



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

JONAS ALEXANDRE CAVALCANTE

**PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E BIOATIVAS DE LEITE ASININO: UMA
REVISÃO DE LITERATURA**

João Pessoa

2022

JONAS ALEXANDRE CAVALCANTE

**PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E BIOATIVAS DE LEITE ASININO: UMA
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Nutrição.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Elieidy Gomes de Oliveira

João Pessoa

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C376p Cavalcante, Jonas Alexandre.

Propriedades nutricionais e bioativas de leite asinino: uma revisão de literatura / Jonas Alexandre Cavalcante. - João Pessoa, 2022.
35 f. : il.

Orientação: Maria Elieidy Gomes de Oliveira.
TCC (Graduação) - UFPB/CCS.

1. Alimentos funcionais. 2. Leite asinino. 3. Matriz láctea. 4. Propriedades bioativas. I. Oliveira, Maria Elieidy Gomes de. II. Título.

UFPB/CCS

CDU 613.287.6:636.182(043.2)

JONAS ALEXANDRE CAVALCANTE

**PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E BIOATIVAS DE LEITE ASININO: UMA
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Nutrição da Universidade Federal da Paraíba como requisito obrigatório para a obtenção do título de bacharel em Nutrição, com linha específica em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dra. Maria Elieidy Gomes de Oliveira – DN/CCS/UFPB
Orientadora



Prof^a. Dra. Celene Ataíde Cordeiro Ribeiro – DN/CCS/UFPB
Examinadora



Ms. Thais Santana Ribeiro – PPGCTA/CT/UFPB
Examinadora

João Pessoa

2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus e a todos aqueles que contribuíram de forma direta e indireta em minha graduação, familiares, amigos e professores foram peças importantes nessa jornada acadêmica. A todos e todas LGBTQIAP⁺ que não tiveram a oportunidade de ingressar no ensino superior e lutaram por direitos, dignidade e respeito, esse trabalho e conquista também é para vocês.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao meu bondoso Deus por nunca ter me desamparado, mesmo nos momentos bons aos mais difíceis, sempre esteve comigo.

À minha avó, Maria da Penha (*In memorian*) por sempre ter me incentivado aos estudos e ter cuidado de mim como um filho até sua precoce partida, sinto muito sua ausência principalmente em momentos como esses.

Ao meu companheiro Carlos Roberto A. Bezerra Filho por estar sempre comigo, me apoiando em qualquer nova empreitada da minha vida e ao apoio de quando decidi cursar Nutrição, agradeço por ter acompanhado e ajudado em toda a trajetória do curso desde o seu início.

À Prof^ª. Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga (*In memorian*), por ter acreditado em mim junto à Ms. Thais Santana Ribeiro e ter me concedido minha primeira oportunidade na universidade como bolsista Pibic.

À Prof^ª Dra. Celene Ataíde Cordeiro Ribeiro por ter me concedido a oportunidade de ser monitor na disciplina de Métodos de Análise dos Alimentos, a qual sou muito grato.

À Prof^ª Dra. Maria Elieidy Gomes de Oliveria, minha eterna gratidão por sempre ter sido sempre tão compreensiva em suas disciplinas e ter aceitado o convite para minha orientação, a qual não via outra opção por ser alguém que admiro muito.

Aos técnicos do laboratório de Bromatologia, que me ensinaram com a maior paciência e acolhida tudo o que eu sei na prática de análise de alimentos.

Às amigadas que construí durante a graduação, especificamente minhas companheiras de turma e de infinitos trabalhos acadêmicos, Ana Carolina Gomes Magalhães e Alessandra Raylla Ribeiro, por ter dividido a trajetória e o conhecimento adquirido todos esses anos, ajudando-se mutuamente.

Por fim, agradeço à Universidade Federal da Paraíba, especialmente ao Centro de Ciências Humanas Letras e Artes, Centro de Tecnologia e ao Centro de Ciências da Saúde, por onde passei em outras duas graduações incompletas até decidir mudar de curso e me encontrar na Nutrição.

“O correr da vida embrulha tudo; a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.

- Guimarães Rosa

RESUMO

CAVALCANTE, J. A. **Propriedades nutricionais e bioativas de leite asinino: uma revisão de literatura.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

