

Ocorrência de animais produtores de leite A2A2: estudo de caso em uma propriedade do município de Rio Branco - Acre

Occurrence of A2A2 milk-producing animals: case study on a property in the municipality of Rio Branco – Acre

DOI: 10.34188/bjaerv6n3-065

Recebimento dos originais: 05/05/2023

Aceitação para publicação: 30/06/2023

Bruna da Silva Diogo

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Acre

Instituição: Universidade Federal do Acre, Ufac

Endereço: Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial, CEP 69920-900. Rio Branco - AC, Brasil

E- mail: bruninha.diogo@hotmail.com

Eduardo Mitke Brandão Reis

Doutor em Ciência Animal pela Universidade Federal de Lavras

Instituição: Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza - CCBN

Endereço: Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial, CEP 69920-900. Rio Branco - AC, Brasil

E- mail: edumitke@gmail.com

Betina Raquel Cunha dos Santos

Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituição: Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Endereço: Rodovia PB 079, CEP. 58.397-000. Areia - PB, Brasil

E-mail: cunhabrs@yahoo.com.br

Ana Elisa Alvim Dias Montagner

Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituição: Embrapa Amapá

Endereço: Rod. Juscelino Kubitschek, Km 5 - nº 2600 - Universidade, CEP 68903-419. Macapá - AP, Brasil

E-mail: ana.montagner@embrapa.br

Lerner Arévalo Pinedo

Doutor em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade Federal Rural do Semiárido - Ufersa

Endereço: Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59625-900. Mossoró - RN, Brasil

E-mail: lernerpinedo@gmail.com

RESUMO

O leite contém componentes essenciais, como água, gordura, proteínas de alta qualidade, lactose, minerais e vitaminas que desempenham papéis importantes na saúde humana. Existem variantes genéticas na composição do leite, como a β -caseína A1 e A2. A digestão da β -caseína A1 pode estar relacionada a complicações, como alergias e problemas gastrointestinais. Por outro lado, a β -caseína A2 não produz esse mesmo efeito bioativo durante a digestão, tornando o leite com maiores quantidades de β -caseína A2 menos propenso a causar esses distúrbios. Em razão desses aspectos, o leite com selo A2A2 tem ganhado espaço no mercado e sua valorização é uma tendência em crescimento. Dadas estas necessidades, o objetivo do estudo foi identificar a ocorrência do gene

A2A2 em vacas em lactação mestiças com diferentes graus de sangue Holandês x Gir em uma propriedade do município de Rio Branco no Acre. Para identificar a presença da β -caseína A2 no leite, foram coletadas amostras de leite de 30 fêmeas. Os testes rápidos de A2 (Kit Leite-A2) foram utilizados como dispositivo de diagnóstico para identificar se os animais possuíam genótipo A2A2. Após 20 minutos, os resultados foram observados com base na quantidade de linhas presentes no teste, onde uma linha indicava leite do tipo A1 e duas linhas indicavam leite do tipo A2. Com as análises foi possível constatar quatorze fêmeas portadoras do gene A2A2 das trinta testadas, configurando 46,6% de animais positivos. O alelo A2 pode tornar-se uma variante importante para agregar valor e diferenciar no mercado quanto componente do leite, para aumentar a incidência e diminuir a presença de rebanhos com a variante A1, que pode ser tornar alérgica e inflamatória para indivíduos suscetíveis.

Palavras-chave: β -caseína, Gir, pecuária leiteira.

