça Nelore ou mestiços Nelore segundo a Associação dos Criadores de Nelore do Brasil (ACNB, 2023), demonstrando a importância social e econômica da raça no país.

O Nelore possui padrão racial determinado pela ABCZ - Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (BRASIL, 1994). Para ser registrado, o animal deve apresentar características como bom desenvolvimento, ossatura forte, musculatura compacta e temperamento dócil e ativo. A cabeça deve ter comprimento e largura médios, com vista frontal em forma de ataúde e perfil subconvexo. As orelhas devem ser curtas em ponta de lança, e o animal pode ter chifres curtos e firmes ou ser da variedade mocha. A pelagem é curta e fina, com cores brancas e cinza, e a pele possui pigmentação escura.

O peso médio dos machos a desmama é da ordem de 192 kg e o das fêmeas de 171 kg. Ao sobreano os machos atingem 326 kg e as fêmeas 277 kg (ABCZ, 2023).

2.5 Raça Belgian Blue

A raça bovina Belgian Blue, tem origem na Bélgica central, resultado do cruzamento entre o gado leiteiro nativo da região e o gado Shorthorn, importado da Inglaterra, entre os anos de 1850 à 1890. Atualmente, a raça corresponde a quase metade do rebanho belga (AGBBB, 2022).

Inicialmente, o objetivo dos cruzamentos e seleção genética era produzir gado com boa estatura, musculatura mediana e boa produção de leite. No entanto, entre 1960 e 1970, os produtores observaram características de desenvolvimento muscular diferenciadas, o que mudou o foco produtivo (AGBBB, 2022).

A raça Belgian Blue teve início no começo do século XIX quando animais da raça Shorthorn foram introduzidos na Bélgica. O cruzamento com raças Belgas tinha como objeto criar animais com dupla aptidão focados na produção de carne e leite. Inicialmente a raça era conhecida como Moyenne et Haute Belgique. No ano de 1973 com as características bem definidas que a raça passou a se chamar Belgian Blue (BBI, 2017). Os criadores da raça se organizaram e criaram a Associação Internacional dos Criadores da Raça Belgian Blue (BBI) em 1986, sendo atualmente mais de 20 países cadastrados com criadores de animais puros e de cruzamentos.

Os animais da raça Belgian Blue apresentam dupla musculatura, mas não há duplicação dos grupos musculares nem aumento do tamanho das fibras musculares. Essa característica é causada pela mutação no gene recessivo GDF8 (Fator de Diferenciação de Crescimento 8), que codifica a proteína miostatina, responsável pelo controle do desenvolvimento muscular. A mutação no gene impede sua capacidade reguladora, resultando em hiperplasia celular (Siqueira, 2022).

No entanto, a musculatura dupla também está associada a problemas, como redução de fertilidade, distocia (dificuldade no parto), baixa viabilidade dos bezerros e maior susceptibilidade ao estresse (Teixeira & Oliveira, 2007; Vicente et al., 2021).

Os exemplares da raça Belgian Blue são dóceis, grandes e uniformes, com aptidão para produção de carne e boa adaptação a climas frios. Possuem pele fina, solta e flexível, com pelos curtos e densos, podendo apresentar coloração branca, malhada ou preta, sendo a última a mais comum. Também possuem chifres curtos e horizontais, além de cascos saudáveis e resistentes (SIQUEIRA, 2015; AGBBB, 2022).

Quanto à estrutura óssea, possuem ossatura fina, sólida e delicada, com articulações secas e flexíveis. A cabeça é fina, larga e longa, bem proporcionada, com orelhas curtas e pontiagudas voltadas para frente. O pescoço é musculoso, grosso e horizontal nas vacas e convexo e arredondado nos touros (SIQUEIRA, 2015; AGBBB, 2022).

O tórax, peito e dorso são largos e musculosos, com costelas harmônicas, compridas e arredondadas protegidas por uma musculatura espessa. A cauda possui boa inserção e comprimento médio. O flanco é curto e cheio, a garupa é

inclinada e larga, com os quadris escondidos pela dupla estrutura muscular. As ancas são musculosas, arredondadas e convexas, com fissuras intermusculares aparentes (SIQUEIRA, 2015; AGBBB, 2022).

Os animais da raça Belgian Blue apresentam excelente eficiência alimentar. Os touros adultos pesam entre 1.100 kg e 1.300 kg, com altura de cernelha em torno de 1,50 m. Eles alcançam precocidade e maturidade sexual, tendo o primeiro parto por volta dos 30 meses e um intervalo médio de 14 meses entre os partos. As matrizes emprenham pesando cerca de 800 kg e com altura de 1,35 m (AGBBB, 2022).

Apesar de apresentarem boa habilidade materna, os animais puros podem ter dificuldades no parto devido ao tamanho do feto. Os bezerros geralmente nascem com cerca de 47 kg, enquanto as bezerras têm aproximadamente 44 kg. Além das diferenças anatômicas e fisiológicas, machos e fêmeas também apresentam diferenças comportamentais (AGBBB, 2022).

Os animais da raça Belgian Blue apresentam boa conformação, desenvolvimento e rendimento de carcaça, atingindo até 70% de rendimento e maior quantidade de cortes de primeira qualidade. A cobertura de gordura é homogênea e com baixo teor. A carne é extremamente macia e saborosa, com quantidade equilibrada de ácidos graxos, rica em proteína de alta qualidade, vitaminas B3 e B12, ferro e zinco, facilmente assimilados pelo organismo (Siqueira, 2015; AGBBB, 2022).

Em muitos países, são realizados cruzamentos industriais entre o gado local, adaptado às características edafoclimáticas e aos tipos de manejo, e o Belgian Blue. Esses cruzamentos têm demonstrado a superioridade dos F1 produzidos. Alguns exemplos de cruzamentos realizados incluem BBB x Holstein Frisona e BBB x Jersey no Reino Unido, BBB x Simental na República Tcheca, BBB x Brahman no Paraguai, BBB x Angus no Canadá, BBB x Brune Des Pyrénées na Espanha e BBB x Nelore no Brasil (AGBBB, 2022).

2.6 Nelore com Dupla Musculatura

Em estudo apresentado por Grisolia et al. (2009) foi realizado o mapeamento do gene da miostatina em bovinos da raça Nelore, comparando-o com as sequências apresentadas no GeneBank de *Bos taurus* e *Bos indicus*. Foram identificados um total de 14 polimorfismos nos éxons e 38 nos íntrons e na região não traduzida do gene. No entanto, constatou-se que esses polimorfismos não afetaram a função bioativa da proteína miostatina, não ocorrendo o fenótipo de musculatura dupla característica.

Os primeiros exemplares da raça Nelore com dupla musculatura foram observados por Proudfoot et al. (2015). Esses foram gerados por meio da técnica de edição gênica, a partir da coleta de oócitos, fertilização *in vitro* e microinjeção do zigoto, utilizando-se RNA transportador TALEN (Transcription Activator-like Effector Nucleases).



FIGURA 1 – À esquerda: Novilha portadora do gene selvagem da miostatina; À direita: Garrote com a presença de 3 diferentes polimorfismos no gene da miostatina produzido por edição gênica (PROUDFOOT et al., 2015).

Em um programa de retrocruzamento, Alonso et al. (2013) empregaram vacas Nelore inseminadas com touros da raça Belgian Blue, utilizando marcadores moleculares, a fim de introduzir o gene variante da miostatina do Belgian Blue na raça Nelore, visando incrementar a produtividade do gado Nelore. Na Figura 2 traz exemplos de animais recém nascidos com as três variações do gene.



FIGURA 2- Imagem de bezerros nascidos com as três variações no gene da miostatina. A) homocigoto sem a mutação no gene da miostatina; B) heterocigoto; C) homocigoto com a mutação no gene da miostatina (PAULUSSI, 2017).

O esquema de retrocruzamento, também conhecido como Backcross, é uma técnica empregada no melhoramento genético animal com o objetivo de introduzir um gene específico de interesse em uma raça pura. (SILVER, 2001).

Paulussi (2018) descreveu o processo que foi aplicado para a introgressão da mutação do gene da miostatina, que está presente na raça Belgian Blue, na raça Nelore, com o propósito de produzir os primeiros animais homocigotos para característica de dupla musculatura ilustrado pela Figura 3.

O processo de retrocruzamento teve início em 2004, quando vacas da raça Nelore foram submetidas à inseminação artificial utilizando sêmen de touros da raça Belgian Blue. Como resultado nasceram os animais da primeira geração (F1), que possuíam 50% de material genético de cada raça e eram todos heterocigotos para a variante genética da miostatina.

Para a produção dos animais da segunda geração (F2), as fêmeas F1 foram acasaladas com touros Nelore, resultando em descendentes $\frac{1}{4}$ Belgian Blue x $\frac{3}{4}$ Nelore, que nasceram em 2008. Na F2, foi realizado o teste de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) para identificar a presença da mutação no gene da

miostatina, e 15 novilhas heterozigotas foram selecionadas para serem aspiradas e produzirem a terceira geração (F3) por meio do método de FIV, utilizando sêmen de touros Nelore. Os animais da terceira geração, 1/8 Belgian Blue x 7/8 Nelore, nasceram em 2011. Para esses animais, foram realizados testes de PCR para identificar os heterozigotos para a variante do gene da miostatina e a análise do DNA em uma plataforma de alta densidade de marcadores de Polimorfismos de Nucleotídeo Único (SNP), conhecida como BeadChip Bovine HD, que contém cerca de 777 mil marcadores genéticos. Após a obtenção dos dados genômicos por meio dessas análises, eles foram submetidos à bioinformática, o que permitiu avaliar a proporção genômica racial de cada indivíduo em relação às raças Nelore e Belgian Blue. Com base nessas informações, juntamente com a análise fenotípica, foram selecionados os touros e as doadoras com maior proporção genômica da raça Nelore para dar início à produção dos animais da quarta geração (F4), com 15/16 de Nelore e 1/16 de Belgian Blue. Utilizando-se a técnica de FIV, foi possível obter os primeiros animais homozigotos da raça Nelore com a mutação do gene da miostatina, herdada da raça Belgian Blue.

