

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS SOBRE SELEÇÃO PARA MOCHO  
VERSUS AMOCHAMENTO EM BOVINOS DE CORTE**

**INGRID PEREIRA PINTO OLIVEIRA**

**SALVADOR – BAHIA  
FEVEREIRO - 2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS SOBRE SELEÇÃO PARA MOCHO  
VERSUS AMOCHAMENTO EM BOVINOS DE CORTE**

**INGRID PEREIRA PINTO OLIVEIRA**

Zootecnista

**SALVADOR – BAHIA  
FEVEREIRO - 2022**

**INGRID PEREIRA PINTO OLIVEIRA**

**CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS SOBRE SELEÇÃO PARA  
MOCHO VERSUS AMOCHAMENTO EM BOVINOS DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Melhoramento Genético Animal

Orientador: Prof. Dr. Gregório Miguel Ferreira de Camargo

Coorientador: Prof. Dr. Caio Victor Damasceno Carvalho

**SALVADOR – BA  
FEVEREIRO – 2022**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA), com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

1

Oliveira, Ingrid Pereira Pinto  
CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS SOBRE SELEÇÃO PARA MOCHO  
VERSUS AMOCHAMENTO EM BOVINOS DE CORTE / Ingrid  
Pereira Pinto Oliveira. -- Salvador, 2022.  
28 f.

Orientador: Gregório Miguel Ferreira de Camargo.  
Coorientador: Caio Victor Damasceno Carvalho .  
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia) -- Universidade Federal da Bahia,  
Universidade Federal da Bahia, 2022.

1. Melhoramento Genético. 2. Amochamento. 3.  
Nelore. 4. Custo . I. de Camargo, Gregório Miguel  
Ferreira. II. Carvalho , Caio Victor Damasceno. III.  
Título.

**CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS SOBRE SELEÇÃO PARA  
MOCHO VERSUS AMOCHAMENTO EM BOVINOS DE CORTE**

**Ingrid Pereira Pinto Oliveira**

**Tese defendida e aprovada para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.**

**Salvador, 17 de fevereiro de 2022.**

**Comissão Examinadora:**



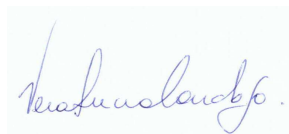
---

Dr. Gregório Miguel Ferreira de Camargo  
Universidade Federal da Bahia  
Orientador / Presidente



---

Dr. Fernando Sebastian Baldi Rey  
Universidade Estadual Paulista



---

Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Cardoso  
APTA

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Ney e Luci, e ao meu irmão Nicolás, por me possibilitarem viver meus sonhos, me dando suporte, carinho e amor incondicional. Nada disso seria possível sem o incentivo de vocês. E ao meu gato, Mimi, pelos 11 anos de amizade e companheirismo e por ser meu alívio nos momentos de tensão que tanto me acompanharam nesse período.

Agradeço ao meu orientador, Professor Gregório, pelos anos de parceria, por ser um exemplo de profissional, e um grande espelho para mim. Esse trabalho não seria o mesmo sem a sua orientação, e definitivamente a certeza de que estou trilhando o caminho certo também não, a paixão que você tem pela profissão me inspira e me incentiva a ser melhor sempre. E ao meu co-orientador, Professor Caio, que foi uma grata surpresa, me auxiliou em momentos de confusão, e se mostrou um incrível profissional que espero ter o prazer de continuar trabalhando junto.

Ao meu namorado, companheiro de vida e melhor amigo, Silel, que foi um ponto chave nesse trabalho. Me acompanhando em todos os momentos, se fazendo presente, me dando impulso, sendo minha rocha para que conseguisse concluir, eu não teria conseguido sem você. Muito obrigada por estar comigo nos melhores e piores momentos, você é parte disso tudo.

Aos meus amigos, Beatriz, Luna, Manoel, Mayra, Mirna, Rafaela, Vítor, Victor Hugo, Yi Dzoen, por não desistirem da minha amizade apesar da distância e das dificuldades, obrigada por estarem presentes, por lembrarem de mim e pelo amor que vocês têm comigo. Esse carinho fazia diferença no meu dia-a-dia e me motivava a continuar. Vocês são incríveis.

E a todos que participaram e contribuíram, direta ou indiretamente, de alguma forma para a minha formação. Todo o suporte foi essencial durante essa jornada e me fizeram amadurecer e crescer, não literalmente, como pessoa. Muito obrigada por cada momento, serei eternamente grata.

**LISTA DE TABELAS****Página**

Tabela 1. Custos de materiais, mão-de-obra para amochamento com ferro quente e pasta cáustica por animal amochado.....	19
Tabela 2. Simulação para uma população de 100 animais utilizando seleção para animais mochos como alternativa para diminuição de custos durante 10 gerações.....	22

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
Resumo.....	8
Abstract.....	9
<b>1. Introdução.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Revisão Bibliográfica</b>	
2.1. Cenário Econômico.....	11
2.2. Nelore X Nelore Mocho.....	11
2.3. Cornos X Bem Estar.....	12
2.4. Genética da presença e ausência de cornos.....	15
<b>3. Objetivo.....</b>	<b>17</b>
<b>4. Material e Métodos.....</b>	<b>18</b>
<b>5. Resultados.....</b>	<b>21</b>
<b>6. Discussão.....</b>	<b>22</b>
<b>7. Conclusão.....</b>	<b>24</b>
<b>8. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>25</b>



Considerações Econômicas sobre Seleção para Mocho versus Amochamento em  
Bovinos de Corte

**RESUMO**

Os cornos estão intimamente relacionados a sobrevivência e comportamento dos animais na vida selvagem, sendo uma característica de ordem recessiva selecionada naturalmente. A domesticação dos animais e inserção nos sistemas de criação, fizeram com que os cornos fossem menos necessários, sendo interessante trabalhar com animais mochos e amochados por uma série de razões. Os principais métodos de amochamento em animais jovens são: ferro quente (cauterização), amputação (instrumentos cortantes), e químico (pasta cáustica). Assim, objetivou-se realizar uma análise econômica comparativa entre diferentes técnicas de amochamento versus seleção de animais mochos da raça Nelore. Simularam-se três cenários para obtenção animais sem cornos: amochamento com ferro quente (1), amochamento com pasta cáustica (2) e seleção fenotípica para animais mochos (3) e foram avaliados os seus custos. As cotações dos materiais foram realizadas em diferentes estados do Brasil e feita a média dos valores. Com base nos dados de registros da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), obteve-se a frequência inicial de bovinos aspados de 92,16%. A seleção fenotípica para mocho foi a técnica de menor custo. Esse resultado difere de sistemas de produção intensivo de bovinos leiteiros em que amochar ainda é a técnica de menor custo. A principal explicação para isso é que o preço do sêmen de touros mochos e aspados não difere na raça Nelore. A seleção fenotípica para obtenção de bovinos mochos vai de encontro ainda às práticas de bem-estar animal e tem potencialidade de acessar mercados mais conscientes e exigentes. Deve-se tomar cuidado com uso intenso de poucos reprodutores mochos a fim de evitar depressão endogâmica para outras características.