ABSTRACT

Milk contains essential components, such as such as water, fat, high-quality proteins, lactose, minerals, and vitamins that play important roles in human health. Genetic variants exist in milk composition, such as β -casein A1 and A2. Digestion of β -casein A1 may be linked to complications like allergies and gastrointestinal problems. In contrast, β -casein A2 does not evoke the same bioactive effect during digestion, rendering milk with higher quantities of β -casein A2 less likely to induce these disturbances. As a result of these factors, A2A2-labeled milk has gained traction in the market, with its appreciation representing a growing trend. Given these necessities, the study's objective was to identify the occurrence of the A2A2 gene in lactating cows with mixed bloodlines of Holstein x Gir at varying degrees on a property in the municipality of Rio Branco in Acre. In order to identify the presence of β -casein A2 in milk, samples were collected from 30 females. A2 rapid tests (Leite-A2 Kit) were utilized as diagnostic tools to ascertain whether the animals possessed the A2A2 genotype. After 20 minutes, the results were observed based on the number of lines present in the test, with one line indicating A1-type milk and two lines indicating A2-type milk. Through the analyses, it was determined that fourteen females carried the A2A2 gene out of the thirty tested, constituting 46.6% of positive animals. The A2 allele could become an important variant for adding value and differentiation in the milk market, aiming to increase the prevalence and reduce the presence of herds with the A1 variant, which could potentially become allergenic and inflammatory for susceptible individuals.

Keywords: β -casein, Gir, milk farming.

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio possui uma vasta e diversificada cadeia produtiva, o leite é classificado como um dos produtos alimentícios mais produzido em todos os continentes, utilizado como uma das principais fontes de proteínas e nutrientes para os seres humanos (MEDEIROS; BRUM, 2016).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) divulgou sua revisão anual do mercado de lácteos para 2022, onde a produção mundial de leite alcançou 930 milhões de toneladas, 0,6% maior em relação a 2021 (BHAT et al., 2022). Com total de 35,44 bilhões de litros de leite, a produção nacional aumentou 1,72% em 2020 frente a 2019, com regressão de 0.03% em 2021 em destaque os estados de Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul,

Goiás e Santa Catarina. Em conjunto os estados concentram mais de 70% do total, com Minas Gerais liderando com participação de 27,34% (JUNIOR et al., 2020).

Na região norte do país foram produzidos 1.8 bilhões de litros em 2021, sendo que no estado do Acre em 2021, foram ordenhadas pouco mais de 50 mil vacas, com produtividade de 38 mil litros de leite, o cenário foi de queda em 2021 com o número de vacas ordenhadas menor, saindo de 56 mil em 2018 para 50 mil vacas ordenhadas e na produção de leite houve diminuição de 43,3 mil litros em 2018 para 38 mil litros em 2021 (IBGE/PPM, 2021).

O leite e seus derivados são ícones fundamentais para saúde e nutrição de humanos, benéfico para crescimento e fortalecimento de ossos e dentes, e até mesmo prevenção de osteoporose. Em dietas isentas de leite de vaca e derivados, os indivíduos apresentam significativamente menor ingestão de energia, proteínas e lipídios quando comparado aos grupos controle (os que ingerem leite). Na alimentação de crianças com dietas isentas de leite de vaca e seus derivados geralmente apresentam déficits de nutrientes, principalmente de energia e cálcio (RENHE, 2008).

O produto é um dos mais consumidos no Brasil e nos outros países, apresenta uma proteína chamada beta-caseína, representando 30% do total das proteínas contidas no alimento. De acordo da genética dos animais são expressas no leite as variantes beta-caseína A1 e/ou A2, denominando o leite A1 (apenas beta-caseína do tipo A1 ou uma mistura de beta-caseína A1 e A2) e leite A2 (apenas a beta-caseína do tipo A2) (BARBOSA, 2019).

A distinção entre as variantes consiste em uma variação molecular, suficiente para ocorrência de uma metabolização e impactos distintos no trato gastrointestinal dos seres humanos. O peptídeo bioativo resultante da digestão do tipo A1 (Betacasomorfina-7), associado a ocorrências de alergias, problemas coronarianos, diabetes mellitus tipo 1 e dentre outras complicações para indivíduos sensíveis á alergias e/ ou intolerantes ao leite e derivados (SOUZA, 2022). Dentre os bovinos, há uma variação entre as espécies quanto às variantes A1 e A2, em que raças zebuínas apresentam maior frequência do alelo A2, e menor nas raças taurinas, à exceção da raça Guernsey (PACCHIAROTTI et al., 2020).