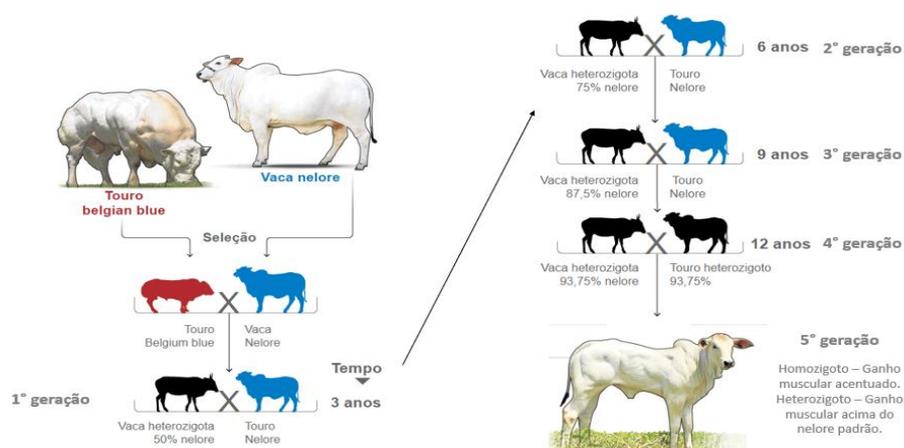


FIGURA 3 - Esquema de retrocruzamento para introgressão do gene da Miostatina do Belgian Blue na raça Nelore. Fonte: Adaptada: O Globo 2017

2.7 Heterose

A heterose bovina, também conhecida como vigor híbrido, é um fenômeno em que o desempenho dos animais cruzados é superior ao das raças puras. Essa superioridade reflete em maior eficiência produtiva e reprodutiva em comparação com a média das raças puras utilizadas (BOITO e PARIS, 2016).

A utilização em raça pura pode ser mais fácil de manejar, pois exige um grupo de animais com o mesmo genótipo e adaptados ao ecossistema. No entanto, a produtividade geralmente é reduzida em relação aos cruzamentos (GAMA, 2002).

O método mais eficiente de se realizar o cruzamento é através da utilização de machos de raças puras exóticas na reprodução, que resulta em vitelos com um alto potencial genético para a produção de carne (FONSECA, 2021).

Os cruzamentos entre raças são considerados ferramentas de interesse zootécnico para aumentar a eficiência produtiva das raças locais, que são bem adaptadas, mas têm um desempenho inferior em termos de crescimento em comparação com seus produtos puros (AFONSO et al., 2013). Os animais resultantes de cruzamentos apresentam maior produtividade, resistência e precocidade, graças ao efeito do vigor híbrido.

A heterose em bovinos tem demonstrado ser um método eficiente para melhorar a eficiência reprodutiva e a produtividade dos animais de carne. Cruzamentos bem planejados podem resultar em aumento significativo do volume de produção e, conseqüentemente, na rentabilidade das empresas agropecuárias (Weaber, 2010).

No entanto, é importante destacar que o nível de heterose pode variar para diferentes atributos. Por exemplo, a heterose é mais elevada em características como fertilidade e longevidade, intermediária para ganho de peso, eficiência alimentar e estatura, e tem valores mais baixos para características de carcaça (HAMMACK, 1998; WEABER, 2010). Em geral, a heterose é mais vantajosa em características com baixa herdabilidade (WEABER, 2010).

A seleção de raças mais produtivas para a criação de bovinos pode aumentar o potencial de produção e resultar em animais com pesos de carcaça superiores à média atual. Isso é especialmente relevante em países com déficit nacional de produção de carne bovina. Nesse sentido, é importante não apenas expandir o número de animais, mas também melhorar a qualidade dos rebanhos (CATITA, 2014).

Para atingir objetivos de mercado específicos, os produtores devem utilizar touros que transmitam as características desejadas para o comércio. Por isso, a aplicação de programas de cruzamentos que combinem características de raças diferenciadas é essencial para aproveitar ao máximo o efeito de heterose (LONERGAN et al., 2019).

REFERÊNCIAS

ALONSO, R. V.; TANURI, A.; VISINTIN, J. A.; UTSUNOMIYA, Y. T.; GUILHEM, F. C.; CARMO, A.; SOSTEGARD, T. S.; GARCIA, J. F. Application of Congenics to Introgress a Myostatin Mutation in Nelore Cattle via SNP-Assisted Backcrossing. **Plant and Animal Genome XXI**, The Largest Ag-Genomics Meeting in the World, San Diego, CA. 2013.

ARTMANN, T. A. et al. Desempenho de Animais Nelore e Cruzados Durante a Fase de Cria. In: 8ª Jornada Científica - EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, out., 2012.

ARTMANN, T. A. et al. Melhoramento genético de bovinos ½ sangue taurino x ½ sangue zebuino no Brasil. **Medicina Veterinária**, Garça, v. 22, n. 12, p.1-20, jan. 2014.

Asociación Ganadera Raza Blanco Azul Belga (AGBBB). Herd-Book: **Blanc-Bleu Belge**. 2022. Disponível em: <<https://www.hbbbb.be/es/pages/presentacion-raza>>. Acesso em: 01 jul. 2023.

Disponível em: Livro de rebanhos Blanc Bleu Belge (hbbbb.be)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FRIGORÍFICOS (ABRAFRIGO). Exportação de carnes e derivados de bovinos – janeiro a dezembro/2020. 2021. Disponível em: http://abrafrigo.com.br/wp-content/uploads/2020/12/ABRAFRIGO-Exporta%C3%A7%C3%A3o-Carne-Bovina-Jan_2019-a-Dez_2020.pdf. Acesso em 15 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE NELORE DO BRASIL (ACNB). Nelore: raça. 2023. Disponível em <http://www.nelore.org.br/raca/historico>. Acesso em 15 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE ZEBU (ABCZ). **Nelore / Nelore Mocho**. Disponível em: <<https://www.abcz.org.br/a-abcz/racas-zebuinas/raca/8/nelore---nelore-mocho>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

BALSANI, T.F. et al. Alternativas de Cruzamento para Melhorar a Eficiência de Produção e Qualidade da Carne Produzida na Região Centro-Oeste. In: **6ª Jornada Científica – EMBRAPA Gado de Corte**, Campo Grande, out., 2010.

BELLINGE, R. H. S.; LIBERLES, D. A.; IASCHI, S. P. A.; O'BRIEN, P. A.; TAY, G. K. Myostatin and its implications on animal breeding: A review. **Animal Genetics**, v. 36, n. 1, p. 1-6, 2005.

BLECHA, I.M.Z. et al. Avaliação de Polimorfismo CAST/Xmnl em Bovinos de Corte. In: **5ª Jornada Científica – EMBRAPA Gado de Corte**, Campo Grande, out., 2009.

BOLIGON, A.; ALBUQUERQUE, L., RORATO, P. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2008; 37(4): 596-601.

BOUKHA, A.; BONFATTI, V., CECCHINATO, A.; ALBERA, A.; GALLO, L.; CARNIER, B.; G. BITTANTE. Genetic parameters of carcass and meat quality traits of double muscled Piemontese cattle. **Meat Science**, v. 89, n. 1, p. 84-90, 2011.

BOUYER, C.; FORESTIER, L.; RENAND, G.; OULMOUDEN, A. Deep intronic mutation and pseudo exon activation as a novel muscular hypertrophy modifier in cattle. **PLoS One**, v. 9, n. 5, p. e97399, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento do serviço de registro genealógico das raças zebuínas**. Uberaba: ABCZ, 1994. 78p.

BROOKS, G. A.; FAHEY, T. D.; BALDWIN, K. M. **Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications**. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2004.

CARVALHO, R. **Cruzamentos entre as raças nelore e Angus e as características produtivas da geração F1**. (Monografia). Jataí: Universidade Federal de Goiás, 2018.

CHARLIER, C.; COPPIETERS, W.; FARNIR, F.; GROBET, L.; LEROY, P. L.; MICHAUX, C.; MNI, M.; SCHWERS, A.; VANMANSHOVEN, P.; HANSET, R.;

GEORGES, M. The mh gene causing double-muscling in cattle maps to bovine chromosome 2. **Mammalian Genome**, v. 6, p. 788-790, 1995.

DEKKERS, J. C. M.; HOSPITAL, F. The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations. **Nature Reviews Genetics**, v. 3, n. 1, p. 22-32, 2002.

DUNNER, S.; SEVANE, N.; NUTE, G.; SANUDO, C.; CORTES, O.; CANON, J.; WILLIAMS, J. L.; CONSORTIUM, G. Genes involved in muscle lipid composition in 15 European Bos taurus breeds. **Animal Genetics**, v. 44, n. 5, p. 493-501, 2013.

ELER, J. P. **Teorias e métodos em melhoramento genético animal III - sistemas de acasalamento**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 175p; 2015.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de Brachiaria decumbens submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 470-481, 2001.

FALEIRO, A. **Cruzamento industrial entre as raças Aberdeen Angus e Senepol com a raça Nelore, promovendo heterose** (Trabalho de Conclusão de Curso). Goiás: Pontifícia Universidade Católica de Goiás; 2022.

FERRINHO, A. M. **Expressão de genes envolvidos no perfil de ácidos graxos e proteólise post mortem de bovinos Nelore e Rubia Gallega x Nelore** (Tese de Doutorado). Apresentado a Universidade Estadual de São Paulo, p. 114, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-12042021-132343/en.php>. Acesso em 15 de abr. 2021.

FERRO, D. A. C. **Níveis de sombreamento artificial sobre as respostas fisiológicas, comportamentais, desempenho animal e características de carcaça e carne de nelore em confinamento**. (Tese de Doutorado) apresentada a Universidade Federal de Goiás, p. 47, 2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5186>. Acesso em 22 de abr. 2023.

FIEMS, L. O. Double muscling in cattle: Genes, husbandry, carcasses and meat. **Animals**, v. 2, p. 472-506, 2012.