**Palavras-Chave: ferro quente; pasta cáustica; nelore; custo.**

## Economic Considerations for Selection for Polled versus Disbudding in Beef Cattle

### ABSTRACT

Horns are closely related to the survival and behavior of animals in the wild, being a naturally selected recessive trait. The domestication of animals and insertion in the production systems made the horns less necessary, making it interesting to work with polled and disbudded animals for a number of reasons. The main methods of disbudding young animals are: hot iron (cauterization), amputation (cutting instruments), and chemical (caustic paste). The aim of the study was to execute comparative economic analysis between different disbudding techniques versus selection for polled Nelore cattle. Three scenarios were simulated to obtain animals without horns: hot iron disbudding (1), caustic paste disbudding (2) and phenotypic selection for polled (3) and their costs were evaluated. The costs of the materials were collected in different states of Brazil and the average values used. Based on data recorded by the Brazilian Association of Zebu Breeders (ABCZ), the initial frequency of 92.16% was obtained for horned Nelore cattle. The phenotypic selection for polled cattle was the technique with lowest cost. This result differs from intensive dairy cattle production systems in which disbudding is still the lowest cost technique. The main explanation for this is that the price of semen from polled and horned bulls does not differ in the Nelore cattle. The phenotypic selection to obtain polled cattle is also in agreement with animal welfare handling and it has the potential to access more conscious and demanding markets. Care should be taken with intensive use of few polled bulls in order to avoid inbreeding depression for other traits.

**Keywords: hot iron; caustic paste; Nelore; cost.**

## 1. INTRODUÇÃO

A presença de cornos, popularmente conhecidos como chifres, está intimamente relacionada à adaptação dos animais selvagens, tendo sido utilizados para defesa contra predadores, comportamento de dominância e aptidão materna (KNIERIM, et al. 2015; SCHAFBERG & SWAWE, 2015). Em espécies domésticas, a utilidade dos cornos foi diminuída. Nos bovinos, há grande variação em relação ao formato e presença dos cornos, sendo que existem diferenças de comprimento, largura, espessura e orientação, podendo variar dentro e entre raças e inclusive compor caracterização racial.

Em algumas raças, a presença de cornos é questionável e até indesejada. Animais aspados estão associados a maiores riscos de acidentes aos manejadores e outros animais. Sendo assim, técnicas de amochamento são práticas de manejo frequentes. Todavia, com a crescente mudança nos ideais da sociedade em relação ao bem-estar dos animais, manejos alternativos e adaptados estão sendo propostos e praticados para a obtenção de animais sem cornos (BATES, et al. 2015; KLING-EVEILLARD, et al. 2015; WIKMAN, et al. 2016). A técnica para realização do manejo de amochamento mais utilizada é a de ferro quente. Contudo, ela causa dor aos animais e pode prejudicar o desenvolvimento dos mesmos, sendo necessária a utilização de medicamentos para mitigação da dor (ADCOCK, et al. 2019; ADCOCK, et al. 2020; REEDMAN, et al. 2020). Portanto, a técnica de seleção genética para obtenção de animais mochos surge como uma alternativa à utilização de métodos que causem dor aos animais.

No Brasil, uma das principais raças bovinas utilizadas é a Nelore, composta majoritariamente por animais aspados, mas com indivíduos mochos circulantes na população. Consta ainda com a variedade Nelore Mocho, raça derivada do Nelore Padrão, com registro independente, em que são aceitos somente animais geneticamente sem cornos. Trata-se da segunda maior raça em número de registros (ABCZ, 2021). Há, portanto, já um interesse presente, entre alguns produtores de criarem animais mochos.

Assim, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise de custo comparativa entre diferentes técnicas de amochamento versus seleção para obtenção de animais mochos na raça Nelore, além de fazer uma análise crítica para a promoção do uso de técnicas menos invasivas no manejo com os animais.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 CENÁRIO ECONÔMICO**

A bovinocultura, ou seja, a criação dos bovinos de forma racional possui diversas finalidades, sendo os principais produtos derivados a carne e o leite. O rebanho mundial, no ano de 2020, teve um efetivo de 1.434,3 milhões de animais, sendo que, o maior rebanho encontra-se no Brasil (187,5 milhões de animais), seguido da Índia (186,1 milhões de animais), Estados Unidos (94,3 milhões de animais), China (67,9 milhões de animais) (ABIEC, 2021).

Com relação a produção de carne, o efetivo total foi de 71,1 milhões de toneladas, tendo como maior produtor os Estados Unidos (12,3 milhões de toneladas – 17,4%), seguido do Brasil (10,2 milhões de toneladas – 14,3%), China (7,2 milhões de toneladas – 10,1%) e Argentina (3,2 milhões de toneladas – 4,5%) (ABIEC, 2021).

O Brasil é o detentor do maior rebanho mundial e segundo maior produtor de carne bovina. O país atinge ainda a marca de maior exportador, com total de 2.690,9 milhões de toneladas de carne bovina no ano de 2020. Dentre os maiores importadores da carne bovina brasileira estão a China (1.129,5 mil toneladas), Hong Kong (376,8 mil toneladas), Egito (168,3 mil toneladas) e Estados Unidos (124,1 mil toneladas) (ABIEC, 2021).

### **2.2 NELORE X NELORE MOCHO**

A espécie bovina (*Bos taurus*) é um mamífero ruminante que se divide em duas subespécies, o *Bos taurus taurus*- Bovino taurino de origem europeia e o *Bos taurus indicus* – Bovino zebuino de origem asiática. Seus ancestrais são indivíduos diferentes, os taurinos são oriundos dos auroques e os zebuínos dos gauros. As subespécies apresentam características distintas e foram domesticados há cerca de 10.500 anos (JORGE, 2013). No Brasil, os bovinos estão presentes desde o início da sua colonização, tendo sido importante para a interiorização do país.