Conhecido historicamente como um animal de múltiplo propósito, usado como tração agrícola e meio de transporte, principalmente nas zonas rurais do país, o *Equus Asinus* vem ganhando destaque nas últimas décadas na comunidade científica a partir da produção do seu leite com alto valor biológico. A criação de asininos em pequenas fazendas do nordeste brasileiro para produção leiteira tem crescido e despertado interesse de investidores, sendo cada vez mais necessário o desenvolvimento de estudos e levantamento das características e propriedades do leite dessa espécie. Com composição nutricional semelhante ao leite humano, torna-se um ótimo substituto para alimentação de indivíduos alérgicos ao leite bovino, especialmente em crianças em fase de lactação. Todavia, a literatura ainda é escassa de informações que tragam uma descrição mais detalhada das propriedades nutricionais e bioativas do leite asinino, bem como comparações mais robustas entre essa matriz e de outros leites de diferentes espécies de mamíferos. O conhecimento da qualidade nutricional e bioativa do leite asinino pode contribuir para uma melhor estimativa da ingestão de nutrientes e efeitos na saúde de dietas à base deste leite e melhor direcionar sua aplicabilidade na indústria alimentícia ou farmacêutica. Desta forma, objetivou-se realizar um amplo levantamento bibliográfico acerca das propriedades nutricionais e bioativas do leite asinino, com objetivo de detalhar características de sua qualidade nutricional e trazendo o que se tem de estudos até o momento concernente à atividade bioativa de seus componentes, como atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, antitumoral, antiproliferativa e hipoglicemiante. Para isso, foram utilizados estudos com ênfase na composição de macronutrientes e micronutrientes, para embasar o tema abordado. Conclui-se que o leite asinino apresenta forte potencial nutricional e bioativo, sendo necessárias pesquisas que avaliem sua viabilidade no processamento de produtos alimentícios e farmacêuticos e implicações na saúde humana a partir de mais estudos *in vitro* e *in vivo*.

Palavras-chave: alimentos funcionais; leite asinino; matriz láctea; propriedades bioativas.

ABSTRACT

CAVALCANTE, J. A. **Nutritional and bioactive properties of donkey milk: a literature review**. 2022. Completion of Course Work (Undergraduate in Nutrition) – Federal University of Paraíba, João Pessoa, 2022.

Historically known as a multipurpose animal, used as agricultural traction and means of transport, mainly in rural areas of the country, the *Equus Asinus* has been gaining prominence in recent decades in the scientific community from the production of its milk with high biological value. The creation of donkeys on small farms in northeastern Brazil for milk production has grown and aroused the interest of investors, making it increasingly necessary to develop studies and survey the characteristics and properties of the milk of this species. With a nutritional composition similar to human milk, it becomes a great substitute for feeding individuals who are allergic to bovine milk, especially in lactating children. However, the literature is still lacking in information that provides a more detailed description of the nutritional and bioactive properties of donkey milk, as well as more robust comparisons between this matrix and other milks from different species of mammals. Knowledge of the nutritional and bioactive quality of donkey milk can contribute to a better estimate of nutrient intake and health effects of diets based on this milk and better direct its applicability in the food or pharmaceutical industry. In this way, the objective was to carry out a broad bibliographical survey about the nutritional and bioactive properties of donkey milk, with the objective of detailing characteristics of its nutritional quality and bringing what has been studied so far regarding the bioactive activity of its components, such as antimicrobial, anti-inflammatory, antitumor, antiproliferative and hypoglycemic activity. For this, studies with an emphasis on the composition of macronutrients and micronutrients were used to support the topic addressed. It is concluded that donkey milk has a strong nutritional and bioactive potential, requiring research to assess its viability in the processing of food and pharmaceutical products and implications for human health based on further *in vitro* and *in vivo* studies.

Keywords: functional foods; donkey milk; milk matrix; bioactive properties.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Jumento da raça Nordestina.....	17
Figura 2 – Jumento da raça Brasileira.....	18
Figura 3 – Jumento da raça Pêga.....	18

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação da fração proteica do leite asinino e outras espécies.....	21
Quadro 2 - Comparação da composição físico-química do leite asinino e outras espécies.....	23
Quadro 3 - Quantidades mínimas e máximas de minerais encontradas em leite humano e asinino.....	24
Quadro 4 - Comparação do teor médio de enzimas no leite asinino e outras espécies.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.C. - Antes de cristo