Resultados provenientes de rebanhos zebuínos leiteiros em âmbito nacional mostraram que as frequências gênicas do alelo A2 variam de 89% a 100%, como documentado por Vercesi Filho et al. (2011) e Lima (2014). Segundo estudos de Pacchiarotti et al. (2020), as raças Gir e Guzera emergiram como líderes nas análises genéticas realizadas no país. A raça Gir, além de apresentar uma predominância do alelo A2 em seus rebanhos, também se destaca por exibir notáveis características no leite produzido, como teores elevados de gordura e proteína. Essas características são de considerável interesse para a indústria devido aos maiores rendimentos no processamento a nível nacional. Em pesquisa com bubalinos e bovinos de diferentes raças, Otaviano (2006)

encontrou uma frequência bastante superior do alelo A2 em raças como Holandesa, Jersey e Gir Leiteiro.

Com base no exposto, objetivou-se com o presente estudo identificar a ocorrência do gene A2A2 em vacas em lactação mestiças com diferentes graus de sangue Holandês x Gir em uma propriedade do município de Rio Branco no Acre.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL

O estudo foi conduzido em uma propriedade rural de 36 hectares localizada na rodovia AC-10, km 13, município de Rio Branco, estado do Acre. O clima na região segundo a classificação de Köppen é do tipo Am (quente e úmido), com duas estações bem definidas durante o ano, uma chuvosa que acontece durante o verão (outubro a abril) e outra seca durante o inverno (maio a setembro). As temperaturas médias anuais variam em torno 24,5°C, umidade relativa média do ar de 84% e a precipitação anual varia de 1.700 a 2.400 mm. a pluviosidade média é de 1935 mm/ano (ACRE, 2006).

2.2 MANEJO DOS ANIMAIS

No momento em que o estudo foi realizado, o rebanho da propriedade era composto por 40 vacas em lactação mestiças em diferentes graus de sangue Holandês x Gir, sendo que 30 foram selecionadas para as avaliações.

As vacas eram mantidas em uma área de dois hectares de pastagem de *Megathyrsus maximus* (Sin. *Panicum maximum*) cv. Zuri manejada de forma intensiva rotacionada, com uma média de 6 a 8 unidades animais (UA = 450 kg) de acordo com o crescimento da pastagem, tinham, tinham acesso sal mineral e a água ad libitum e, livre acesso à área de descanso com sombreamento natural.

As vacas recebiam anualmente todas as vacinas obrigatórias (contra febre aftosa, brucelose, raiva e carbúnculo sintomático) de acordo com as recomendações de veterinário e conforme as exigências do calendário de vacinas estipulado pelo órgão de Defesa Agropecuária do Estado do Acre.

2.3 COLETA DE AMOSTRAS

Durante o processo de ordenha, os três primeiros jatos de leite foram retirados e coletados em uma caneca de fundo preto para identificação de mastite clínica. Os animais que foram diagnosticados positivos para mastite não tiveram o leite coletado.