Dentre as várias raças de zebuínos presentes no Brasil, a de maior destaque é a Nelore. Oriunda da Índia, conhecida como Ongole, o Nelore adentrou no Brasil na metade do século XIX. Estima-se que a chegada se iniciou no ano de 1868 em Salvador, com o desembarque de um casal de animais. Os animais foram se expandindo pelo país, inicialmente no Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, começando a serem definidas suas características raciais em 1938. O crescente rebanho se deve as características da

raça, como sua rusticidade, capacidade de transformar fibras de baixa qualidade em produtos e resistência ao calor, o que confere um ponto positivo em relação ao clima tropical. Seu metabolismo é mais baixo, o que acarreta em uma menor quantidade de calor gerada, apresenta resistência maior a parasitas, pele escura, fina e resistente além de produzir secreção oleosa repelente, que aumenta quando expostos ao calor. De temperamento ativo e dócil, possui cupim com função de reserva energética em situações emergenciais, característica extremamente importante no período de seca. As características fisiológicas do Nelore fizeram com que a raça se adaptasse muito bem às condições tropicais brasileiras, tornando-se uma opção para a produção de carne nas diversas condições a que é submetido nas tradicionais regiões de produção pecuária do país (ACNB, 2021).

Muitas raças de bovinos são completamente mochas ou apresentam indivíduos mochos circulantes na população (SCHAFBERG & SWALWE, 2015; LÜHKEN, et al. 2016). No Brasil, o Nelore que apresenta uma variante mocha com registro independente. Atualmente, o Nelore Mocho possui um total de 826.314 registros, ficando somente atrás do Nelore Padrão em número (ABCZ, 2021).

Segundo Santiago (1987), o primeiro Nelore mocho relatado no Brasil, denominado de Caburey, nasceu no município de Araçatuba – São Paulo. Posteriormente, Caburey foi utilizado de forma intensiva em diversos rebanhos de Nelore puro, fixando a característica e formando um numeroso rebanho que daria origem a variedade de Nelore mocho no Brasil. O grande número de animais nessa raça acaba sendo um facilitador para a seleção dessa característica, tendo em vista que há uma maior disponibilidade de touros mochos que podem participar de programas de seleção. A seleção genética para obter bovinos mochos, pode ser feita em concomitância a outras características sob avaliação genética (THOMPSON, et al. 2017).

### **2.3 CORNOS X BEM ESTAR**

Sendo um processo Pré-histórico, a domesticação de animais e plantas foi um fator importante para a evolução humana e a transformação da vivência em sociedade. Podendo ser definida como uma relação de mutualismo em que um organismo assume um grau significativo de influência sobre a reprodução, alimentação e cuidados gerais de outros

organismos, com o propósito de assegurar de forma mais previsível o fornecimento de um recurso de interesse (ZEDER, 2015).

Tendo como princípio a alimentação, o primeiro animal a ser domesticado teria sido o lobo, que inicialmente era utilizado como ferramenta de caça, e posteriormente como animal de produção. Com o passar do tempo, era possível notar que essa relação de mutualidade com as espécies animais poderia possuir outras finalidades que auxiliariam a vida humana, como a utilização da pele desses animais para vestimentas e proteção ou a utilização da tração animal para a carga de objetos e locomoção. Com isso foi dado o surgimento dos então chamados animais domésticos, dentro deles os bovinos, ovinos, caprinos, suínos, equídeos, bubalinos, entre outros, que tem importância social e econômica até a atualidade (VIGNE, 2011).

No início da domesticação, os seres humanos começaram a escolher características de interesse para selecionar, rotineiramente castravam ou abatiam para consumo os animais de comportamento mais indócil e difíceis de manejar, antes que esses viessem a reproduzir. Provavelmente, essa estratégia influenciou o comportamento social dos animais, na medida em que indivíduos com tendência a permanecer em rebanhos foram favorecidos, bem como indivíduos que aceitavam ou toleravam a proximidade dos seres humanos (STRICKLIN, 2001). Há relatos, desde o Egito Antigo, da seleção praticada para obtenção de animais mochos (SCHAFBERG & SWAWE, 2015).

A presença de cornos está relacionada a sobrevivência dos animais selvagens, sendo utilizados para defesa contra predadores e comportamento de dominância (SCHAFBERG & SWAWE, 2015). Nas fêmeas, essa característica está relacionada à aptidão materna, pois os cornos são utilizados na proteção dos filhotes (KNIERIM, et al. 2015). Bovinos selvagens aspidos sofreram seleção natural devido às vantagens que essa característica apresentava, sendo um dos poucos exemplos de característica de ordem recessiva selecionada naturalmente. Após a domesticação dos animais e inserção nos sistemas de criação, a presença dos cornos tornou-se menos necessária, inclusive havendo seleção artificial para animais mochos (FAO, 2015) e a aplicação do manejo de amochamento.

O amochamento é um procedimento doloroso causado aos animais e pode interferir de maneira drástica no desenvolvimento dos bezerros, pois eles podem apresentar dor contínua por até três semanas após o amochamento (ADCOCK & TUCKER, 2020), elevadas concentrações de cortisol circulante, aumento do tempo deitado (BATES, et al.

2015), aumento do uso de abrigo e interferência nas suas relações sociais (GINGERICH, et al. 2020). Animais mochos são menos agressivos, têm o temperamento mais calmo, apresentam menores riscos de acidentes no trabalho e lesões na carcaça (KNIERIM, et al. 2015; REICHE, et al. 2020).

A utilização da seleção genética para obtenção de animais mochos apresenta benefícios como: promoção de bem-estar animal, menor risco de lesões entre/nos animais, além de não haver necessidade de realizar amochamento. Ainda há um menor risco de acidentes junto com os funcionários que lidam diretamente com os animais (SCHAFBERG & SWALWE, 2015). Animais sem cornos tendem a apresentar um temperamento mais calmo, usam menor área de cocho, causam menos danos a instalações e diminuem as injúrias de carcaça principalmente no transporte para o abate (KNIERIM, et al. 2015). Mendonça, et al. (2016) relataram maiores perdas de carcaça e econômicas em lotes de animais aspados em comparação com lotes de animais mistos (mochos e aspados), principalmente se os animais forem de raças zebuínas.

Thompson, et al. (2017) realizaram análises econômicas comparativas entre o custo para diferentes tipos de amochamento e o custo de seleção para o caráter mocho, em bovinos da raça Holandesa nos EUA. O amochamento apresentou um menor custo quando comprado à seleção, mas os autores ressaltaram a importância da seleção, visto sua eficácia duradoura. Os autores ainda comentam que a seleção para o caráter mocho em bovinos leiteiros poderá começar a ser praticada por produtores que tenham altos custos com o manejo do amochamento e/ou que recebam gratificações por práticas de bem-estar animal.