APLV - Alergia à proteína do leite de vaca

g – Grama

IgE – Imunoglobulina E

IL – Interleucina

IFN - Interferon

mg - Miligrama

mL – Mililitro

nm - Nanômetro

TNF – *Tumor necrosis factor* (Fator de necrose tumoral)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 METODOLOGIA	16
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 HISTÓRICO E PANORAMA DA PRODUÇÃO DO LEITE ASININO.....	17
4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE ASININO.....	20
4.2.1 Proteínas.....	20
4.2.2 Lipídeos	22
4.2.3 Carboidratos	23
4.2.4 Minerais e Vitaminas.....	24
4.3 PROPRIEDADES BIOATIVAS DE LEITE ASININO	26
4.3.1 Atividade antimicrobiana.....	27
4.3.2 Atividade anti-inflamatória e antioxidante.....	28
4.3.3 Efeito antitumoral e antiproliferativo	29
4.3.4 Efeito hipoglicemiante no Diabetes mellitus tipo 2	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A espécie asinina (*Equus asinus*), historicamente, vem desempenhando um papel importante junto à humanidade, uma vez que se apresenta como animal de múltiplo propósito, sendo utilizado para diversas atividades, como, entretenimento, equitação, meio de transporte, tração agrícola e exploração leiteira (RANGEL *et al.*, 2015). Acredita-se que sua domesticação data de cerca de 4.000 anos antes de Cristo (A.C.), e ao longo dos séculos, sendo descendente de animais africanos, a espécie espalhou-se pela Ásia, Índia, Sul da Europa e pelas Américas (CAMILLO *et al.*, 2017; MCLEAN; GONZALEZ, 2018). Entretanto, tanto em economias desenvolvidas de países da Europa, como na região Nordeste do Brasil, onde há maior rebanho efetivo no país, o asno vem perdendo espaço nas atividades das propriedades do campo, face às recentes transformações que vêm ocorrendo neste ambiente, principalmente, com a chegada das tecnologias motorizadas (RAGONA *et al.*, 2016).

Para incentivar a criação e proteção deste animal, estão sendo fomentadas ao redor do mundo políticas que podem preservar a espécie e estimular o desenvolvimento de novas atribuições a esses animais. Desta forma, a valorização não se refere à utilização do asno para transporte e carga, e sim ao maior incentivo e investimento em pesquisas com o foco na distinção da composição nutricional e bioativa do leite quando comparada à de outras espécies, demonstrando o seu potencial de aplicabilidade pela indústria de alimentos e de cosméticos (ASPRI *et al.*, 2017).

Sua composição química é semelhante à do leite humano e, portanto, o leite asinino pode ser usado como fonte alimentícia alternativa para bebês menos sensíveis com APLV (Alergia à Proteína do Leite de Vaca) ou humano. Seu baixo teor de proteínas totais (cerca de 1,74 g/100 mL), com concentração de lactose de cerca de 6,23 g/100 mL e de lipídeos em torno de 1,21 g/100 mL, juntamente com a composição mineral peculiar, torna essa matriz alimentar mais comparável ao leite humano do que o leite de vaca (DERDAK *et al.*, 2020; MARTINI *et al.*, 2018; SOUROLLAS *et al.*, 2018).

Além disso, enzimas presentes no leite asinino possuem algumas características únicas, que tornam esse leite diferente quando comparado ao leite de outros mamíferos. A exemplo disso, destacam-se as enzimas lisozima e lactoferrina, que apresentam atividades antimicrobianas muito importantes e estão presentes em alta concentração no leite asinino (MARTINI *et al.*, 2019). A lisozima, por exemplo, é uma enzima que catalisa a hidrólise de

ligações glicosídicas, presentes em heteropolímeros peptidoglicanos da parede celular procariótica; além disso, possui outras funções fisiológicas, incluindo inativação de certos vírus, atividade imunorreguladora, anti-inflamatória e atividade antitumoral (MARTINI *et al.* 2019).

Embora se saiba que o leite asinino apresente propriedades nutricionais equiparáveis ao leite humano, por exemplo, a literatura ainda é escassa de informações que tragam uma descrição mais detalhada das propriedades nutricionais e bioativas do leite asinino, bem como comparações mais robustas entre essa matriz e de outros leites de diferentes espécies de mamíferos. O conhecimento da qualidade nutricional e bioativa do leite asinino pode contribuir para uma melhor estimativa da ingestão de nutrientes e efeitos na saúde de dietas à base deste leite e melhor direcionar sua aplicabilidade na indústria alimentícia ou farmacêutica.

Esta revisão proporcionará avanços nas informações sobre leite asinino no que se refere a sua composição nutricional, quando comparado ao leite de outras espécies; bem como das suas propriedades nutracêuticas, de acordo com a presença de componentes bioativos e seus principais mecanismos de ação no organismo humano. Essas informações contribuirão com estudos futuros que vislumbrem uma melhor aplicabilidade dessa matriz pela indústria de alimentos funcionais, como forma de ofertar para a população um produto diferenciado, que além de nutrir traga benefícios para a saúde do consumidor, ampliando seu consumo, além de valorizar e incentivar a asininocultura.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um levantamento da literatura nacional e internacional sobre propriedades nutricionais e bioativas de leite asinino.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Apresentar um breve panorama da criação de asnos no mundo e sua produção leiteira;
- ✓ Descrever as características físico-químicas dessa matriz alimentar;
- ✓ Comparar o teor de macronutrientes e micronutrientes desse leite com o de outras espécies;
- ✓ Elencar as principais propriedades bioativas, tais como, atividade antitumoral e antiproliferativa, antimicrobiana, anti-inflamatória, antioxidante, e efeito hipoglicemiante do diabetes.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