GARIÉPY, C.; SEOANE, J. R.; CLOTEAU, C.; MARTIN, J. F.; ROY, G. L. **Canadian journal of animal science**, v. 79, n. 3, p. 301-308, 1999.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; TUBINO, M. A. A.; ARAUJO, W. V. **Projeções do agronegócio Brasil 2019/20 a 2029/30**. Projeções de Longo Prazo. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. ed 11ª. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ao-completar-160-anos-ministerio-da-agricultura-preve-crescimento-de-27-na-producao-de-graos->

do-pais-na-proxima-decada/ProjecoesdoAgronegocio2019_20202029_2030.pdf
Acesso em 14 abr. 2021.

GRISOLIA, A.; ANGELO, G.; PORTO NETO, L. Myostatin (GDF-8) single nucleotide polymorphisms in nellore cattle. **Genetics Molecular and Research**, v. 8, p. 822-830, 2009.

GROBET, L.; MARTIN, L. J. R.; PONCELET, D.; PIROTTIN, D.; BROUWERS, B.; RIQUET, J.; SCHOEBERLEIN, A.; DUNNER, S.; MÉNISSIER, F.; MASSABANDA, J.; FRIES, R.; HANSET, R.; GEORGES, M. Deletion in the bovine myostatin gene causes the double-muscléd phenotype in cattle. **Nature genetics**, v. 17, n. 1, pág. 71-74, 1997.

GROBET, L.; PONCELET, D.; ROYO, L. J.; BROUWERS, B.; PIROTTIN, D.; MICHAUX, C.; GEORGES, M. Molecular definition of an allelic series of mutations disrupting the myostatin function and causing double-muscling in cattle. **Mammalian Genome**, v. 9, p. 210–213, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Trimestral do Abate de Animais. 2021. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?=&t=resultados>>. Portuguese. Acesso em: 13 de abr. 2023.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF BELGIAN BLUE CATTLE BREEDERS (BBI). The presence of the Belgian Blue breed in the world. 2017. Disponível em: <http://www.belgianblueinternational.com/bb_in_world.htm>. Acesso em: 23 abr. 2023.

JEANPLONG, F.; SHARMA, M.; SOMERS, G.; BASS, J.; KAMBADUR, R. Genomic organization and neonatal expression of the bovine myostatin gene. **Molecular and Cellular Biochemistry**. v. 220, n. 1-2, p. 31-37, 2001.

KARIM, L.; COPPIETERS, W.; GROBET, L.; VALENTINI, A.; GEORGES, M. Convenient genotyping of six myostatin mutations causing double muscling in cattle using multiplex oligonucleotide ligation assay. *Animal Genetics*, p. 31-396, 2000.

KOURY FILHO, W. **Escores visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte** (Tese de doutora) apresentado para Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 80 f. 2005.

LEAL, M. L.; SANTOS, A. R.; AOKI, M. S. Adaptações moleculares ao treinamento de força: Recentes descobertas sobre o papel da miostatina. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 7, p. 161-167, 2008.

LEE, S.; MCPHERRON, A. C. Regulation of myostatin activity and muscle growth. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 98, n. 16, p. 9306-9311, 2001.

LEE, S. J.; LEE, Y. S.; ZIMMERS, T. A.; SOLEIMANI, A.; MATZUK, M. M.; TSUCHIDA, K.; COHN, R. D.; BARTON, E. R. Regulation of muscle mass by follistatin and activins. **Molecular endocrinology**, v. 24, p.1998-2008. 2010.

LÔBO, R. B.; BITTNECOURT, T. C. B. S. C. D.; PINTO, L. F. B. Progresso científico em melhoramento animal no Brasil na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. suppl spe, p. 223-235, 2010.

MACKAY, T. F.C. Epistasis and quantitative traits: using model organisms to study gene–gene interactions. **Nature Reviews Genetics**, v. 15, n. 1, p. 22-33, 2014.

MARCHITELLI, C.; SAVARESE, M. C.; CRISA, A.; NARDONE, A.; MARSAN, P. A.; VALENTINI, A. Double muscling in Marchigiana beef breed is caused by a stop codon in the third exon of myostatin gene. **Mamm Genome**, v. 14, p. 392–395, 2003.

MCPHERRON, A. C.; LAWLER, A. M.; LEE, S. J. Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF- β superfamily member. **Nature**, v. 387, p. 83–90, 1997.

MCPHERRON, A. C.; LEE, S. J. Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v 94. p 12457–12461. 1997.

OLIVEIRA, J. H. F.; MAGNABOSCO, C. de U.; BORGES. Nelore: base genética e evolução seletiva no Brasil. Embrapa Cerrados-Documentos (INFOTECA-E). p. 54, 2002. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/566499>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

OLTENACU, P. A.; BROOM, D. M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. **Animal Welfare**, v. 12, p. 339-349, 2003.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). Produção e comércio de carne bovina no Brasil. 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i8292pt/l8292PT.pdf>> Acesso em: 14 abr. 2023.

PAULUSSI, K. S . **Viabilidade do nascimento de bezerros da raça nelore com mutação no gene da miostatina obtidos por congénia**. Dissertação mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho. 84p 2018.

PENITENTE-FILHO, J. M. et al. Selection of beef cattle for postweaning growth and slaughter traits using principal component analysis. **Genetics and Molecular Research**, v. 9, n. 3, p. 1781-1794, 2010.

PEREIRA, A. V.; COBUCI, J. A.; FARIA, C. U.; BRUNELI, F. A. T.; FARIA, L. A. Seleção para o melhoramento genético de bovinos de corte: revisão. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 1, p. 1-21, 2015.

PEREIRA, R. J. et al. Influência da composição racial na avaliação do desempenho de bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 220–230, 2004.

PIRES, A. V.; BONIN, M. N.; REIS, R. A.; SILVA, M. A. Comparação do desempenho produtivo e rendimento de carcaça de bovinos Nelore e F1 Brangus x Nelore abatidos em diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 517–524, 2006.

PLASTOW, G. S.; MUIR, W. M.; TALBOT, R.; BLOOM, R. J. Effect of marker loci on the prediction of genetic merit for quantitative traits in experimental crosses of swine. **J Anim Sci**, v. 67, p. 3487-3496, 1989.

POLLI, V. A.; CAVALCANTE, A. R.; PEREIRA, R. J. Análise genética de características de crescimento e da eficiência reprodutiva em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 899-910, 2003.

POLLI, V. A.; PEIXOTO, M. G. C. D.; GONÇALVES, D. C.; FERRAZ, J. B. S. Características de crescimento e maturidade sexual de fêmeas da raça Nelore no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1767–1773, 2000.

PORTO NETO, L. R.; LÔBO, R. B.; BITTENCOURT, T. C. B. S. C. D.; CASTRO, S. R.; CHARDULO, L. A. L.; MONTAGNER, P.; BARBOSA, P. F. Genomic tools in cattle breeding programs: Progress and perspectives. **Genetics and Molecular Biology**, v. 39, n. 1, p. 157–165, 2016.

PROUDFOOT, et al. Genome edited sheep and cattle. **Transgenic Res**, v. 24, p. 147–153, 2015.

RECHIA, C. G. V.; ELER, J. P.; BOLIGON, A. A. Desenvolvimento de animais meio-sangue Charolês x Nelore em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 720–727, 2007.

RESENDE, F. D. et al. Seleção de bovinos da raça Nelore quanto à qualidade de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 449–456, 2006.

ROCK, R. A.; RIBEIRO, E. L. A.; TAVARES, A. M. Agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 49, n. 1, p. 37-74, 2019.

SILVA, F. F. **Desenvolvimento e validação de marcadores moleculares associados a características de desempenho e qualidade da carne em bovinos Nelore**. (Tese de Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Botucatu, p. 140, 2015.

SILVA, L. O. C. et al. Resistência à infecção experimental pelo *Trypanosoma vivax* e suas relações com o desempenho produtivo em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 25, n. 2, p. 102–109, 2016.

SOUZA, F. R. P.; CASSIANO, L. A. B.; PIRES, A. V.; BONIN, M. N.; SANTOS, C. R. Características de carcaça e da carne de novilhas de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 491–498, 2008.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS). User's Guide: Statistics. Version 9.4. Cary: SAS Institute, 2014.

STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES (SPSS). Base 15.0 for Windows. Chicago: SPSS Inc., 2006.

SZWACZKOWSKI, T. et al. Characterization of the Booroola (FecB) locus in Polish sheep breeds. **Small Ruminant Research**, v. 65, n. 1-2, p. 19-29, 2006.

TAVARES, A. M.; MELLO, J. M.; RIBEIRO, R. H. L.; ARAÚJO, C. S. O sucesso do melhoramento genético no Brasil. In: TAVARES, A. M. (Org.). A modernização da agricultura brasileira. Brasília: IPEA, 2013. p. 109-147.

THOMAS, M. G.; DAVIS, S. K.; LAIRD, E.; TODD, S.; FRIEDERSDORF, M.; BEHRINGER, R. R. T-box transcription factor Tbx20 functions in mammary gland development and oncogenesis. **Development**, v. 132, p. 2007-2017, 2005.

VALENZUELA, C. Y. R. O comportamento dos animais domésticos e suas implicações no manejo produtivo. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Fisiologia Vegetal Aplicada: Cultivo Protegido e Aspectos Fisiológicos do Estresse em Plantas. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2005. p. 1–21.

VAN ACKER, P. J.; FOULKES, N. S.; ADAMS, D. R.; LATEK, R. R.; MUSCARELLA, M. A.; VOSTENBERG, J. J. F. M.; FITCH, D. H. A. Pit-1 binding sites are clustered and distinct from binding sites for other factors in the rat prolactin gene upstream enhancer. **Molecular and Cellular Biology**, v. 8, n. 2, p. 705-714, 1988.

VAN ACKER, P. J.; LENTZ, S. I.; ADAMS, D. R.; ZHANG, Y.; FOSTER, D. N.; VOSTENBERG, J. J. F. M.; FITCH, D. H. A. Binding factors for pituitary-specific transcription factor Pit-1 on the prolactin gene enhancer. **Molecular Endocrinology**, v. 3, n. 11, p. 1731-1739, 1989.