O amochamento, portanto, é um método bastante praticado. Existem alguns métodos para amochamento de animais jovens sendo os principais: ferro quente (cauterização), amputação (instrumentos cortantes) e químico (pasta cáustica, geralmente hidróxido de sódio ou hidróxido de cálcio) (STILWELL, et al. 2009). Todos esses métodos requerem instrumentação adequada, medicamentos e profissionais treinados. Além disso, se feita de forma inadequada, fora do intervalo de idade ou sem os pré e pós-operatórios ideais, pode acarretar em uma diminuição do bem-estar animal e por consequência da produtividade (STAFFORD & MELLOR, 2011). Quando realizado o amochamento com ferro quente, os bezerros podem sentir dor constante por até três semanas, sendo necessário a utilização de analgésicos e anestésicos para que haja a sua

diminuição (ADCOCK, et al. 2019; ADCOCK, et al. 2020; REEDMAN, et al. 2020). A duração da dor pode ser usada como medida de bem-estar (ADCOCK, et al. 2019) e a utilização de medicamentos para seu alívio é eficaz e auxilia na taxa de crescimento dos animais, sendo um incentivo para que os produtores realizem essa técnica em todos os tipos de amochamento (BATES, et al. 2015).

No Brasil, as informações e a utilização de alívio da dor nos procedimentos em bovinos são muito raras, principalmente pelo fato deles serem considerados seres menos sensíveis. Segundo a resolução nº 887, de 15 de fevereiro de 2008, o Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV) considera a necessidade de uniformizar e normatizar os procedimentos cirúrgicos em animais de produção, devendo ser realizadas em condições ambientais aceitáveis, anestesia, analgesia e técnicas adequadas para cada procedimento. Para a realização do amochamento em ruminantes, a resolução tem como recomendação de que seja realizado até dois meses de idade, e caso seja realizado em adultos, deve-se utilizar antibióticos e analgésicos. E como norma obrigatória têm-se que até 6 meses deve ser feita a utilização de anestesia local e acima disso sedação e anestesia local. A falta de informações sobre o comportamento desses animais é um dos motivos pelo qual os profissionais subestimam a dor nos bovinos, além do fator custo que acaba sendo determinante na maioria das decisões dos produtores (CANOZZI, et al. 2020). Diferentemente, na Finlândia, o amochamento é realizado em 72% das fazendas leiteiras, mas os produtores têm consciência da dor ocasionada pela prática. Quanto maior é o tamanho do rebanho ou maior a produção de leite na fazenda, maior o percentual de animais amochados, sendo feitos com a utilização de sedativos, anestésicos ou anti-inflamatórios (HOKKANEN, et al. 2015; WIKMAN, et al. 2016).

Alguns consumidores já têm buscado por alimentos que sigam as diretrizes do bem-estar animal. Nos Estados Unidos, os consumidores estão dispostos a pagar a mais por produtos derivados de animais que apresentaram melhores condições de bem-estar, que passaram por amochamento com alívio da dor ou que sejam geneticamente mochos (BIR, et al. 2020).

#### **2.4. GENÉTICA DA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE CORNOS**

Uma alternativa ao manejo do amochamento é a seleção genética para obtenção de animais mochos. Ela vai de encontro às práticas de bem-estar animal que consideram o amochamento uma prática mutilatória (NORDQUIST, et al. 2017).



O fenótipo de presença ou ausência de cornos em bovinos é causada por uma mutação que pressupõe ser de natureza mendeliana autossômica, ou seja, é expressa por um gene com dois alelos, sendo o indivíduo aspado, o homocigoto recessivo. Todavia, não se sabe com exatidão as variantes causais atuantes na expressão do fenótipo, pois esse fenótipo apresenta heterogeneidade alélica e há variantes grupo-específicas associadas ao fenótipo na mesma região BTA1, sendo específicos para cada raça (UTSUNOMIYA, et al. 2019; WIEDEMAR, et al. 2014; MEDUGORAC, et al. 2012). Wiedemar, et al. (2014), sinalizaram dois haplótipos distintos, sendo o primeiro indel complexo (formado por uma duplicação de 208 pb, uma inserção de 10 pb e uma deleção de 6pb), em animais mochos na raça Simental. Testes feitos com animais de várias raças (Angus, Galloway, Blonde D'Aquitane, Braunvieh, Hereford, Norueguesa Vermelha e Pinzgauer) apresentaram total correspondência. Medugorac, et al. (2012) sinalizaram a mesma região em 31 raças. Já o segundo haplótipo, encontrado em bovinos da raça Holandesa, apresentou um tamanho de 932pb. O indel, identificado nas outras raças, está inserido dentro dessa região. Todavia, ele não marca o caráter mocho na raça Holandesa. Para essa raça, foram encontradas outras 182 possíveis variantes associadas a essa característica. Alguns animais mochos da raça Charolês e Limousin apresentavam o indel e outros apresentavam o haplótipo descrito na raça Holandesa (WIEDEMAR, et al. 2014), mostrando uma possível introgressão genética nessas raças. Na raça Nelore, encontrou-se na janela CHR 1:1.893.790-2.004.553 uma duplicação de 110 pb, sendo definida como uma nova variante e nomeada de alelo Guarani (UTSUNOMIYA, et al. 2019), sendo ela associada a expressão do fenótipo na raça.

Apesar da indefinição da mutação causal, testes genéticos utilizando um conjunto de cinco marcadores moleculares do tipo SNPs apresentam forte associação com presença e ausência de cornos, podendo ser utilizados com eficiência para seleção genética em várias raças e variantes (RANDHAWA, et al. 2020; ROSA, et al. 2020).

Na tentativa de identificar a variação genética causal da característica, Wiedemar, et al. (2014) e Allais-Bonnet, et al. (2013), já constataram que os genes *FOXL2* e *RXFP2* são superexpressos para o crescimento dos cornos em bovinos, além de serem relacionados a presença/ausência de cornos em pequenos ruminantes. Assim, pode estar ocorrendo uma possível participação de RNAs não-codificadores no processo de

crescimento dos cornos, o que torna a investigação mais complexa e vai de encontro à dificuldade de determinação da mutação causal.

Schafberg e Swawe (2015) relatam que a seleção para o mocho deve ocorrer gradualmente e de forma acompanhada, para que possa evitar endogamia e depressão endogâmica como consequência pelo uso intenso de poucos reprodutores. Götz, et al. (2015) reportaram o caso de sucesso para seleção do caráter mocho na raça Simental que ocorre desde a década de 70, com aumento do número de animais mochos sem aumento nos coeficientes de endogamia. Há a expectativa de que 10% das vacas da população serem mochas em 2021. Os mesmos autores mostraram também que bovinos mochos, comparados com os aspados, apresentaram-se superiores em características como qualidade de leite e qualidade de úbere. Randhawa, et al. (2021) compararam os valores genéticos de animais mochos e aspados de oito raças diferentes para 12 características de crescimento e carcaça. Relataram que não há detrimento da seleção para mocho nas características avaliadas, bem como não há correlação da presença ou ausência de cornos com os valores genéticos estimados. Esses resultados científicos comprovam que não há diferença entre o desempenho genético de bovinos no que concerne a presença de cornos e que a seleção para obtenção de animais mochos não afeta o desempenho do rebanho.