O trabalho em questão classifica-se como uma revisão bibliográfica com abordagem integrativa qualitativa, tendo como bases de dados consultadas Scielo, Google Scholar e PubMed, e adotado como parâmetro para inclusão no trabalho artigos científicos publicados nas Américas, Europa, Ásia e África, majoritariamente nos idiomas Inglês e Português, não descartando estudos relevantes em outros idiomas. No que se refere ao tipo de metodologia incluída nos estudos foram considerados ensaios laboratoriais, clínicos ou meta-análises publicados nos últimos 7 anos, de domínio público ou privado, sendo os privados acessados através do CAFE-UFPB. Para filtrar os estudos encontrados foram utilizados como descritores os termos *Donkey Milk* e *Asinin Milk* e escolhidos os estudos que melhor se relacionavam com o tema abordado. Foram selecionados 31 estudos internacionais e 3 nacionais, totalizando 34 estudos. Desses 34 estudos selecionados, 20 foram publicados na Europa, 8 nas Américas, 5 na Ásia e 1 na África.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 HISTÓRICO E PANORAMA DA PRODUÇÃO DO LEITE ASININO

Historicamente, sabe-se que os asnos foram e vêm sendo animais de múltiplo propósito, desempenhando um papel fundamental até os dias de hoje. Na Europa, antes da segunda guerra mundial, os jumentos eram usados exclusivamente para obtenção da tração animal, transportando pessoas e insumos da agricultura, de forma que o que hoje é um carro, ou uma moto para uma propriedade rural, antes, era um burro (CAMILLO *et al.* 2018). São animais capazes de sobreviver em condições adversas e podem ser muito úteis onde a agricultura ainda depende de tração animal, sendo dotados de muita resistência física comparado aos cavalos, por exemplo (MESSIAS *et al.*, 2022). Os asnos chegaram ao continente europeu por volta do ano 2000 A.C. e começou-se a espalhar-se pelo continente apenas por volta do ano 400 A.C.. Entre as raças hoje presentes no mundo estão a raça Dezhou, Amiata, Ragusano e Martina Franca (SILVA, 2021). Já no continente americano, chegou aproximadamente no ano de 1549, desembarcando na Bahia, trazidos por colonizadores na época do descobrimento, com origens genéticas diferentes e criados aleatoriamente, afetados pelo ambiente e pelo tratamento, desenvolvendo diferentes populações no território brasileiro, como o jumento da raça nordestina (Figura 01), raça pêga (Figura 02) e raça brasileira (Figura 03) (MESSIAS *et al.*, 2022).

Figura 01: Jumento da raça Nordestina.



Fonte: Mundo Ecologia (2019). (<https://www.mundoecologia.com.br/animais/jumento-nordestino-caracteristicas-nome-cientifico-e-fotos/>)

Figura 02: Jumento da raça Brasileira.



Fonte: Adaptado de Messias *et al.* (2022).

Figura 03: Jumento da raça Pêga.



Fonte: ABCJPÊGA (2019).

Recentemente, o uso e a importância do burro nas atividades do campo vêm diminuindo, tanto em países europeus desenvolvidos, quanto na região nordeste brasileira, tornando-se vulneráveis (RANGEL, *et al.*, 2015; RAGONA *et al.*, 2016). Essa vulnerabilidade no nordeste do Brasil é preocupante e a falta de interesse pela criação dos animais gera uma grande quantidade de abandono, podendo ocasionar acidentes nas estradas (MESSIAS *et al.*, 2022). Diante dessa conjuntura, a comunidade científica vem renovando o interesse pela espécie, e há uma década a criação desses animais vem aumentando exponencialmente com a intenção para a produção de leite, juntamente com o número de pesquisas que vêm sendo feitas e publicadas sobre esse tema, inclusive, no semiárido brasileiro, onde também tem despertado interesse de investidores devido seu alto valor biológico, características terapêuticas, propriedades funcionais e bioativas, baixo custo de produção e rusticidade da espécie (ALTOMONTE *et al.*, 2019; VALLE, *et al.*, 2017).

Segundo Rangel *et al.* (2015) o leite dessa espécie varia muito de acordo com fatores ambientais, fisiológicos e genéticos, além do estímulo e da ordenha. A capacidade de produção e armazenamento é menor quando comparamos aos bovinos; os asnos armazenam cerca de 2 a 8 litros de leite por dia, no período da lactação produzem em média 100 – 150 litros de leite ao todo (LI, *et al.*, 2017). Na última década, a criação de asnos para exploração leiteira vem aumentando, e dados da Eurolactis, uma *startup* de exploração leiteira, nos mostram que a produção de leite na União Europeia (UE) é estimada em cerca de 300.000 litros ao ano, na Itália, especificamente, estima-se que há cerca de 100 a 200 unidades de fazendas de produção leiteira em sua maioria de pequenos produtores, sendo as raças Ragusano e Martina Franca as mais criadas (SILVA, 2021). No Brasil, especificamente, a venda do leite asinino ainda não é regulamentada, com isso, ainda há o impedimento de uma entrada mais efetiva dos produtores dessa matriz no mercado de laticínios (MESSIAS, *et al.* 2022).