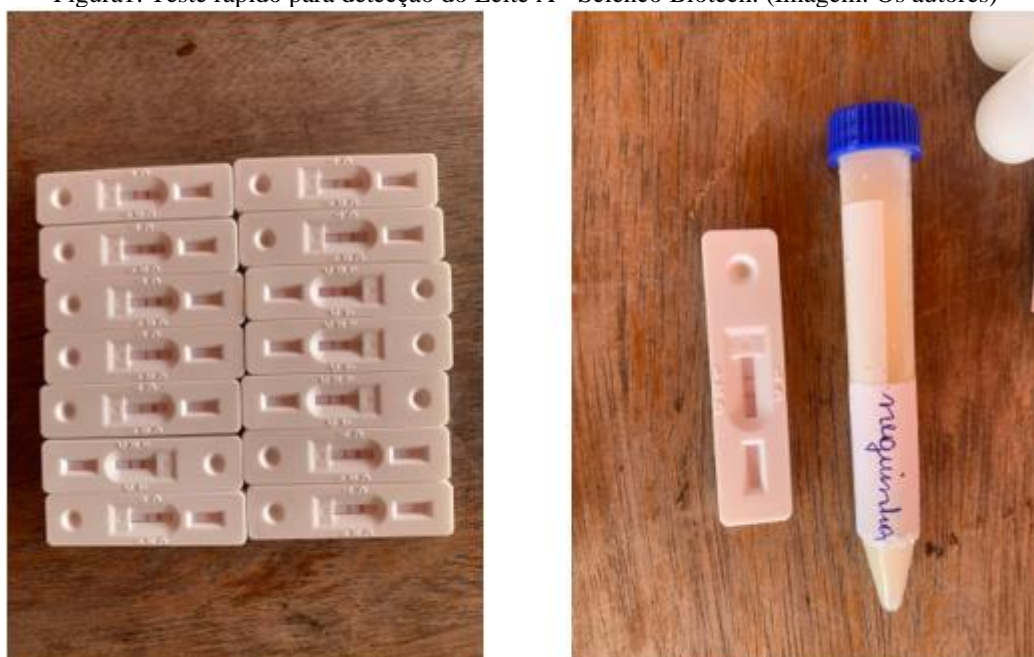
Em seguida, os tetos das vacas foram imersos em uma solução iodada a 5% como medida preventiva (pré-dipping). Após a imersão, os tetos foram completamente secos utilizando papel toalha. Em seguida, acoplam-se as teteiras para dar início à ordenha completa e ininterrupta.

Após a ordenha, as teteiras foram retiradas, e os tetos foram novamente imersos em solução iodada a 5% (pós-dipping). Em seguida, os animais foram liberados para o pastejo.

O diagnóstico foi realizado por meio de Teste Rápido de A2 - Scienco Biotech, utilizando o "Kit Leite-A2" (Figura 1), que permite analisar o leite e identificar o genótipo A2A2 do animal.

Foi utilizada uma pipeta plástica fornecida junto aos testes, na qual foram adicionadas dez gotas de leite de cada amostra em tubos contendo os diluentes. Em seguida, os tubos foram agitados para homogeneização e, com a mesma pipeta, coletou-se o líquido diluído e pingou-se duas gotas nas superfícies planas dos testes. Após aguardar vinte minutos, os resultados foram verificados a partir da quantidade de linhas presentes no teste, onde uma linha representa leite do tipo A1 e duas linhas representam leite do tipo A2.

Figura1. Teste rápido para detecção do Leite A - Scienco Biotech. (Imagem: Os autores)



É importante mencionar que amostras de leite com alto teor de gordura e/ou elevado valor de células somáticas (CCS) podem apresentar dificuldades de migração no teste rápido. Nesses casos, foram adicionadas mais duas gotas e aguardou-se mais 30 minutos. Se mesmo após esse período não fosse observada a migração da amostra, o teste era considerado inválido.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizada a análise descritiva dos dados através de contagem (frequência).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises, foi possível constatar 14 fêmeas portadoras do gene A2A2 das 30 testadas, configurando 46,6% de animais positivos, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Frequência de Animais Positivos para alelo A2.

Frequência de Animais Positivos	Fi	(%)
Amostras Negativas	16	53,4
Amostras Positivas (A2)	14	46,6
Falsos Positivos	0	0
Falsos Negativos	0	0
Total de Animais	30	100

Dessa forma, dentre os animais testados, 46,6% demonstraram a capacidade de produzir leite A2 e/ou transmitir essa característica para suas gerações subsequentes. Esse resultado é importante para indivíduos sensíveis à β -caseína, uma vez que eles poderão desfrutar do produto com maior confiança, visto que isso minimiza as chances de reações adversas.

As vacas em lactação avaliadas demonstraram média frequência gênica e genotípica para a beta-caseína A2. Isso evidencia capacidade para a produção de leite com menor potencial alergênico e uma maior habilidade de transmitir essas características aos seus descendentes. Esse achado é relevante, pois demonstra que uma porcentagem significativa das vacas mestiças Gir possui o alelo A2A2, o que poderia ter implicações tanto na produção de leite quanto na comercialização de produtos lácteos.