Entretanto, processos de seleção não orientados para obtenção do fenótipo mocho podem acarretar problemas genéticos para o rebanho, dentre eles a depressão por endogamia, aumento de frequência de doenças mendelianas expressas em homozigose (RANDHAWA, et al. 2021) e diminuição da diversidade genética (MUELLER, et al. 2019), dado o menor número de touros mochos avaliados e uso intenso sem orientação. Portanto, faz-se necessário cautela a fim de evitar problemas futuros.

### **3. OBJETIVO**

O presente estudo tem como objetivo realizar uma análise econômica comparativa entre diferentes técnicas de amochamento versus a seleção de animais mochos da raça Nelore, tendo em vista que a ausência de cornos facilita o manejo diário.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram simulados três cenários para obter animais sem cornos: (1) amochamento com ferro quente (2) amochamento com pasta cáustica e (3) seleção fenotípica para animais mochos. Os custos foram obtidos pelas fórmulas descritas abaixo:

Os custos ( $C_j$ ), sendo  $j = 1, 2$  para cenários tradicionais de amochamento foram estimados como:

$$C_j = CM_j + CT_j + CO_j + CR_j$$

Onde  $CM_j$  é o custo dos materiais,  $CT_j$  é o custo dos tratamentos de alívio da dor,  $CO_j$  é o custo da mão-de-obra, e  $CR_j$  é o custo do repelente utilizado.

A equação abaixo foi usada para estimar o custo da seleção fenotípica para mocho. O custo ( $C_j$ ), sendo  $j = 3$  para o cenário de seleção de animais mochos, foi estimado como:

$$C_j = (R) \times (CM_j + CT_j + CO_j + CR_j)$$

Onde  $R$  é a probabilidade de um bezerro exibir o fenótipo com cornos, ou seja, a frequência genotípica de homozigotos recessivos após acasalamento do rebanho com touros mochos.

Para a obtenção dessa probabilidade  $R$ , estimaram-se as frequências genotípicas a partir dos fenótipos obtidos junto à Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ). Havia 10.207.742 registrados como Nelore padrão (assumiram-se todos aspados, apesar de haver indivíduos mochos circulantes na população), representando os homozigotos recessivos e 826.314 animais registrados como Nelore mocho (sem cornos). Estimaram-se as frequências alélicas dos touros mochos (heterozigotos ou homozigotos) selecionados para reprodução e simulou-se um acasalamento com a população (frequências genotípicas iniciais). Assim, obteve-se a probabilidade de um bezerro nascer aspado ( $R$ ). As demais incógnitas  $CM_j$ ,  $CT_j$ ,  $CO_j$  e  $CR_j$  são os custos de materiais, custo de alívio da dor, custo de mão de obra e custo do repelente utilizado, respectivamente, sendo usado para comparação somente com a técnica de menor custo (1 ou 2). Simulou-se seleção fenotípica, pois a raça Nelore apresenta variante diferente associada ao caráter

mocho, denominado alelo Guarani (UTSUNOMYIA, et al. 2019) e ainda não foram feitos testes que permitam seleção genética como descrito em Randhawa, et al. (2020).

Desconsiderou-se o preço do sêmen de touros mochos no cenário (3). Isso deve-se ao fato do preço do sêmen de touros aspados e mochos DECA1 para Peso ao Sobreano não diferirem em valor (CRV LAGOA, 2021; ALTA GENETICS, 2021). Assim, simulou-se para os cenários (1) e (2) que a população estava sendo selecionada para peso ao sobreano (escolhendo-se touros DECA1 para a característica) e para o cenário (3), simulou-se seleção simultânea para peso ao sobreano e caráter mocho (ANCP, 2021; PMGZ, 2021; GENEPLUS, 2021).

As cotações dos materiais foram realizadas em diversas lojas especializadas, em diferentes cidades do Brasil nos estados da Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná e São Paulo, e feita média dos valores. O custo dos materiais utilizados durante os procedimentos, a dosagem e o custo por animal estão descritos abaixo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Custos de materiais, mão-de-obra para amochamento com ferro quente e pasta cáustica por animal amochado.

Variável	Custo médio	Dosagem (ml)	Custo/animal
<b>Amochamento com ferro</b>			
<b>Mochador de ferro</b>	R\$ 34,14	-	-
<b>Anestésico<sup>1</sup></b>	R\$ 16,56 (50mL)	5	R\$ 1,66
<b>AINE<sup>2</sup></b>	R\$ 80,02 (50mL)	2	R\$ 3,20
<b>Repelente Spray<sup>3</sup></b>	R\$ 22,04 (500mL)	2	R\$ 0,09

<b>Gás GLP</b>	R\$ 97,30 (13kg)	-	R\$ 0,07
<b>Funcionários<sup>5</sup></b>	R\$ 2.200,00 (2 funcionários)	-	R\$ 4,58
<b>Total</b>	-	-	<b>R\$ 9,60</b>
<hr/>			
<b>Amochamento químico</b>	-		
<hr/>			
<b>Pasta cáustica<sup>6</sup></b>	R\$ 44,00 (200mL)	6	R\$ 1,32
<b>Anestésico<sup>1</sup></b>	R\$ 16,56 (50mL)	5	R\$ 1,66
<b>AINE<sup>2</sup></b>	R\$ 80,02 (50mL)	2	R\$ 3,20
<b>Repelente Spray<sup>3</sup></b>	R\$ 22,04 (500mL)	2	R\$ 0,09
<b>Funcionários</b>	R\$ 2.200,00 (2 funcionários)	-	R\$ 4,58
<b>Total</b>	-	-	<b>R\$ 10,85</b>

<sup>1</sup> Anestésico local injetável a base de lidocaína; <sup>2</sup>Anti-inflamatório não esteroidal a base de Flunixin Meglumina; <sup>3</sup>Repelente spray a base de praletrina; <sup>6</sup>Pasta cáustica a base de Hidróxido de Sódio.

Desconsiderou-se o valor do custo fixo do mochador de ferro. Esse equipamento possui uma vida útil de em média 30 anos e o custo com depreciação do tempo é ínfimo.