VECRÍ, M. A. et al. Quality traits of Longissimus lumborum muscle from Nelore young bulls with different genotypes. **Meat Science**, v. 108, p. 10-15, 2015.

VEIGA, G. V. V. et al. Fatty acid profiles and desaturase gene polymorphism of Longissimus thoracis muscle of Nelore cattle with distinct genotypes for beef quality. **Meat Science**, v. 128, p. 79-87, 2017.

VEIGA, G. V. V. et al. Polymorphisms in the stearyl-CoA desaturase gene promoter are associated with fatty acid composition in the intramuscular fat of Nelore cattle. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 2, 2017.

VELHO, R. V. et al. Avaliação genética de características de crescimento e reprodutivas de animais da raça Nelore no Mato Grosso do Sul. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 1-9, 2012.

WATT, J. Physiological aspects of the intensive production of cattle for meat. **Farm Animal Practice**, v. 1, n. 1, p. 3-11, 1979.

WELLS, D. N.; MISSOULA, M. M.; TANABE, Y.; PUMFORD, M. M.; FERRARI, R. A.; KISHIDA, T.; TAKAHASHI, Y.; GARDNER, R. A.; WILMUT, I. In vitro and in vivo survival of cells derived from a porcine expansion derived from a porcine embryo with regard to genomic imprinting. **Molecular Reproduction and Development**, v. 44, n. 4, p. 517-524, 1996.

YANG, W. C. et al. Investigation of genome-wide association studies (GWAS)-identified susceptibility loci for colorectal cancer in Han Chinese population. **Cancer Medicine**, v. 5, n. 10, p. 2880-2886, 2016.

YANG, Y. et al. Novel repressor regulates insulin sensitivity through interaction with Foxo1. **EMBO Journal**, v. 28, p. 56-66, 2009.

YIN, H. et al. MicroRNA-30 Inhibits Primaquine-Induced Liver Injury through the Regulation of Beclin-1-Mediated Autophagy Pathway. **Toxicological Sciences**, v. 147, n. 1, p. 180-195, 2015.

YOKOYAMA, S. et al. Functional and structural integrity of the UCP1 proton channel. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, v. 1777, n. 6, p. 735-740, 2008.

ZAPATA, C. L.; BORBON, W. A. V. Avaliação de características de crescimento e da eficiência produtiva de fêmeas bovinas das raças Canchim, Caracu, Nelore, Simental e Tabapuã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 667-674, 2003.

CAPÍTULO 2 – Efeito da heterose sobre o desempenho de bovinos cruzados entre as raças Belgian Blue X Nelore com diferentes graus sanguíneos.

Resumo

O setor de carne bovina no Brasil tem registrado um crescimento significativo nos últimos anos, com aumento nas exportações e faturamento. Em 2022, o país exportou mais de 2,26 milhões de toneladas de carne bovina, representando um aumento de 22,6% em relação ao ano anterior. A raça Nelore é a mais prevalente no rebanho brasileiro, porém, os animais dessa raça apresentam variação na qualidade da carne, o que tem impulsionado o uso de técnicas de melhoramento genético e cruzamentos com outras raças. Um fator importante nesse contexto é a heterose, ou vigor híbrido, em que animais resultantes de cruzamentos entre raças apresentam desempenho superior aos das raças puras, sendo que quanto maior a distância entre as raças maior é o efeito de heterose. Nesse sentido, este estudo foi conduzido para avaliar o efeito da heterose nos grupos F1 (1/2 Belgian Blue x 1/2 Nelore) e F5 (1/32 Belgian Blue x 31/32 Nelore), resultantes do cruzamento entre a raça Belgian Blue x Nelore. Foram analisados dados de peso corporal e ganho de peso de 39 animais ao longo de um período de 674 dias, dividido em etapas de cria e recria. De acordo com os resultados, não houve diferença significativa ($P>0,05$) no desempenho dos grupos genéticos durante o estudo onde os animais tiveram média de peso semelhante entre os grupos F1 (425,98kg) e F5 (407,17kg). No entanto, os animais do grupo F1 apresentaram melhor ($P>0,001$) ganho de peso diário durante a fase final da recria em comparação com os animais do grupo F5. Embora não tenha sido observada variação significativa entre os grupos, o estudo ressalta a importância dos cruzamentos entre raças como uma estratégia para melhorar a eficiência produtiva na pecuária bovina.

Palavras-chave: Bovino de corte. Melhoramento Genético. Nelore Myo

Abstract

The beef sector in Brazil has seen significant growth in recent years, with increases in exports and revenue. In 2022, the country exported over 2.26 million tons of beef, representing a 22.6% increase compared to the previous year. The Nelore breed is the most prevalent in the Brazilian cattle herd, but these animals exhibit variation in meat quality, leading to the adoption of genetic improvement techniques and crossbreeding with other breeds. Heterosis, or hybrid vigor, is an important factor in this context, where animals resulting from crossbreeding between different breeds show superior performance compared to purebred animals, and the greater the genetic distance between the breeds, the greater the heterosis effect. In this regard, this study aimed to evaluate the heterosis effect in the F1 (1/2 Belgian Blue x 1/2 Nelore) and F5 (1/32 Belgian Blue x 31/32 Nelore) groups, resulting from the crossbreeding of Belgian Blue and Nelore. Data on body weight and weight gain of 39 animals were analyzed over a period of 674 days, divided into breeding and rearing stages. According to the results, there was no significant difference ($P>0.05$) in the performance of the genetic groups during the study, with both F1 (425.98 kg) and F5 (407.17 kg) groups showing similar average weights. However, the F1 group exhibited a better ($P>0.001$) daily weight gain during the final phase of rearing compared to the F5 group. Although no significant variation was observed between the groups, the study highlights the importance of crossbreeding as a strategy to improve productive efficiency in cattle farming.

Keywords: Beef cattle. Genetic improvement. Nelore Myo.

Efeito da heterose sobre o desempenho de bovinos cruzados entre as raças Belgian Blue X Nelore com diferentes graus sanguíneos

1. Introdução

O setor de carne bovina no Brasil tem alcançado números impressionantes nos últimos anos, com recordes de exportação e faturamento. Em 2022, o país exportou mais de 2,26 milhões de toneladas de carne bovina para mais de 150 países, representando um aumento de 22,6% em relação ao ano anterior. Além disso, o faturamento do setor cresceu 40,8%, totalizando mais de 12,97 bilhões de dólares (ABIEC, 2023). Esses números expressivos refletem a importância e o potencial da pecuária de corte no país.

A raça Nelore é a mais prevalente no rebanho brasileiro, representando cerca de 80% do total (ACNB, 2023). Embora os animais Nelore sejam conhecidos por sua produtividade e rusticidade, eles também apresentam variação na qualidade da carne, o que tem impulsionado o uso de técnicas de melhoramento genético e cruzamentos com outras raças para aprimorar a produtividade e qualidade dos animais.

Um fator de destaque nesse contexto é a heterose, também conhecida como vigor híbrido. A heterose é um fenômeno em que os animais resultantes de cruzamentos entre raças apresentam desempenho superior aos das raças puras. Esse vigor híbrido reflete maior eficiência produtiva e reprodutiva em comparação às médias das raças puras utilizadas (BOITO e PARIS, 2016).

Os cruzamentos entre raças têm se mostrado ferramentas importantes para aumentar a eficiência produtiva das raças locais, que são bem adaptadas, mas têm desempenho inferior em termos de crescimento em comparação com suas contrapartes puras (AFONSO et al., 2013). O uso de machos de raças puras exóticas no cruzamento resulta em animais com alto potencial genético para a produção de carne (FONSECA, 2021).

Diante desse contexto, este estudo buscou avaliar o efeito da heterose resultantes do cruzamento entre a raça Belgian Blue e Nelore, nos grupos F1 (1/2 Belgian Blue x 1/2 Nelore) e F5 (1/32 Belgian Blue x 31/32 Nelore).

2. Referencial Teórico

2.1. Heterose

A heterose bovina, também conhecida como vigor híbrido, é um fenômeno em que o desempenho dos animais cruzados é superior ao das raças puras. Essa superioridade reflete em maior eficiência produtiva e reprodutiva, em comparação com a média das raças puras utilizadas (BOITO; PARIS, 2016). A exploração em raça pura pode ser mais fácil de manejar, pois exige um grupo de animais com o mesmo genótipo e adaptados ao ecossistema. No entanto, a produtividade geralmente é reduzida em relação aos cruzamentos (GAMA, 2002). O método mais eficiente de se realizar o cruzamento é pela utilização de machos de raças puras exóticas acasalados com matrizes de raças adaptadas, resultando em animais cruzados, com alto potencial genético para a produção de carne (FONSECA, 2021).

Os cruzamentos entre raças são considerados ferramentas de interesse zootécnico para aumentar a eficiência produtiva das raças locais, que são bem adaptadas, mas têm um desempenho inferior em termos de crescimento em comparação com seus produtos cruzados (AFONSO et al., 2013). Os animais resultantes de cruzamentos apresentam maior produtividade, resistência e precocidade, graças ao efeito do vigor híbrido.

A heterose em bovinos tem demonstrado ser um método eficiente para melhorar a eficiência reprodutiva e a produtividade dos animais de corte. Cruzamentos bem planejados podem resultar em aumento significativo do volume de produção e, conseqüentemente, na rentabilidade das empresas agropecuárias (WEABER, 2010). No entanto, é importante destacar que o nível de heterose pode variar para diferentes atributos. Por exemplo, a heterose é mais elevada em características como fertilidade e longevidade, intermediária para ganho de peso, eficiência alimentar e estatura, e tem valores mais baixos para características de carcaça (HAMMACK, 1998; WEABER, 2010). Em geral, a heterose é mais vantajosa em características com baixa herdabilidade (WEABER, 2010).