É importante ressaltar que a presença do gene A2A2 não é a única determinante da qualidade do leite ou de seus derivados. Outros fatores genéticos e ambientais também podem influenciar as características do leite, como teor de gordura, proteína e outros componentes. Além disso, a suposta digestibilidade superior do leite A2 em comparação com o leite A1 (que contém o alelo A1 do gene da beta-caseína) é um tópico de pesquisa em andamento e ainda está sujeita a debate e estudos adicionais.

Os resultados mencionados podem ter implicações tanto na seleção de animais para programas de melhoramento genético quanto na produção de produtos lácteos específicos destinados a mercados que valorizam o leite A2. No entanto, é importante realizar estudos mais aprofundados para entender completamente os efeitos do gene A2A2 em vacas mestiças Gir,

incluindo seus impactos na produção de leite, saúde do rebanho e características dos produtos lácteos.

O gene A2A2 em vacas está associado à produção de leite com uma composição de caseína que pode ser benéfica para a fabricação de produtos lácteos específicos. A presença do alelo A2 do gene da beta-caseína (A2A2) é uma característica desejável para algumas indústrias de laticínios devido à digestibilidade superior observadas em alguns estudos e aos possíveis benefícios à saúde associados ao consumo de leite e produtos lácteos contendo essa variante.

Assim como no presente estudo, algumas pesquisas também foram conduzidas para identificar a presença do gene A2A2 em fêmeas bovinas das subespécies *bos taurus* e *bos indicus*. Esses estudos encontraram uma alta frequência do alelo A2 em raças zebuínas (Lima, 2014; Medeiros, 2020; Pacchiarotti et al., 2020; Pereira, 2020).

Segundo Panetto et al, (2010), a alta frequência do alelo A2 na pecuária brasileira é uma vantagem competitiva para os produtores explorarem o nicho de mercado que está se formando em torno do produto. Para maior eficiência no processo de seleção o descarte de animais A1A1 e A1A2 torna-se crucial na obtenção de um rebanho homozigoto para A2A2, a velocidade do processo dependerá da estratégia de uso do sêmen de touros A2, investimento na genotipagem das matrizes, taxas de descarte e retenção dos bezerros.

De acordo com o pecuarista Eduardo Falcão, proprietário da Estância Silvânia, em Caçapava (SP), o litro de leite A2 pode ser vendido na forma de derivados lácteos com valor agregado de até quatro vezes maior do que o leite convencional. A propriedade é especializada no melhoramento genético da raça Gir Leiteiro, pioneira na produção e comercialização de leite A2 no Brasil. A produção ainda é pequena (700 litros de leite/dia), destinados à fabricação de queijos, manteiga e ricota, vendidos no Vale do Paraíba em São Paulo. O exemplo vem impulsionando os demais produtores criadores de Gir leiteiro, como alternativa de agregação de valor ao leite oriundo de rebanhos Gir leiteiro.

Em relação ao mercado internacional as demonstram o crescimento do empreendimento, na Nova Zelândia, maior exportadora mundial de leite em pó, produz leite A2 desde 2003 além disso, registrou comercialmente o nome A2 Milk e certificação dos laticínios e fazendas que produzem exclusivamente o leite A2. A Austrália também é ingressante no mercado, o produto não só é beneficiador de pessoas alérgicas à proteína do leite (NEIVA, 2017).

No Brasil já existem laticínios especializados em leite A2 trabalhando em baixa escala, atendendo a mercados regionais, despertando o interesse de outros agrupamentos que acreditam no potencial deste novo produto. A partir do melhoramento dos cruzamentos entre as raças encontram-se rebanhos taurinos e zebuínos nacionais homozigotos para o alelo A2, possível a partir da seleção

genética por meio de marcadores Single nucleotid polymorfism (SNIP) realizada por associações, empresas e produtores (CORBUCCI, 2017).