Estima-se que a população mundial de asnos seja de 46 milhões de animais, sendo 6,7 milhões pertencentes às Américas; no Brasil, especificamente, o rebanho total de jumentos já ultrapassava 800 mil animais em 2018, somente a região nordeste abrigava 86,7% desse total de animais, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (SILVA, 2021).

4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE ASININO

O leite é um alimento considerado completo devido a sua composição química, pois, contém água, carboidratos, lipídeos, proteínas, minerais e vitaminas, além de hormônios e citocinas (MARTINI *et al.*, 2018). O colostro é o primeiro leite gerado após o parto, e durante os próximos 14 dias após o parto, haverá o amadurecimento desse leite. O leite asinino é formado após uma fase de transição de 14 dias, por exemplo, e a composição desse leite varia durante as diferentes fases da lactação (colostro, leite de transição e leite maduro) (MARTINI, *et al.*, 2018). À medida que os filhotes de jumentos vão crescendo, o leite fornece diferentes nutrientes e substâncias bioativas para atender às suas necessidades nutricionais específicas (MASSOURAS *et al.*, 2017). Esse leite é descrito como fino, branco, sabor levemente adocicado e cheiro leitoso (MALISSOVA *et al.*, 2016).

A caracterização dos principais constituintes do leite é de fundamental importância de acordo com a correlação entre saúde e nutrição e serão descritos com mais detalhes, abaixo.

4.2.1 Proteínas

As proteínas do leite asinino são classificadas em três classes: proteínas de membrana do glóbulo de gordura do leite, caseínas e proteínas do soro do leite (ASPRI; ACONOMOU; PAPADEMAS, 2017). Além de possuir uma quantidade de α -lactoglobulina semelhante ao leite humano, possui uma quantidade significativa de β -lactoglobulina que não é encontrada no leite humano como mostrado no Quadro 1 (VINCENZETTI *et al.*, 2017).

Quadro 1 – Comparação da fração proteica do leite asinino e outras espécies.

Componentes	Vaca (g/100 mL)	Asno (g/100 mL)	Humano (g/100 mL)
Proteínas totais	3,43	1,74	1,64
Caseína total	2,72	0,66	0,56
α S1-caseína	1 – 1,5	0,02 – 0,1	0,03 – 0,08
α S2-caseína	0,3 – 0,4	0,02	nd*
β -caseína	0,9 – 1,1	0,39	0,18 – 0,4
κ -caseína	0,3 – 0,4	nd*	0,06 – 0,1
Proteínas do soro	0,45	0,75	0,8
β -lactoglobulina	0,33 – 0,4	0,32 – 0,37	nd*
α -lactalbumina	0,1 – 0,15	0,18 – 0,3	0,19 – 0,26

Fonte: Adaptado de Mati *et al.* (2017); Vincenzetti *et al.* (2017).

*nd – não detectado.

Como podemos observar no Quadro 1, o teor médio de proteínas no leite humano e asinino é bastante semelhante, e é cerca de quase metade que o encontrado no leite de vaca. Tratando-se da fração proteica da caseína, os leites humano e asinino mostram quantidades ainda menores (cerca de 0,56 g/100 mL e 0,66 g/100 mL de leite, respectivamente) e para efeito de comparação, no leite de vaca, o conteúdo total de caseína é em média 2,72 g/100 mL (MATI *et al.*, 2017; VINCENZETTI *et al.*, 2017), ou seja, três vezes maior que no leite humano e no asinino.

As caseínas do leite estão presentes em diferentes frações: alfa-s1, alfa-s2, beta-caseína e kappa-caseína. As caseínas estão organizadas em micelas cujo diâmetro varia de 30 a 600 nm, sendo compostas por diferentes frações, cerca de 94% e o fosfato de cálcio coloidal, composto por cálcio, fosfato, magnésio e nitrato, compreendendo 6% da estrutura da caseína. Essas diferentes caseínas possuem regiões hidrofílicas e outras hidrofóbicas que são diferentes de uma caseína para outra (DERDAK *et al.*, 2020). Embora as caseínas do leite asinino, de acordo com alguns estudos, não tenham sido ainda extensivamente estudadas, todas as quatro frações já foram identificadas (MARTINI *et al.*, 2018), o que demonstra a necessidade de mais pesquisas que se detenham a caracterização proteica dessa matriz.