A seleção de raças mais produtivas para a criação de bovinos pode aumentar o potencial de produção e resultar em animais com pesos de carcaça superiores à média atual. Isso é especialmente relevante em países com déficit de produção de carne bovina. Nesse sentido, é importante não apenas expandir o número de animais, mas também melhorar a

qualidade dos rebanhos (CATITA, 2014). Para atingir objetivos de mercado específicos, os produtores devem utilizar touros que transmitam as características desejadas para o comércio. Por isso, a aplicação de programas de cruzamentos que combinem características de raças diferenciadas é essencial para aproveitar ao máximo o efeito de heterose (LONERGAN et al., 2019).

2.2. Fenótipo de dupla musculatura nos bovinos.

A primeira descrição do fenótipo de dupla musculatura em bovinos foi feita por Culley em 1807, ao observar animais da raça Shorthorn, os quais apresentavam notável expressão muscular e menor teor de gordura na carcaça (KARIM et al., 2000).

Durante anos, a origem desse fenótipo foi objeto de debate até que, em 1995, estudos de mapeamento genético comprovaram que a dupla musculatura é decorrente de uma alteração genética simples e autossômica (CHARLIER et al., 1995).

McPherson e Lee (1997) foram os primeiros a descrever o gene GDF-8 (Growth Differentiation Factor - 8), posteriormente denominado gene da miostatina. Esse gene pertence à superfamília TGF- β e é responsável pela regulação negativa da miogênese, resultando em hiperplasia e hipertrofia das fibras musculares quando ocorrem mutações levando ao fenótipo de dupla musculatura (MCPHERSON e LEE, 1997).

Estudos subsequentes identificaram diferentes mutações em raças bovinas. A miostatina também controla a formação de novas fibras musculares e inibe a hipertrofia das fibras existentes por meio da redução da expressão dos Fatores de Regulação Miogênica (LEAL et al., 2008; PATRUNO et al., 2008; LEE et al., 2010 e MCPHERSON e LEE, 1997).

O gene da miostatina em bovinos está localizado no cromossomo 2, a 3,1 centimorgan, próximo ao microssatélite TGLA44. Esse gene possui três éxons com 373, 374 e 381 nucleotídeos e, dois íntrons com 1840 e 2033 nucleotídeos. A região não traduzida no terceiro íntron pode variar em 1701, 1812 ou 1887 nucleotídeos, dependendo do posicionamento de poliadenilação. O RNA mensageiro da região codificadora do gene produz uma proteína com 375 aminoácidos (CHARLIER et al., 1995; GROBET et al., 1997; JEANPLONG et al., 2001 e SMITH et al., 1997).

2.3. Raça Belgian Blue

A raça Belgian Blue teve início no começo do século XIX quando animais da raça Shorthorn foram introduzidos na Bélgica. O cruzamento com raças Belgas tinha como objeto criar animais com dupla aptidão focados na produção de carne e leite. Inicialmente a raça era conhecida como Moyenne et Haute Belgique. No ano de 1973 com as características bem definidas que a raça passou a se chamar Belgian Blue (BBI, 2017). Os criadores da raça se organizaram e criaram a Associação Internacional dos Criadores da Raça Belgian Blue (BBI) em 1986, atualmente são mais de 20 países cadastrados como criadores de animais puros e de cruzamentos.

A raça bovina Belgian Blue tem origem na Bélgica central, resultado do cruzamento entre o gado leiteiro nativo da região e o gado Shorthorn, importado da Inglaterra, entre os anos de 1850 a 1890. Atualmente, a raça corresponde a quase metade do rebanho belga (AGBBB, 2022).

Inicialmente, o objetivo dos cruzamentos e seleção genética era produzir gado com boa estatura, musculatura mediana e boa produção de leite. No entanto, entre 1960 e 1970, os produtores observaram características de desenvolvimento muscular diferenciadas, o que mudou o foco produtivo (AGBBB, 2022).

Os animais da raça Belgian Blue apresentam o fenótipo de dupla musculatura, mas não há duplicação dos grupos musculares nem aumento do tamanho das fibras musculares. Essa característica é causada pela mutação no gene recessivo GDF8 (Fator de Diferenciação de Crescimento 8), que codifica a proteína miostatina, responsável pelo controle do desenvolvimento muscular. A mutação no gene impede sua capacidade reguladora, resultando em hiperplasia celular (Siqueira, 2015; Vicente et al., 2021).

No entanto, a musculatura dupla também está associada a problemas, como redução de fertilidade, distocia (dificuldade no parto), baixa viabilidade dos bezerros e maior susceptibilidade ao estresse (Teixeira & Oliveira, 2007; Vicente et al., 2021).

Os exemplares da raça Belgian Blue são dóceis, grandes e uniformes, com aptidão para produção de carne e boa adaptação a climas frios. Possuem pele fina, solta e flexível, com pelos curtos e densos, podendo apresentar coloração branca, malhada ou preta, sendo a

última a mais comum. Também possuem chifres curtos e horizontais, além de cascos saudáveis e resistentes (SIQUEIRA, 2015; AGBBB, 2022).

Quanto à estrutura óssea, possuem ossatura fina, sólida e delicada, com articulações secas e flexíveis. A cabeça é fina, larga e longa, bem proporcionada, com orelhas curtas e pontiagudas voltadas para frente. O pescoço é musculoso, grosso e horizontal nas vacas e convexo e arredondado nos touros (Siqueira, 2015; AGBBB, 2022).

O tórax, peito e dorso são largos e musculosos, com costelas harmônicas, compridas e arredondadas protegidas por uma musculatura espessa. A cauda possui boa inserção e comprimento médio. O flanco é curto e cheio, a garupa é inclinada e larga, com os quadris escondidos pela dupla estrutura muscular. As ancas são musculosas, arredondadas e convexas, com fissuras intermusculares aparentes (SIQUEIRA, 2015; AGBBB, 2022).

Os animais da raça Belgian Blue apresentam excelente eficiência alimentar. Os touros adultos pesam entre 1.100kg e 1.300kg, com altura de cernelha em torno de 1,50m. Eles alcançam precocidade e maturidade sexual, tendo o primeiro parto por volta dos 30 meses e intervalo médio de 14 meses entre os partos. As matrizes emprenham pesando cerca de 800 kg e com altura de 1,35 m (AGBBB, 2022).

Apesar de apresentarem boa habilidade materna, os animais puros podem ter dificuldades no parto devido ao tamanho do feto. Os bezerros geralmente nascem com cerca de 47kg, enquanto as bezerras têm aproximadamente 44kg. Além das diferenças anatômicas e fisiológicas, machos e fêmeas também apresentam diferenças comportamentais (AGBBB, 2022).

Os animais da raça Belgian Blue apresentam boa conformação, desenvolvimento e rendimento de carcaça, atingindo até 70% de rendimento e maior quantidade de cortes de primeira qualidade. A cobertura de gordura é homogênea e com baixo teor. A carne é extremamente macia e saborosa, com quantidade equilibrada de ácidos graxos, rica em proteína de alta qualidade, vitaminas B3 e B12, ferro e zinco, facilmente assimilados pelo organismo (SIQUEIRA, 2015; AGBBB, 2022).

Em muitos países, são realizados cruzamentos industriais entre o gado local, adaptado às características edafoclimáticas e aos tipos de manejo, e o Belgian Blue. Esses cruzamentos têm demonstrado a superioridade dos F1 produzidos. Alguns exemplos de cruzamentos realizados incluem BBB x Holstein Frisona e BBB x Jersey no Reino Unido, BBB x Simental

na República Tcheca, BBB x Brahman no Paraguai, BBB x Angus no Canadá, BBB x Brune Des Pyrénées na Espanha e BBB x Nelore no Brasil (AGBBB, 2022).

2.4. Raça Nelore

O Nelore é uma raça Zebuína de origem de Prakasam um distrito no estado de Andhra Pradesh na Índia, no seu local de origem a raça é chamada de Ongole. Os primeiros animais zebuínos foram trazidos para o Brasil no ano de 1870, mas apenas em 1930 foram importados da Índia os principais reprodutores que deram origem as características da raça Brasileira (OLIVEIRA, 2002).

O Nelore logo foi amplamente difundido no Brasil, o baixo custo de produção, grande extensão territorial, adaptação ao clima tropical, resistência à parasitas, adaptação às gramíneas tropicais, boa fertilidade e longevidade são fatores que justificam a representatividade da raça no Brasil (KOURY FILHO, 2005).

Atualmente 80% dos animais de corte do Brasil são da raça Nelore ou mestiços Nelore, segundo a Associação de Criadores de Nelore do Brasil (ACNB, 2023), demonstrando a importância social e econômica da raça no país.

2.5. Nelore com Dupla Musculatura

Em estudo publicado por Grisolia et al. (2009), foi realizado o mapeamento do gene da miostatina em bovinos da raça Nelore, comparando-o com as sequências apresentadas no GeneBank de *Bos taurus* e *Bos indicus*. Foram identificados um total de 14 polimorfismos nos éxons e 38 nos íntrons e na região não traduzida do gene. No entanto, constatou-se que esses exames não afetaram a função bioativa da proteína miostatina, sem causar o fenótipo de musculatura dupla característica.

Os primeiros exemplares da raça Nelore com dupla musculatura foram desenvolvidos por Proudfoot et al. (2015). Esses animais foram gerados por meio da técnica de edição gênica, a partir da coleta de oócitos, fertilização in vitro e microinjeção do zigoto, utilizando-se RNA transportador TALEN (Transcription Activator - like Effector Nucleases).

Em um programa de retrocruzamento, Alonso et al. (2013) empregaram vacas Nelore inseminadas com touros da raça Belgian Blue, utilizando marcadores moleculares, a fim de introduzir o gene variante da miostatina do Belgian Blue na raça Nelore, visando a incrementar a produtividade do gado Nelore.

3. Metodologia

A pesquisa seguiu todas as diretrizes éticas e obteve a aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual de Goiás (UEG) com protocolo de aprovação 09/2021, garantindo o respeito e o bem-estar dos animais envolvidos no estudo.