Ainda em concordância ao trabalho citado acima, os investimentos em produção de leite A2 atingem não só pessoas intolerantes e/ ou alérgicas a proteína Beta-casomorfina A1, levando em consideração que a liberação do BCM-7 está correlacionada com doenças comuns na população como: Diabetes mellitus tipo 1 (DM-1). Após pesquisas o autor constatou que após introdução do leite de vaca e fórmulas infantis na alimentação de crianças antes do 4º mês de vida ocasionou ao aumento significativo de DM-1 em comparativa as que se alimentavam exclusivamente com leite materno até os primeiros 4 a 7 meses de vida.

O valor nutritivo do leite decorre diretamente da alta concentração de caseínas presentes. O alto valor não é determinado somente pelo teor de aminoácidos, mas também pelos PB liberados durante sua digestão no trato gastrointestinal. Além disso, a CSN2-A2 reduz o colesterol no soro, diminui a concentração de lipídios de baixa densidade, desempenhando um papel importante na prevenção de uma ampla gama de doenças vasculares humanas. O alelo A2 tem efeito positivo sobre a quantidade produzida de proteína e leite e negativo sobre a produção de gordura (OLENSKI et al., 2010).

Para Cieslinska et al. (2012) as propriedades do leite A2 devem ser mais difundidas já que além de inflamatório também proporciona o fator nutricional de qualidade do leite com base no conteúdo de b-casomorfina-7 liberado in vivo, assim possibilitando o ganho espaço no mercado nacional da indústria de laticínios.

A produção de leite no estado do Acre está consideravelmente abaixo das médias regionais e nacionais, tendo um impacto relativamente modesto sobre essas médias. Portanto, é importante ressaltar que há um considerável progresso a ser alcançado para fortalecer essa atividade. Para tanto, é essencial implementar medidas que busquem incentivar a participação contínua de produtores existentes e a entrada de novos agentes nesse setor, visando assim o seu desenvolvimento sustentável. Nesse contexto a identificação de animais que possuam o gene alelo A2A2 o surge como uma alternativa viável para o crescimento e melhoramento genético dos rebanhos da região que irá agregar valor ao produto e um diferencial competitivo na cadeia leiteira na região.

É recomendável que futuras pesquisas explorem mais a fundo os efeitos do gene A2A2 em vacas mestiças Gir, incluindo estudos sobre a produção de leite, perfil de caseína, qualidade do leite e possíveis benefícios à saúde associados ao consumo de produtos lácteos A2. Isso ajudará a fornecer uma compreensão mais completa e embasada sobre o papel desse gene na pecuária e na indústria de laticínios, o que poderá contribuir para uma tomada de decisão mais informada na seleção de animais para reprodução e para a exploração de oportunidades na indústria de laticínios.

4 CONCLUSÃO

O alelo A2 pode tornar-se uma variante importante para agregar valor e diferenciar no mercado quanto componente do leite, para aumentar a incidência e diminuir a presença de rebanhos com a variante A1, que pode ser tornar alérgica e inflamatória para indivíduos susceptíveis.

AGRADECIMENTOS

Ao proprietário da Fazenda Colônia Santa Luzia por ceder os animais para realização do estudo e disponibilizar as informações referentes aos manejos alimentar e sanitário dos animais.

REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II: documento síntese – Escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 356 p. 2006.

BARBOSA, M. G.; SOUZA, A. B.; TAVARES, G. M.; ANTUNES, A. E. C. Leites A1 e A2: revisão sobre seus potenciais efeitos no trato digestório. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, SP, v. 26, p. e019004, fev. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20396/san.v26i0.8652981>.

BHAT, R.; PASQUALE, J. di; BÁNKUTI, F. I.; SIQUEIRA, T. T. daS.; SHINE, P.; MURPHY, M. D. Global Dairy Sector: Trends, Prospects, and Challenges. Sustainability, Basel, Switzerland, v. 14, n. 4193, p. 1- 7, mar./abr. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/7/4193>.

CIESLINSKA, A.; KOSTYRA, E.; KOSTYRA, H.; OLINSKI, K.; FIEDOROWICZ, E.; KAMINSKI, S. Milk from cows of different beta-casein genotypes as a source of betacasomorphin-7. **Int. J. FoodSci. Nutr. Diet.**, v.63, p.426-430, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22080615/>.