De acordo com o Quadro 1, as proteínas do soro do leite apresentam maiores quantidades no leite humano (cerca de 0,8 g/100 mL), seguido do asinino (0,75 g/100 mL),

enquanto quantidades menores são detectáveis no leite de vaca (0,45 g/100 mL). A beta-lactoglobulina está presente em boas concentrações tanto no leite asinino (0,32 – 0,37 g/ 100 mL) quanto no leite bovino (0,33 – 0,4 g/ 100 mL), enquanto no leite humano ainda não foi detectada (MATI *et al.*, 2017; VINCENZETTI *et al.*, 2017). Sobre essa fração proteica, um estudo *in vitro* com enzimas gastrointestinais humanas demonstrou que a beta-lactoglobulina do leite asinino é mais digerível que a beta-lactoglobulina do leite bovino, por exemplo, e é conhecida por ter ótima função funcional, sendo uma das mais estudadas, a capacidade dessa proteína de se ligar a moléculas específicas de interesse nutricional e servir como matriz protetora durante a digestão, se ligando a vitaminas como a D2 e D3, colesterol, catequinas e até mesmo o mercúrio (DERDAK *et al.*, 2020).

Já a alfa-lactalbumina é encontrada em maior concentração no leite asinino (cerca de 0,18 -0,3 g/100 mL) seguido do leite humano (cerca de 0,19 - 0,26 g/100 mL) (MATI *et al.*, 2017; VINCENZETTI *et al.*, 2017). A α -lactalbumina é uma proteína conhecida por apresentar ótimas qualidades nutricionais, principalmente para a nutrição de lactentes. Ela desempenha um papel essencial na produção de leite em mamíferos, pois se liga à enzima β -1,4-galactosiltransferase e cria a lactose sintase que é essencial para a formação da lactose. Outro elemento interessante dessa proteína é seu alto teor de triptofano, sendo esse um aminoácido essencial, que desempenha efeitos benéficos no desenvolvimento do cérebro e sistema nervoso de recém-nascidos, além de ser precursor direto da serotonina e niacina (Vitamina B3) (DERDAK *et al.*, 2020).

O baixo teor de proteínas com grande potencial alergênico, confere hipoalergenicidade e maior digestibilidade ao leite asinino, podendo ser uma alternativa adequada para crianças menos sensíveis que sofrem de alergia à proteína do leite de vaca (APLV) (BARNI *et al.*, 2018). Sarti *et al.*, (2019) avaliaram e atestaram, por exemplo, a capacidade do leite asinino em controlar a “síndrome de enterocolite induzida por proteínas alimentares” causada pelo leite de vaca (GONÇALVES; OLIVEIRA; SANT’ANNA, 2021), demonstrando a potencialidade bioativa dessa matriz.

4.2.2 Lipídeos

Os lipídeos estão envolvidos em diversos processos fisiológicos, como armazenamento de energia, composição da membrana celular e sinalização celular

(ROHRIG *et al.*, 2016). A composição e concentração de lipídeos no leite asinino mudam durante os diferentes períodos de lactação; possui baixo teor de gorduras totais, todavia, trata-se de uma matriz com excelente fonte de ácidos graxos insaturados, especialmente ácido linoleico, e baixo teor de gordura e colesterol (LI; LIU; GUO, 2017; MASSOURAS *et al.*, 2017). Já se sabe que a composição nutricional do leite asinino é semelhante ao leite humano, sendo que o conteúdo de lipídeos no leite asinino é menor (Quadro 2).

Quadro 2 – Comparação da composição físico-química do leite asinino e outras espécies.

Componentes	Asno (g/100 mL)	Vaca (g/100 mL)	Humano (g/100 mL)
Lactose	6,23	4,71	6,69
Lipídeos	1,21	3,46	3,38
Água	90,39	87,62	87,57
Cinzas	0,43	0,78	0,22

Fonte: Adaptado de Mati *et al.* (2017); Vincenzetti *et al.* (2017).

Enquanto os leites humano e bovino apresentam, respectivamente, cerca de 3,38 g e 3,46 g de lipídeos por cada 100 mL, o leite asinino apresenta menos da metade, cerca de 1,21 g/100 mL, e, portanto, menos calorias quando comparado aos leites supracitados (MATI *et al.*, 2017; VINCENZETTI *et al.*, 2017).

4.2.3 Carboidratos

A lactose é o principal carboidrato presente em leites, inclusive no leite asinino. Trata-se de um dissacarídeo formado por glicose e galactose e de acordo com o Quadro 2 está presente em concentração considerável tanto no leite humano (cerca de 6,69 g/100 mL) como no asinino (cerca de 6,23 g/100 mL); enquanto que em leite de vaca sua concentração é menor (cerca de 4,71 g/100 mL), por exemplo (MATI *et al.*, 2017; VINCENZETTI *et al.*, 2017). O alto o teor de lactose nesta matriz láctea aumenta sua palatabilidade, tornando-a mais adocicada; além disso, é importante salientar que a lactose em indivíduos não intolerantes estimula a proliferação de probióticos intestinais, inibe o crescimento de bactérias deteriorantes, melhora a absorção intestinal de cálcio e fósforo, minerais

importantes para a mineralização óssea, prevenindo assim, a osteoporose (LI *et al.*, 2017). Alguns estudos revelam a lactose como um substrato para a multiplicação da microbiota intestinal, agindo como um prebiótico (MARTINI, 2018).