O gás GLP de 13 Kg custando, em média, R\$ 97,30 possui um tempo médio de duração de chama de 220 horas, considerando que para aquecer o mochador leve 10 minutos o custo/animal foi de R\$ 0,07.

Em relação aos funcionários, tomou-se como base o salário mínimo mensal do ano de 2021, sendo ele de R\$ 1.100,00. Considerando a jornada de trabalho 40 horas semanais o custo por hora foi de R\$ 6,875. Para a realização do amochamento de um animal, que dura em média 20 minutos, obteve-se o custo médio por funcionário de R\$ 2,29, sendo necessários dois funcionários para a realização do procedimento, totalizando R\$ 4,58.

## 5. RESULTADOS

Com base nos dados de registros da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), calculou-se a frequência inicial de animais homozigotos recessivos, ou seja, a de bovinos aspados, sendo de 92,16%. Simulou-se uma população de 100 bezerros nascidos em todos os cenários. Portanto, para os cenários 1 e 2, um total de 93 animais eram aspados e seriam amochados. Assim, obteve-se para o cenário 1 apresentou um custo total de R\$ 892,80, enquanto o cenário 2 apresentou um custo total de R\$ 1009,05.

Para o cenário 3, simulou-se uma seleção fenotípica, escolhendo-se touros mochos para os acasalamentos. Touros mochos DECA1 para peso ao sobreano representaram cerca de ~17% dos touros dos sumários. Após uma geração de seleção, a frequência de animais aspados diminuiu consideravelmente para 47%. Assim, o custo para amochar esses animais com ferro quente (menor dos anteriores) foi de R\$ 451,20. Pode-se afirmar que o cenário de seleção apresentou o menor custo quando comparado com os cenários de amochamento tradicional, tendo uma diminuição de quase 50% do valor do amochamento com ferro quente na população sem seleção.

Com os dados da população inicial simulou-se uma seleção por 10 gerações (Tabela 2), sendo que na primeira geração após a seleção já houve um aumento de 8% para 53% de animais mochos na população. Na segunda geração já é possível notar outro aumento na frequência fenotípica desses animais, com mochos representando 65% da população, tendo um aumento constante nas demais gerações. Quando feita a simulação de seleção, restam, em 10 gerações, cerca de ~2% de animais aspados.

**Tabela 2.** Simulação para uma população de 100 animais utilizando seleção para animais mochos como alternativa para diminuição de custos durante 10 gerações.

Geração	Amochamento com ferro quente		
-	Frequência	Nº de animais com cornos	Custo
<b>Inicial</b>	0,9216	93	892,80
<b>1</b>	0,47	47	451,20
<b>2</b>	0,348	35	336,00
<b>3</b>	0,2349	24	230,40
<b>4</b>	0,1687	17	163,20
<b>5</b>	0,126	13	124,80
<b>6</b>	0,0972	10	96,00
<b>7</b>	0,0756	8	76,80
<b>8</b>	0,0610	7	67,20
<b>9</b>	0,05	5	48,00
<b>10</b>	0,0225	3	28,80

## 6. DISCUSSÃO

Para bovinos de corte da raça Nelore no Brasil, a seleção para mocho mostrou-se a melhor alternativa, pois apresenta o menor custo. Thompson, et al. (2017) trabalhando com bovinos da raça Holandesa nos EUA, encontraram que o manejo de amochamento ainda apresenta o menor custo naquele sistema de produção. Essa diferença é explicada pelo preço do sêmen. Nos Estados Unidos, o preço do sêmen de touros Holandeses mochos é maior em relação aos touros aspados, enquanto que no Brasil o preço do sêmen de touros raça Nelore é o mesmo, seja para mochos ou aspados. Assim, a seleção é uma maneira muito eficiente para redução de custo, pois devido ao efeito dominante do caráter mocho os ganhos são grandes, principalmente na primeira geração de seleção. A seleção para obtenção de animais mochos além de reduzir o custo de produção, corrobora com os preceitos do bem-estar animal, pois diminui de maneira progressiva e duradoura o número de animais que são amochados.

Todavia, deve-se tomar cuidado para o uso intenso de poucos touros mochos selecionados para a reprodução. A baixa disponibilidade de reprodutores mochos DECA1

para peso ao sobreano, apenas 17% dos animais avaliados, pode elevar a taxa de endogamia, promovendo redução de desempenho principalmente para características de baixa herdabilidade, ou levar a pequeno ganho genético (COLE, 2015, MUELLER, et al. 2019, RANDHAWA, et al. 2021). Thompson, et al. (2017) relataram que produtores evitam o uso de touros mochos da raça Holandesa por haver uma perda produtiva. Touros da raça Holandesa aspados têm maior valor genético e maior número em relação aos animais mochos. Em contrapartida, touros mochos jovens da raça Simental apresentam superioridade genética em relação a touros aspados, inclusive em características como produção de leite e qualidade de úbere e menor coeficiente de endogamia (GÖTZ, et al. 2015). Trata-se, portanto de uma questão de frequência de indivíduos na população e o caso de cada raça precisa ser avaliado particularmente. Mais que isso, Randhawa et al. (2021) concluíram que em oito raças bovinas (Charolês, Hereford, Limousin, Shorthorn, Simental, Brahman, Droughtmaster e Santa Gertrudes), os animais mochos não apresentaram diferenças produtivas quando comparados aos aspados, devendo-se prestar atenção em raças cuja frequência de mochos é baixa.

A utilização de animais mochos vem ganhando grande importância no cenário econômico mundial. Torna-se interessante a seleção para obter animais mochos, uma vez que, diminui-se manejo que ocasiona dor, aumenta-se a produtividade, pois o animal sofre menos e facilita-se o manejo. Produtores acreditam ainda que o caráter mocho traz uma aparência jovial aos animais, facilitando-se a venda de animais quando comercializados para engorda (KLING – EVEILLARD, et al. 2015). A seleção para mocho ainda facilita o acesso a mercados consumidores mais conscientes e exigentes (BIR, et al. 2020; NORDQUIST, et al. 2017). Logo, a seleção para obter animais mochos está relacionada ao aumento de lucratividade do produtor por diversos motivos. No caso da raça Nelore no Brasil, há menor custo direto ao se comparar ao amochamento, diferentemente do que acontece em outros sistemas de produção como descrito por Thompson, et al. (2017).

A seleção para o caráter mocho em bovinos da raça Nelore pode ser potencializada pelo desenvolvimento de marcadores genéticos para a característica, como o desenvolvido por Randhawa, et al. (2021) para várias raças bovinas. Isso permitiria a identificação de homozigotos e heterozigotos entre os touros mochos e o ganho genético poderia ser mais acelerado que o demonstrado na Tabela 2.