3.1. Local do experimento

A presente pesquisa foi conduzida na Fazenda Pedra Preta, localizada no município de São Luís de Montes Belos, no estado de Goiás. O estudo teve início em março de 2020 e foi finalizado em fevereiro de 2023. A Fazenda Pedra Preta, onde o estudo foi conduzido, está localizada nas coordenadas geográficas de latitude $-16,525^\circ$ e longitude $-50,372^\circ$, com uma altitude de 579 metros. A propriedade possui área total de 145,20 hectares, dos quais 116,16 hectares são destinados à pastagem, com predominância de *Urochloa brizantha*, cv Marandú e, 29,04 hectares de reserva legal.

Durante todo o período de amamentação, os animais permaneceram em grupos contemporâneos com suas respectivas mães até à desmama, que ocorreu aproximadamente aos 240 dias de idade, momento em que os animais foram divididos em dois grupos com base no sexo. Ambos os grupos receberam o mesmo manejo sanitário e nutricional em piquetes de pastagem de *Urochloa brizantha*, juntamente com suplementação mineral e disponibilidade de água *ad libitum*.

3.2. Animais

Para este estudo, foram utilizadas matrizes da raça Nelore, multíparas, do mesmo grupo contemporâneo, selecionadas dentro da propriedade. As inseminações ocorreram nos

meses de março e maio de 2020, utilizando sêmen de touro Nelore Myo homozigoto para a variante da miostatina (ANEXO A - Controle Genealógico Touro Wolverine) e touro Belgian Blue (ANEXO B – Dados Zootécnicos Touro GIGA).

3.2.1. Grupos Genéticos

Foram formados dois grupos genéticos, sendo um denominado Belgian Blue (BB), representando a geração F1 resultante do cruzamento entre touros puros da raça Belgian Blue e matrizes da raça Nelore.

No segundo grupo, denominado Nelore Myo (NM), foi utilizado reprodutor 1/16 Belgian Blue x 15/16 Nelore, que acasalado com Matrizes Nelore, produziu bezerros da geração F5 (1/32 Belgian Blue x 31/32 Nelore).

Dessa forma, todos os animais resultantes desses acasalamentos foram heterozigotos para a variante do gene da miostatina.

3.3. Avaliação dos animais

Foram avaliados 39 animais, sendo 6 machos do grupo Belgian Blue (BB), 9 machos do grupo Nelore Myo (NM), 15 fêmeas do grupo Belgian Blue e 9 fêmeas do grupo Nelore Myo. O estudo teve duração de 26 meses, durante os quais os animais foram pesados em seis momentos específicos.

Os pesos foram ajustados considerando a data e o peso ao nascimento. O período de estudo foi realizado durante as fases de cria e recria, com pesagens realizadas em diferentes idades.

Peso à desmama (240 dias)

Peso ao ano (365 dias)

Peso ao Sobreano (16 meses) – Transição Águas/Seca

Peso aos 20 meses - Seca

Peso aos 26 meses - Águas

3.4. Análise Estatística

Os dados foram processados utilizando os programas estatísticos Sisvar e R. Essas análises permitiram avaliar a variabilidade dos dados e identificar possíveis diferenças significativas nas médias de peso entre as raças e os sexos dos animais estudados. Foram traçadas curvas de crescimento, calculadas as taxas de ganho de peso médio e realizadas comparações entre os grupos genéticos. A utilização desses programas estatísticos proporcionou abordagem precisa e confiável para a interpretação dos resultados, considerando a variação sazonal e, os fatores ambientais e de manejo que poderiam influenciar o desenvolvimento dos animais.

3.5. Índices Pluviométricos

Os dados pluviométricos foram coletados a partir do Instituto Nacional de Meteorologia, foi feito o cruzamento entre os dados das estações meteorológicas próxima a cidade de São Luís de Montes Belos para obter o índice médio de precipitação pluviométrica total mensal. Foi feito o levantamento dos meses de janeiro de 2021 a março de 2023. As estações coletados das seguintes estações: A002(Goiânia); A014(Goiás); A023(Rio Verde); A027(Paraúna); A028(Ipora)

4. Apresentação e análise dos resultados

Os resultados do experimento demonstraram não haver diferença significativa no desempenho entre os 2 grupos genéticos avaliados durante o período de aproximadamente 26 meses (Tabela 1).

Isso indica que não houve efeito expressivo de heterose entre os grupos NM (retrocruzamento) e BB (cruzamento industrial), tornando viável a criação comercial de ambos os grupos. Esperava-se que a geração cruzamento apresentasse maior heterose, enquanto a geração retrocruzamento demonstraria um efeito quase nulo, devido à proximidade genética com uma raça pura (ELER, 2015). No entanto, os resultados deste estudo não corroboraram inteiramente com essas expectativas.

Os bezerros do grupo NM apresentaram maior peso ao nascimento que o grupo BB, porem essa diferença foi nula na pesagem de desmama.

Tabela 1: Variáveis referentes às médias de peso vivo dos grupos genéticos experimentais nos respectivos dias de pesagens.

Grupo Genético	P-0	P-240	P-365	P-16	P-20	P-26
NM	41,66B	179,02	223,42	287,71	276,62	407,17
BB	38,97A	180,13	231,35	286,47	273,44	425,98
CV(%)	3,91	6,98	10,04	11,28	12,67	10,12
P-Valor	0,000	0,7863	0,287	0,905	0,778	0,1742

P-0: peso ao nascimento P240: peso aos 240 dias, P365: peso aos 365 dias, P500: peso aos 500 dias, P630: peso aos 630 dias, P800: peso aos 800 dias; NM: Nelore Myo, BB: Belgian Blue;

Comparando os grupos isoladamente do nascimento até os 500 dias, os resultados mostraram que o efeito de heterose foi similar entre as gerações (Tabela 2), o que contrasta com alguns estudos anteriores (DIAS et al., 2015; SILVA, PEDROSA E FRAGA, 2008). Esses estudos relataram superioridade do grupo F1 em relação ao grupo Nelore puro, evidenciando vantagens em relação ao peso ao nascer, peso ajustado aos 205 dias e peso ao desmame. Essa superioridade geralmente é observada em características produtivas e reprodutivas, como peso de carcaça, ganho de peso e precocidade (CARVALHO, 2018).

Tabela 2: Variáveis de médias de peso por grupos experimentais ajustados para o final de cada período.

Animal	P-0	P-240	P-365	P-16	P-20	P-26
NM-F	39,5B	175.29	213.23	277.56	253.5 A	384.46 A
NM-M	43,8D	180.38	232.63	297.90	299.73 B	429.89 B
BB-F	38,57A	179.64	227.94	279.29	262.26 A	414.23 B
BB-M	40,0C	181.76	238.95	304.47	301.48 B	455.34 B
CV(%)		7.01	9.64	10.90	10.42	9.01
P-Valor		0.7268	0.1345	0.2152	0.0012	0.0073

NM-F: Nelore Myo fêmea, NM-M: Nelore Myo macho, BB-F: Belgian blue Fêmea, BB-M: Belgian Blue macho; médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si (Tukey; P<0,05)

Os resultados encontrados na pesquisa foram diferentes das expectativas descritas em outros trabalhos. A distância genética entre as raças parentais é apontada como um fator

determinante para o nível de heterose alcançado, e animais de raças próximas ou do mesmo grupo genético tendem a apresentar desempenho inferior quando comparados aos cruzados (CARVALHO, 2018). KIPPERT (2006) relata em seu estudo que animais cruzados entre raças taurinas e zebuínas apresentam maior eficiência reprodutiva, mérito de carcaça e velocidade de crescimento em comparação com animais zebuínos puros.

É importante ressaltar que a heterose é mais expressiva em características de baixa herdabilidade, ou seja, aquelas que possuem menor capacidade de transmissão aos descendentes. Características relacionadas ao crescimento pós-desmama, como conversão alimentar e composição de carcaça, apresentam alta herdabilidade e, portanto, baixo valor de heterose. Por outro lado, características como fertilidade, adaptabilidade e outras características produtivas apresentam baixa herdabilidade e maior impacto da heterose (ARTMANN, 2014).

As oscilações no ganho de peso diário (GMD) observadas durante a fase de recria podem ser explicadas pelas variações sazonais e ao período de avaliação. Os animais dependiam principalmente do pasto para atender suas demandas energéticas, a baixa produção e qualidade das pastagens durante o período seco do ano (Figura 1).

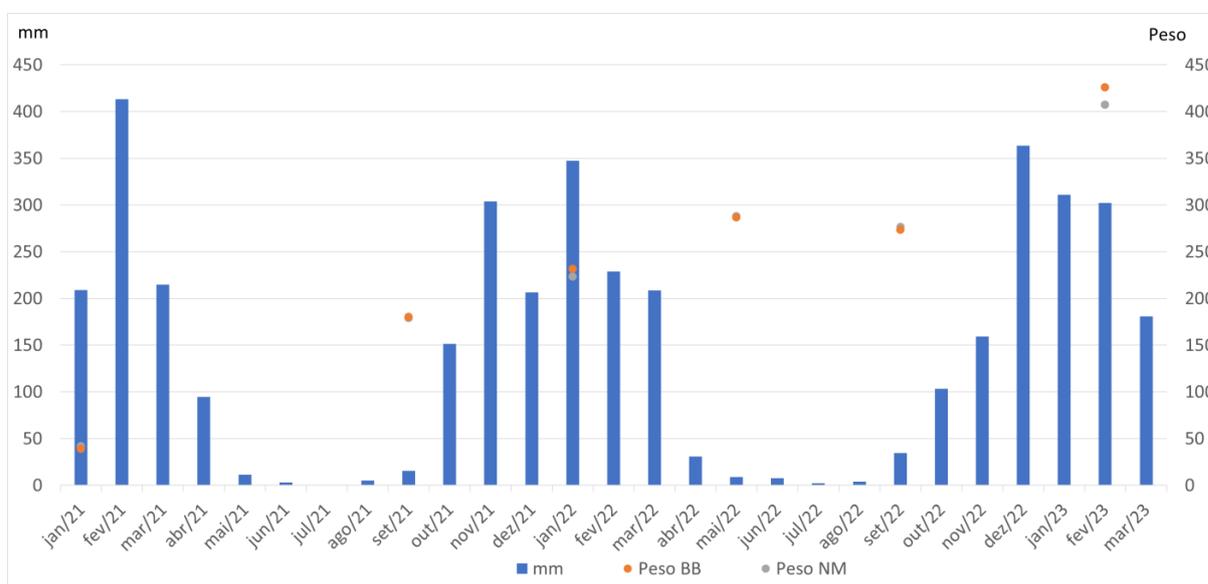


Figura 1: Correlação entre precipitação e ganho de peso dos animais ao longo do período. Legenda; mm - milímetro de chuvas; BB – F1 (Belgian Blue x Nelore); NM -Nelore Myo.