Segundo a declaração de consenso mais recente dos especialistas em microbiologia da International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) um prebiótico pode ser definido como um substrato que é seletivamente utilizado pelos micro-organismos do hospedeiro, conferindo benefícios a saúde, considerando que os dietéticos não são degradados pelas enzimas do hospedeiro (GIBSON *et al.*, 2020).

4.2.4 Minerais e Vitaminas

Segundo Malacarne *et al.*, (2017), os minerais afetam a estabilidade e as características nutricionais e propriedades tecnológicas do leite. São essenciais no desenvolvimento da estrutura esquelética e em muitos processos biológicos e são, portanto, fundamentais na manutenção de uma boa saúde. Entre os macrominerais que podemos encontrar em maior quantidade no leite asinino estão o cálcio, fósforo, potássio, sódio, magnésio e zinco (Quadro 3). Geralmente, a concentração desses macrominerais nessa matriz alimentar é menor que a concentração no leite de vaca e superior ao encontrado no leite humano (MASSOURAS *et al.*, 2017).

Quadro 3 - Quantidades mínimas e máximas de minerais encontradas em leite humano e asinino.

Componentes	Leite asinino		Leite humano	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Minerais (g/L)				
Cálcio	0,36	1,18	0,23	0,30
Fósforo	0,32	0,84	0,13	0,17
Potássio	0,24	0,96	0,43	0,64
Sódio	0,11	0,26	0,11	0,24
Magnésio	0,02	0,11	0,02	0,03
Zinco	2,16	4,56	0,06	3,00
Vitaminas (µg/L)	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo

Vitamina B1	210	2550	20	350
Vitamina B2	40	970	10	550
Vitamina B3	73	-	571	587
Vitamina B12	1,1	-	21	-
Vitamina C	12.000	57.000	38.000	53.000
Vitamina A	17	586	300	2.000
Vitamina D	0	23	0,07	-
Vitamina E	59,4	807	1.000	9.840

Fonte: Adaptado de Altomonte *et al.* (2019).

Como podemos observar no Quadro 3, o leite asinino contém uma quantidade de cálcio superior ao leite humano, cerca de 0,36 a 1,18 g/L e 0,23 a 0,30 g/L, respectivamente. Seguem essa lógica também o fósforo, magnésio, sódio e potássio, entretanto, esses dois últimos podemos considerar que os valores são bastante semelhantes em ambas matrizes (ALTOMONTE *et al.*, 2019).

Segundo Vincenzetti *et al.*, (2021) o conteúdo vitamínico do leite é altamente variável entre as espécies de mamíferos e está estritamente correlacionado com o estado nutricional e a dieta administrada à mãe do filhote. No que se refere às vitaminas do leite asinino (Quadro 3), a vitamina C se destaca entre todas as outras em termos de quantidade, cerca de 12000 a 57000 µg/L sendo semelhante ao leite humano, seguida da vitamina B1 (210 a 2550 µg/L), vitamina B2 (40 a 970 µg/L) e vitamina E (59,4 a 807 µg/L) (ALTOMONTE *et al.*, 2019).

A vitamina C possui importante e reconhecida atividade antioxidante na eliminação de espécies reativas de oxigênio (radicais livres), além de desempenhar ação importante na absorção intestinal de ferro e também estimulação da produção de colágeno, e em crianças, tem sido associada a efeito protetor contra a dermatite atópica. Portanto, o leite asinino pode ser uma boa fonte de vitamina C, tanto para adultos, quanto para crianças (VINCENZETTI, *et al.*, 2021).

Concernente às vitaminas do complexo B, as vitaminas B1 (tiamina) e B2 (riboflavina) são as que estão presentes em maior quantidade e são comumente associadas aos efeitos benéficos à saúde humana quando esse leite é incluído na dieta humana (ASPRI *et al.*, 2017).

Entre as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) do leite asinino, a vitamina E se destaca, porém possui teor bastante inferior ao leite humano (Quadro 3). Também conhecida como

tocoferol, é um dos principais antioxidantes naturais, apresentando efeito protetor nas membranas celulares contra processos de oxidação e peroxidação e é utilizada para além da indústria alimentícia, mas também, na de cosméticos (VINCENZETTI *et al.* 2021).