A fim de se evitar problemas com endogamia, a avaliação genética mais extensiva de reprodutores mochos, bem como, a verificação de viabilidade de tecnologia de edição gênica pode ser alternativa. Existem resultados científicos de bovinos geneticamente editados para esta característica (MUELLER, et al. 2019; MUELLER, et al. 2021). Maiores opções de reprodutores possibilitam seleção para mocho mais intensa, sem que haja aumento expressivo da endogamia e diminuição de produção (RANDHAWA, et al. 2021; THOMPSON, et al. 2017).

## **7. CONCLUSÃO**

A seleção fenotípica para obtenção de bovinos mochos da raça Nelore no Brasil apresentou menores custos que as técnicas de amochamento. A seleção adequa-se às normas de bem-estar animal e promove potencialidade de acessar mercados mais conscientes e exigentes. Recomenda-se o manejo de seleção, devendo-se prestar atenção somente com o aumento dos níveis de endogamia.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC). **Beef Report: perfil da pecuária no brasil**. São Paulo: Brazilian Beef, 2021. p. 60.

Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ). **Raças Zebuínas: Nelore / Nelore Mocho**, 2021. Disponível em: <https://www.abcz.org.br/a-abcz/racas-zebuinas/raca/8/nelore---nelore-mocho>. Acesso em: 10 jan. 2022.

Associação dos Criadores de Nelore do Brasil (ACNB). **A raça: Histórico**. 2021. Disponível em: <http://www.nelore.org.br/Raca/Historico>. Acesso em: 10 jan. 2022.

Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). **Programa Nelore**. 2021. Disponível em: <https://www.ancp.org.br/programas/nelore/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

ADCOCK, S. J.J.; CRUZ, D. M.; TUCKER, C. B. Behavioral changes in calves 11 days after cauterization disbudding: Effect of local anesthesia. **Journal Of Dairy Science**, v. 103, p. 8518-8525, 2020.

ADCOCK, S. J. J.; TUCKER, C. B. Conditioned place preference reveals ongoing pain in calves 3 weeks after disbudding. **Scientific Reports**, v. 10, p. 1-9, 2020.

ADCOCK, S. J. J.; VIEIRA, S. K.; ALVAREZ, L.; TUCKER, C. B. Iron and laterality effects on healing of cauterization disbudding wounds in dairy calves. **Journal Of Dairy Science**, v. 102, p. 10163-10172, 2019.

ALTA GENETICS. **Catálogo Corte Zebu 2020/2021**. São Paulo: Alta Genetics, 2021. 130 p.

ALLAIS-BONNET, A.; GROHS, C.; MEDUGORAC, I.; KREBS, S.; DJARI, A.; GRAF, A.; FRITZ, S.; SEICHTER, D.; BAUR, A.; RUSS, I.; BOUET, S.; ROTHAMMER, S.; WAHLBERG, P.; ESQUERRÉ, D.; HOZE, C.; BOUSSAHA, M.; WEISS, B.; THÉPOT, D.; FOUILLOUX, M.; ROSSIGNOL, M.; MARLE-KOSTER, E.; HREIÐARSDÓTTIR, G. E.; BARBEY, S.; DOZIAS, D.; COBO, E.; REVERSÉ, P.; CATROS, O.; MARCHAND, J.; SOULAS, P.; ROY, P.; MARQUANT-LEGUIENNE, B.; BOURHIS, D.; CLÉMENT, L.; SALAS-CORTES, L.; VENOT, E.; PANNETIER, M.; PHOCAS, F.; KLOPP, C.; ROCHA, D.; FOUCHET, M.; LAURENT, J.; BERNARD-CAPEL, C.; PONSART, C.; EGGEN, A.; BLUM, H.; GALLARD, Y.;

BOICHARD, D.; PAILHOUX, E.; CAPITAN, A. Novel Insights into the Bovine Polled Phenotype and Horn Ontogenesis in Bovidae. **Plos One**, v. 8, p. 1-15, 2013.

BATES, A. J.; EDER, P.; LAVEN, R. A. Effect of analgesia and anti-inflammatory treatment on weight gain and milk intake of dairy calves after disbudding. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 63, p. 153-157, 2015.

BIR, C.; WIDMAR, N. O.; THOMPSON, N. M.; TOWNSEND, J.; WOLF, C. A. US respondents' willingness to pay for Cheddar cheese from dairy cattle with different pasture access, antibiotic use, and dehorning practices. **American Dairy Science**, v. 103, p. 3234-3249, 2020.

CANOZZI, M. E. A.; BORGES, J. A. R.; BARCELLOS, J. O. J. Attitudes of cattle veterinarians and animal scientists to pain and painful procedures in Brazil. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 177, p. 104909-104918, 2020.

Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV). Resolução nº 887, 15 de fevereiro de 2008.

COLE, J. B. A simple strategy for managing recessive disorders in a dairy cattle breeding program. **Genetics Selection Evolution**, v. 47, p. 1-13, 2015.

CRV Lagoa. **Corte Zebu**. 2021. Disponível em: <https://www2.crvlagoa.com.br/cortezebunovo>. Acesso em: 10 dez. 2021.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture**, edited by B.D. Scherf & D. Pilling. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome (Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>), 2015.

GENEPLUS. **Programa Geneplus Embrapa**. 2021. Disponível em: <https://geneplus.com.br/geneplus/programa-geneplus/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

GINGERICH, K. N.; CHOULET, V.; MILLER-CUSHON, E. K. Disbudding affects use of a shelter provided to group-housed dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 103, p. 10519-10529, 2020.

GÖTZ, K. U.; LUNTZ, B.; ROBEIS, J.; EDEL, C.; EMMERLING, R.; BUITKAMP, J.; ANZENBERGER, H.; DUDA, J. Polled Fleckvieh (Simmental) cattle – Current state of the breeding program. **Livestock Science**, v. 179, p. 80-85, 2015.

HOKKANEN, A.; WIKMAN, I.; KORHONEN, T.; PASTELL, M.; VALROS, A. E.; VAINIO, O. M.; HÄNNINEN, L. T. Perceptions and practices of Finnish dairy producers on disbudding pain in calves. **Journal Of Dairy Science**, v. 98, p. 823-831, 2015.

JORGE, W. A GENÔMICA BOVINA - ORIGEM E EVOLUÇÃO DE TAURINOS E ZEBUINOS. **Vet. e Zootec**, v. 20, p. 217-237, 2013.

KLING-EVEILLARD, F.; KNIERIM, U.; IRRGANG, N.; GOTTARDO, F.; RICCI, R.; DOCKES, A. Attitudes of farmers towards cattle dehorning. **Livestock Science**, v. 179, p. 12-21, 2015.