Os animais do grupo NM-M apresentaram ganho de peso positivo nesse período 0,0140 kg, enquanto os demais grupos tiveram ganhos negativos (Tabela 3). Esses resultados são consistentes com outros estudos que relatam a influência da disponibilidade e qualidade das pastagens no desempenho dos animais (QUADROS, 2018).

Tabela 3: Variáveis para ganho médio de peso para cada grupo referente a cada período de avaliação.

Animal	GMD1	GMD2	GMD3	GMD4	GMD5
NM-F	0.567	0.303 A	0.480	-0.1851 A	0.766
NM-M	0.577	0.406 AB	0.487	0.0141 C	0.766
BB-F	0.587	0.386 AB	0.383	-0.1312 AB	0.892
BB-M	0.588	0.468 B	0.489	-0.0235 BC	0.905
CV(%)	9,08	29.93	28.5	-116.55	14.16
P-Valor	0.797	0.0633	0.1355	0.0013	0.017

NM-F: Nelore Myo fêmea, NM-M: Nelore Myo macho, BB-F: Belgian blue Fêmea, BB-M: Belgian Blue macho; Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si (Tukey; $P < 0,05$).

Os animais do grupo NM-F apresentaram menor desempenho durante o período de avaliação ao sobre ano, com GMD de 0,304kg , enquanto os BB-M demonstraram melhor desempenho com GMD de 0,469kg. Os animais BB-F e NM-M foram intermediários em relação ao ganho de peso dia com medias de 0,386kg e 0,407kg, respectivamente. No entanto, não foram observadas diferenças significativas no peso dos animais ao sobre ano conforme demonstrado na Tabela 2.

Durante a fase de recria, foi observada significativa variação no ganho de peso diário (GMD) entre os animais, devido às influências sazonais. No primeiro período da recria, não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos ($P > 0,05$). Entretanto, ao analisar o segundo período, que corresponde ao período seco da recria, verificou-se que apenas os animais do grupo NM-M apresentaram ganho de peso (0,0140 kg), enquanto os demais apresentaram perda de peso.

O grupo NM-F, durante esse período seco, apresentou o menor desempenho GMD de -0,185 kg, enquanto os animais do grupo BB tiveram desempenho intermediário. Constatou-se que as fêmeas de ambos os grupos apresentaram um peso inferior em relação aos machos ($P < 0,05$), conforme demonstrado na Tabela 2.

No período final da recria, os animais do grupo BB demonstraram melhor desempenho no ganho de peso diário, esses animais obtiveram maior ganho compensatório. As fêmeas do grupo NM, apesar de terem um GMD idêntico ao dos machos, apresentaram um peso final inferior conforme demonstrado na Tabela 2, o que pode ser atribuído ao baixo desempenho durante o período seco, fazendo com que os animais entrassem nessa fase com menor peso.

A fase de recria representa parte significativa do ciclo de produção e deve ser vista com atenção, sendo essencial para a obtenção da melhor eficiência no processo produtivo. O sucesso na produção animal depende do entendimento dos limitantes em cada fase do sistema e da utilização de ferramentas que permitam suprir tais deficiências, buscando sempre maximizar a exploração da pastagem (GOES et al., 2005).

5. Considerações Finais

O resultado alcançado neste estudo não demonstrou variação no desempenho entre animais Nelore Myo e Belgian Blue, ambos heterozigotos para o gene variante da miostatina.

Utilizar as ferramentas disponíveis dentro do sistema de produção de forma isolada pode levar a erros graves e resultar em prejuízos. O sucesso na produção animal está condicionado em entender os limitantes dentro de cada fase do sistema e utilizar ferramentas que permitam suprir tais deficiências, maximizando sempre a exploração da pastagem.

Os animais F1 e F5, provenientes do cruzamento industrial entre Belgian Blue e Nelore, demonstram desempenho semelhante e são boas opções para criação no sistema extensivo do centro oeste brasileiro.

6. Agradecimentos

- UEG Câmpus Oeste - Biotec
- ULg (Universidade de Liège)
- Fundepegoiás (Fundo para o Desenvolvimento da Pecuária em Goiás) - Apoio Financeiro
- Biox Pecuária Moderna (Sistema de Gestão Berrante)
- Allflex (Sistemas de Identificação Animal Ltda) - doação de brincos de identificação para bovinos.

- Nelore Myo Genética Bovina Eireli - doação de sêmen de touros Nelore Myo.
- Lactec – parceria na execução dos protocolos reprodutivos adotados.

6. Referências

AFONSO, F., CANDEIAS, G., & PRATAS, M. Raças Autóctones Portuguesas. **Direcção-Geral de Alimentação e Veterinária**. 2013.

ALONSO, R. V.; TANURI, A.; VISINTIN, J. A.; UTSUNOMIYA, Y. T.; GUILHEM, F. C.; CARMO, A.; SOSTEGARD, T. S.; GARCIA, J. F. Application of Congenics to Introgress a Myostatin Mutation in Nelore Cattle via SNP-Assisted Backcrossing. **Plant and Animal Genome XXI**, The Largest Ag-Genomics Meeting in the World, San Diego, CA. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FRIGORÍFICOS (ABRAFRIGO). Exportação de carnes e derivados de bovinos – janeiro a dezembro/2020. 2021. Disponível em: http://abrafrigo.com.br/wp-content/uploads/2020/12/ABRAFRIGO-Exporta%C3%A7%C3%A3o-Carne-Bovina-Jan_2019-a-Dez_2020.pdf. Acesso em 15 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDUSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). **Beef Report 2023**. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>>. Acesso em: 27 jul. 2023.

ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE NELORE DO BRASIL (ACNB). **Nelore: raça**. 2023. Disponível em <http://www.nelore.org.br/raca/historico>. Acesso em 15 abr. 2023.

ARTMANN, T. A. et al. Melhoramento genético de bovinos ½ sangue taurino x ½ sangue zebuino no brasil. **Med. Vet.**, Garça, v. 22, n. 12, p.1-20, jan. 2014.

Boito, B., & Paris, W. (2016). Sistemas de cruzamento. Em E. da U. T. F. do Paraná (Ed.), **Técnicas de manejo agropecuário sustentável** (pp. 163–177). Curitiba. 2016.

Catita, D. et al. **O consumo de carne em Portugal oscila inevitavelmente com a variação do poder de compra e o consumo de carne de bovino tem manifestado uma tendência decrescente no contexto da crise que Portugal atravessa**. Disponível em: <https://www.limousineportugal.com/Ruminantes_12DavidC.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2023.

CARVALHO, R. **Cruzamentos entre as raças nelore e Angus e as características produtivas da geração F1**. (Monografia). Jataí: Universidade Federal de Goiás; 2018.

DIAS, L. L. R.; ORLANDINI, C. F.; STEINER, D.; MARTINS, W. D. C.; BOSCARATO, A. G.; ALBERTON, L. R. Ganho de peso e características de carcaça de bovinos Nelore e

meio sangue Angus-Nelore em regime de suplementação a pasto. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, v. 18, n. 3, p. 155-160, jul./set. 2015.

ELER, J. P. **Teorias e métodos em melhoramento genético animal III - sistemas de acasalamento. Pirassununga**: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 175p; 2015.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 470–481, 2001.

FONSECA, M. M. D. **Efeito do cruzamento de vacas Mertolengas com raças exóticas no crescimento pré-desmame e no peso ao desmame dos vitelos**. [s.l.] Universidade de Évora, 24 fev. 2021.

Gama, L. T. Cruzamentos. Em Escolar Editora (Ed.), **Melhoramento Genético Animal** (pp. 89–116). Escolar Editora. 2002.

GRISOLIA, A.; ANGELO, G.; PORTO NETO, L. Myostatin (GDF-8) single nucleotide polymorphisms in nellore cattle. **Genetics Molecular and Research**, v. 8, p. 822-830, 2009.

GOES, R.H.T.B. et al. Desempenho de novilhos Nelore em pastejo na época das águas: ganho de peso, consumo e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.214-221, 2003

HAMMACK, S. P. **Breeding systems for beef production**. Texas Agricultural Extension Service, Texas A & M University System, 1998..

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF BELGIAN BLUE CATTLE BREEDERS (BBI). The presence of the Belgian Blue breed in the world. 2017. Disponível em: <http://www.belgianblueinternational.com/bb_in_world.htm>. Acesso em: 23 abr. 2023.

KIPPERT, C. J. **Avaliação de desempenho na pré e pós-desmama para diferentes grupos genéticos em uma população multirracial Aberdeen Angus-Nelore**. 2006. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006

KOURY FILHO, W. **Escores visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte** (Tese de doutora) apresentado para Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 80 f. 2005.

OLIVEIRA, J. H. F.; MAGNABOSCO, C. de U.; BORGES. Nelore: base genética e evolução seletiva no Brasil. Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E). p. 54, 2002. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/566499>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

PAULUSSI, K. S . **Viabilidade do nascimento de bezerros da raça nelore com mutação no gene da miostatina obtidos por congénia.** Tese mestrado. Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho. 84p 2018.

QUADROS, D. G. **Confinamento de bovinos de corte.** 2018. p. 1-3. Consultoria, Bahia, 2018.

SIQUEIRA, F.; MENEZES, G. R. DE O.; CAVIGLIONI, M. DE B. C. **Musculatura dupla: visão geral dos mecanismos de ação do gene MSTN e sua relevância para bovinos de corte.** EMBRAPA Gado de Corte. 2022.