CORBUCCI, F. S. **Beta-caseína A2 como um diferencial na qualidade do leite**. 23 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filhos, Faculdade de Medicina Veterinária. 2017. Araçatuba – SP. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/156709?show=full>.

JUNIOR, W. C. P. de M.; HOTT, M. C.; ANDRADE, R. G. **ANUÁRIO Leite 2020**. Juiz de Fora, MG, 2020. 54 f. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1124722/anuario-leite-2020-leite-de-vacas-felizes>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal**, Brasília, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>.

LIMA, T. C. C de. **Polimorfismo no gene da beta-caseína em rebanhos zebuínos leiteiros no Estado do Rio Grande do Norte**. 59 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Macaíba, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/22746>.

MEDEIROS, I. P. da S. **Efeito do polimorfismo do gene da beta-caseína na qualidade do leite da Raça Sindi**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal; Centro de Saúde e Tecnologia Rural; Universidade Federal de Campina Grande. Patos, 2020. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/16576/1/IZAAC_PEREIRA_DA_SILVA_MEDEIROS_-_DISSERTAÇÃO_PPGCA_2020.pdf.

MEDEIROS, F. M.; BRUM, A.L. **O mercado do leite no Rio Grande do Sul: evolução e tendências**. 24 f. Trabalho de conclusão de curso (MBA – em finanças e mercado de capitais) - Universidade estadual do noroeste do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/3318>.

NEIVA, R. **Melhoramento genético de bovinos permite a produção de leite menos alergênico**. Embrapa Gado de Leite, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de>

noticias/noticia/29569359/melhoramentogenetico-de-bovinos-permite-a-producao-de-leite-menos-alergenico.

OLENSKI, K.; KAMINSKI, S.; SZYDA, J.; CIESLINSKA, A. Polymorphism of the betacasein gene and its associations with breeding value for production traits of Holstein–Friesian bulls. *Livest. Sci.*, v.131, p.137–140, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/156709/000901739.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

OTAVIANO, A.R. **Polimorfismo dos Genes das Caseínas e sua utilização na detecção de misturas de leite bovino e bubalino**. 83 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Unesp, Jaboticabal - São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.fcav.unesp.br/Home/download/pgtrabs/zoo/d/2041.pdf>.

PACCHIAROTTI, V. L.; MENDES, J. P. G.; FERREIRA, L. M. Produção do leite A2 e melhoramento genético do rebanho. **Revista Interdisciplinar de Saúde e Educação**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 2, p. 208-226, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.56344/2675-4827.v1n2a202012>.

PANETTO, J.C.C.; GUTIÉRREZ, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; CUNHA, D.G.; GOLDEN, B.L. Assessment of inbreeding depression in a Guzerat dairy herd: effects of individual increase in inbreeding coefficients on production and reproduction. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.4902-4912, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030210005229>.

RENHE, I. R. T. O papel do leite na nutrição. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, MG, v. 63, n. 363, p. 36-43, jul./ago. 2008. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/viewFile/56/62>.

SOUSA, F. de A. L. **Diferenciais do leite A2A2 e aplicabilidade**. 20 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/239003>.

VERCESI FILHO, A.E. Identificação de alelos para o gene da beta-caseína na raça Gir leiteiro. **Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo, v. 8, n. 2, dez. 2011. Disponível em: [https://www.agricultura.sp.gov.br/documents/1007647/0/108.IDENTIFICAÇÃO DE ALELOS PARA O GENE DA BETA-CASEÍNA NA RAÇA GIR LEITEIRO.pdf/32caa7d5-9819-847e-0371-ec1fea03beab](https://www.agricultura.sp.gov.br/documents/1007647/0/108.IDENTIFICAÇÃO+DE+ALELOS+PARA+O+GENE+DA+BETA-CASEÍNA+NA+RAÇA+GIR+LEITEIRO.pdf/32caa7d5-9819-847e-0371-ec1fea03beab).