KNIERIM, U.; IRRGANG, N.; ROTH, B. A. To be or not to be - Consequences in cattle. **Livestock Science**, Witzenhausen, v. 179, p. 29-37, 2015.

LÜHKEN, G.; KREBS, S.; ROTHAMMER, S.; KÜPPER, J.; MIOČ, B.; RUSS, I.; MEDUGORAC, I. The 1.78-kb insertion in the 3'-untranslated region of RXFP2 does not segregate with horn status in sheep breeds with variable horn status. **Genetics Selection Evolution**, v. 48, p. 1-14, 2016.

MEDUGORAC, I.; SEICHTER, D.; GRAF, A.; RUSS, I.; BLUM, H.; GÖPEL, K. H.; ROTHAMMER, S.; FÖRSTER, M.; KREBS, S. Bovine Polledness – An Autosomal Dominant Trait with Allelic Heterogeneity. **Plos One**, v. 7, p. 1-11, 2012.

MENDONÇA, F. S.; VAZ, R. Z.; LEAL, W. S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; VAZ, M. B.; FARIAS, G. D. Genetic group and horns presence in injuries and economic losses of bovine carcasses. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, p. 4265-4273, 2016.

MUELLER, M. L.; COLE, J. B.; CONNORS, N. K.; JOHNSTON, D. J.; RANDHAWA, I. A. S.; EENENNAAM, A. L. Comparison of Gene Editing versus Conventional Breeding to Introgress the POLLED allele into the Tropically Adapted Australian Beef Cattle Population. **Frontiers in Genetics**, v. 12, p. 1-23, 2021.

MUELLER, M. L.; COLE, J. B.; SONSTEGARD, T. S.; EENENNAAM, A. L. Comparison of gene editing versus conventional breeding to introgress the POLLED

allele into the US dairy cattle population. **Journal of Dairy Science**, v. 102, p. 4215-4226, 2019.

NORDQUIST, R. E.; STAAV, F. J. V. D.; VAN EERDENBURG, F. J. C. M.; VELKERS, F. C.; FIJN, L.; ARNDT, S. S. Mutilating Procedures, Management Practices, and Housing Conditions That May Affect the Welfare of Farm Animals: Implications for Welfare Research. **Animals**, v. 7, p. 1-22, 2017.

Programa de Melhoramento Genético de Zebuínos (PMGZ). **Sistema Integrado de Avaliação Genética**. 2021. Disponível em: <https://www.abczstat.com.br/comunicacoes/sumario/default.aspx?acesso=publico>. Acesso em: 10 dez. 2021.

RANDHAWA, I. A. S.; BURNS, B. M.; MCGOWAN, M. R.; PORTO-NETO, L. R.; HAYES, B. J.; FERRETTI, R.; SCHUTT, K. M.; LYONS, R. E. Optimized Genetic Testing for Polledness in Multiple Breeds of Cattle. **G3**, v. 10, p. 539-544, 2020.

RANDHAWA, I. A. S.; MCGOWAN, M. R.; PORTO-NETO, L. R.; HAYES, B. J.; LYONS, R. E. Comparison of Genetic Merit for Weight and Meat Traits between the Polled and Horned Cattle in Multiple Beef Breeds. **Animals**, v. 11, p. 1-18, 2021.

REEDMAN, C. N.; DUFFIELD, T. F.; DEVRIES, T. J.; LISSEMORE, K. D.; KARROW, N. A.; LI, Z.; WINDER, C. B. Randomized control trial assessing the efficacy of pain control strategies for caustic paste disbudding in dairy calves younger than 9 days of age. **Journal Of Dairy Science**, v. 103, p. 7339-7350, 2020.

REICHE, A. M.; DOHME-MEIER F.; TERLOUW E. M. C. Effects of horn status on behaviour in fattening cattle in the field and during reactivity tests. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 231, p. 1-9, 2020.

ROSA, A. J. M.; YOKOO, M. J.; ROSA, A. N. F.; MAGNABOSCO, C. U.; SILVA, M. V. G. B.; TULLIO, R. R.; REGITANO, L. C. A. **Análise de Associação Genômica para o Fenótipo Mocho em Bovinos da Raça Nelore**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2020. 26 p.

SANTIAGO, A. A. **Gado Nelore: 100 anos de seleção**. São Paulo: Dos Criadores, 1987.

- SCHAFBERG, R.; SWAWE, H. H. The history of breeding for polled cattle. **Livestock Science**, v.179, p. 54–70, 2015.
- STAFFORD, K. J.; MELLOR, D. J. Addressing the pain associated with disbudding and dehorning in cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 135, p. 226-231, 2011.
- STRICKLIN, W. R., KEELING, L.; GONYOU, H. The evolution and domestication of social behaviour. **Social behaviour in farm animals**, p. 83-110, 2001.
- STILWELL, G.; CARVALHO, R. C.; LIMA, M. S.; BROOM, D. M. Effect of caustic paste disbudding, using local anaesthesia with and without analgesia, on behaviour and cortisol of calves. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 116, p. 35-44, 2009.
- THOMPSON, N. M.; WIDMAR, N. O.; SCHUTZ, M. M.; COLE, J. B.; WOLF, C. A. Economic considerations of breeding for polled dairy cows versus dehorning in the United States. **American Dairy Science**, v. 100, p. 4941-4952, 2017.
- UTSUNOMIYA, Y. T.; TORRECILHA, R. B. P.; MILANESI, M.; PAULAN, S. C.; UTSUNOMIYA, A. T. H.; GARCIA, J. F. Hornless Nellore cattle (*Bos indicus*) carrying a novel 110 kbp duplication variant of the polled locus. **Animal Genetics**, v. 50, p. 187-188, 2019.
- VIGNE, J. The origins of animal domestication and husbandry: A major change in the history of humanity and the biosphere. **Comptes Rendus Biologies**, v. 334, p. 171-181, 2011.
- WEIDEMAR, N.; TETENS, J.; JAGANNATHAN, V.; MENOUD, A.; NEUENHWANDER, S.; BRUGGMANN, R.; THALLER, G.; DRÖGEMULLER, C. Independent polled mutations leading to complex gene expression differences in cattle. **PLoS ONE**, Queensland v.9: e93435, 2014.
- WIKMAN, I.; HOKKANEN, A.; PASTELL, M.; KAUPPINEN, T. Attitudes of beef producers to disbudding and perception of pain in cattle. **Animal Welfare**, v. 25, p. 429-438, 2016.
- ZEDER, M. Core Questions in Domestication Research. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, v. 112, p. 1-8, 2015.