SILVA, F. L.; PEDROSA, A. C.; FRAGA, A. B. Desempenho de bezerros Nelore e cruzados no estado de Alagoas. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v. 10, n. 1, p. 21-27, 2008.

TEIXEIRA, C. S.; ANDRADE DE OLIVEIRA, D. A.; QUIRINO, C. R. Musculatura dupla: II-Determinação genética. **Arch. Latinoam. Prod. Anim**, v. 14, p. 17-23, 2006.

WEABER, Bob et al. Crossbreeding for commercial beef production. **National Beef Cattle Evaluation Consortium beef sire selection manual**, p. 50-57, 2010.

CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, investigamos a importância da utilização do cruzamento entre as raças de Belgian Blue X Nelore como uma estratégia para otimizar a produção de bovinos.

Além disso, vale destacar a boa adaptabilidade dos animais cruzados, que apresentaram capacidade de se adaptar a diferentes condições de manejo e ambientes variados. A raça Nelore, reconhecida por sua resistência a condições adversas, aliada às características desejáveis do Belgian Blue, proporcionaram animais com uma combinação única de adaptabilidade e desempenho produtivo.

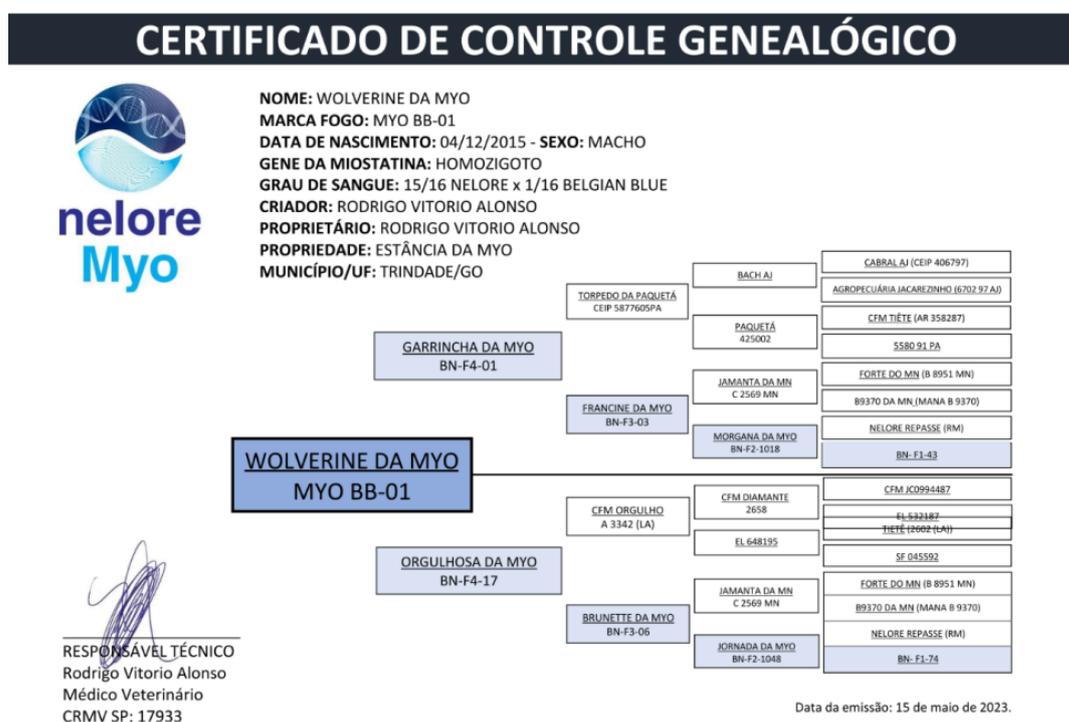
Em resumo, os resultados obtidos neste estudo destacam a importância do cruzamento entre as raças de Belgian Blue X Nelore como uma estratégia promissora para aprimorar a produção de bovinos. O ganho de peso expressivo, a boa adaptabilidade, o rendimento de carcaça e a influência do gene da miostatina no desenvolvimento muscular dos animais cruzados demonstram as vantagens dessa prática na busca por uma pecuária mais eficiente e sustentável.

Estes resultados fornecem subsídios valiosos para a pecuária e para pesquisadores interessados em melhorar a produtividade e a qualidade da carne bovina. Recomenda-se que estudos futuros explorem ainda mais os mecanismos subjacentes ao ganho de peso e às características produtivas dos animais cruzados, a fim de fornecer informações adicionais para o aprimoramento contínuo da pecuária e do setor de carne bovina.

Por fim, espera-se que os resultados desta pesquisa estimulem a adoção de práticas de cruzamento entre raças e incentivem a busca por animais geneticamente superiores, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e rentável da pecuária.

Anexos

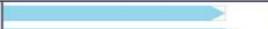
ANEXO A – CONTROLE GENEALÓGICO TOURO WOLVERINE, NELORE MYO.



ANEXO B – DADOS ZOOTECNICO TOURO GIGA DA RAÇA BELGIAN BLUEA.

P.	ENRIQUE DE MOULAND - BE326558260
Ab.	JOKER DE FOOD - BE361472736
Ab.	ALEXIA DE MOULAND - BE171438058
M.	DISCO DE MOULAN - BE978069010
Ab.	BRUEGEL ET D AU CHENE - 93601293081
Ab.	ANGEL DE MOULAND - BE279117276

Facilidad de parto	7	Fácil	
Fertilidad del toro	108	Normal	

Índice de Crecimiento	110	
Desarrollo Muscular	112	
Desarrollo Esquelético	101	
Aptitud Funcional	106	
Caracter Racial	100	
Índice Sintético	105	

Datos Zoométricos a los 1-08 años

					
132 cm.	164 cm.	218 cm.			
					
57 cm.	65 cm.	34 cm.			
Peso	Peso Nac.	Peso 120 días	Peso 210 días	Peso 365 días	Ganancia media diaria
760 kg	41 kg	201 kg	293 kg	515 kg	1306 gr

- De grandes desarrollos musculares y espectaculares crecimientos.
- Un animal armónico y equilibrado en la línea de cruce industrial.

ANEXO C – NOVILHO NM A DIREITA E A ESQUERDA NOVILHO F1 BELGIAN BLUE X NELORE.



Fonte: Arquivo pessoal.

ANEXO D – ORIENTAÇÃO PARA ELABORAÇÃO DO ARTIGO PARA REVISTA CUSTOS E @GRONEGÓCIO.

FORMATO DOS ARTIGOS

Orientações Gerais

Custos e @gronegocio on line privilegiará a publicação de trabalhos originais que apresentem contribuições relevantes para o estudo do agronegócio a partir da inserção da contabilidade de custos em suas diversas modalidades, seja em aplicações teórico-empíricas investigativas, dotadas de referencial teórico e apoio metodológico compatíveis, bem como reflexões teóricas dispostas sob a forma de ensaios.

Também poderão ser submetidos trabalhos que já tenham sido publicados em anais de eventos científicos, desde que as informações pertinentes (tais como a identificação do evento, local, data, etc) estejam devidamente inseridas. Os artigos poderão ser submetidos em Português, Inglês e Espanhol, desde que tenham sido originalmente produzidos em um desses idiomas. Serão apreciados apenas artigos que se enquadrem nos parâmetros estabelecidos.

Os artigos publicados poderão ser reproduzidos total ou parcialmente, desde que citada a fonte.

Envio de artigos

Os artigos deverão ser enviados através de e-mail, obedecendo aos critérios estabelecidos sobre seu formato, para os seguintes endereços eletrônicos:

custoseagronegocio@gmail.com
agronegocio.dadm@ufrpe.br

Áreas temáticas

Os trabalhos podem ser submetidos para apreciação e publicação, considerando sua inserção no contexto do agronegócio, através das seguintes áreas temáticas:

- Custos ambientais
- Custos de capital
- Custos de produção
- Custos e competitividade
- Custos logísticos e de transportes
- Custos na tomada de Decisão
- Custos de transação
- Desempenho de empresas e de cadeias de suprimento
- Derivativos e gestão de custos

- Eficiência técnica e operacional
- Ensino e Pesquisa
- Gestão Estratégica de Custos
- Sistemas de Informação
- Viabilidade econômica

Normas para Elaboração de Artigos

Os artigos submetidos, em arquivo único, devem seguir os seguintes parâmetros de formatação

Primeira página

- Primeira linha - Título do artigo, no idioma original e em inglês (centralizado em negrito com caracteres de tamanho 14);
- Duas linhas abaixo - Nome completo do autor ou autores abaixo do título (centralizado com caracteres de tamanho 12, assim como os demais elementos da página avulsa);
- Imediatamente abaixo - Titulação do(s) autor(es);
- Imediatamente abaixo - Instituição à qual o(s) autor(es) está(ão) vinculado(s);
- Imediatamente abaixo - Endereço completo e e-mail do(s) autor(es);
- Duas linhas abaixo - Resumo e Abstract do artigo (mínimo de 150 e máximo de 200 palavras cada um);
- Duas linhas abaixo - Três palavras-chave no idioma original e em inglês (em português caso este não seja o idioma original);
- Informação de publicação anterior do artigo se for o caso.

Corpo do Texto

- Primeira linha - Título do artigo (centralizado em negrito com caracteres de tamanho 14);
- Duas linhas abaixo - Início do texto (justificado com caracteres de tamanho 12).

Especificações do texto

Os artigos deverão ser digitados obedecendo as seguintes especificações:

- O processador de texto utilizado deve ser o Word 6.0 ou superior;
- O tamanho da página deve ser definido como A4;
- As margens devem obedecer aos seguintes parâmetros: Superior:3, Inferior:2, Esquerda:3 Direita:2;
- A fonte deve ser Times New Roman;
- O espaçamento deve ser de 1,5 entre linhas;
- Tamanho máximo de 35 páginas incluindo figuras, quadros, tabelas e referências;
- As citações no corpo do texto e as referências devem estar de acordo com as normas atualizadas da ABNT.