4.3 PROPRIEDADES BIOATIVAS DE LEITE ASININO

Atualmente, o interesse e consumo de alimentos funcionais com propriedades bioativas vem aumentando em todo o mundo, devido ao seu valor nutricional, bem como ao seu potencial de redução de risco a várias doenças, com isso, cada vez mais estudos nessa área passam a ser desenvolvidos e publicados (ASPRI *et al.*, 2018). A respeito do leite asinino, as enzimas lactoferrina (identificada no leite em 1939) e lisozima, especificamente, presentes em quantidades significativas no leite asinino, são consideradas proteínas altamente bioativas, e a elas, são atribuídas inúmeras atividades, como efeito imunomodulador, antimicrobiano, antioxidante e antitumoral, além de efeitos benéficos em distúrbios metabólicos como obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares (BLANCA *et al.*, 2019).

A lisozima tem forma globular e é composta por 129 aminoácidos. Tem poder de catalisar a hidrólise da ligação glicosídeo 1-4 de peptidoglicanos na parede bacteriana e quitina presente na parede dos fungos, o que a torna com interessante propriedade antimicrobiana. Está presente no leite asinino em concentrações maiores que no leite bovino e humano (Quadro 4). Enquanto a lactoferrina é uma glicoproteína pertencente à família das transferrinas, com estrutura formada por dois domínios homólogos que se ligam a íons férricos e carbonatos, seu teor médio no leite asinino é de 0,08 g/100 mL, sendo inferior ao detectado no leite bovino (0,1 g/L) e humano (1,7 a 2 g/L) (DERDAK *et al.*, 2020; MATI *et al.* 2017; VINCENZETTI *et al.* 2017).

Quadro 4 – Comparação do teor médio de enzimas no leite asinino e outras espécies.

Enzimas	Vaca (g/L)	Asno (g/L)	Humano (g/L)
Lisozima	0,9	1 - 4	0,4 - 2
Lactoferrina	0,1	0,08	1,7 – 2

Fonte: Adaptado de Martini *et al.* (2018); Mati *et al.* (2017); Vincenzetti *et al.* (2017); Yvon *et al.* (2018).

Como já referido, outro aspecto funcional importante encontrado nesse leite é o conteúdo maior de ácidos graxos poli-insaturados e menor de ácidos saturados quando comparado com o leite de ruminantes, sendo esses fundamentais para prevenção da obesidade e doenças crônicas não-transmissíveis (MARTINI *et al.*, 2018).

A maioria dos ensaios clínicos em humanos testou a eficácia do leite asinino na APLV (Alergia à proteína do leite de vaca) e na dermatite atópica. Em crianças, a administração de leite asinino apresentou melhoras significativas na dermatite atópica e foi bem tolerado em casos de APLV, efeito esse devido à baixa quantidade da proteína caseína do leite asinino; portanto, esse leite pode ser considerado também um alimento hipoalergênico de acordo com a definição da Academia Americana de Pediatria (MARTINI *et al.*, 2018). Clinicamente, a APLV é uma reação imunológica às proteínas do leite de vaca, normalmente causada pela interação entre uma ou mais proteínas do leite, causando reações imediatas mediadas por IgE, seu diagnóstico pode ser feito por exames cutâneos ou de sangue, e a principal causa de alergias ao leite de vaca na alimentação infantil deve-se basicamente à relação entre caseínas e proteínas do soro (VINCENZETTI, *et al.*, 2021).

A seguir, as propriedades funcionais e bioativas dessa matriz alimentar serão mais bem descritas, trazendo estudos que avaliaram a sua potencialidade como alimento fornecedor de grandes benefícios à saúde humana.

4.3.1 Atividade antimicrobiana

Quando falamos de atividade antimicrobiana, podemos elencar as atividades antibacteriana, antiviral e antifúngica. Concernente à atividade microbiana dessa matriz láctea, além da composição nutricional, as enzimas ocupam grande destaque nessa função. Como dito anteriormente, uma das principais particularidades que destaca o leite asinino é o alto conteúdo de lisozima (cerca de 1 a 4 g/L), quando comparado ao leite de vaca (0,9 g/L) e leite humano (0,4 – 2 g/L). A lisozima é um poderoso antimicrobiano natural e alguns estudos já demonstraram a ação antibacteriana da lisozima presente no leite asinino contra uma gama de bactérias patogênicas, como *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Shigella dysenteriae* e algumas leveduras (MARTINI *et al.*, 2018; VINCENZETTI *et al.*, 2017; YVON *et al.*, 2018).

Tradicionalmente, a lisozima da clara de ovo de galinha tem sido amplamente usada como conservante natural, para prolongar a vida útil de alimentos. Recentemente, o leite asinino foi testado como aditivo antimicrobiano em produtos derivados do leite apresentando excelentes resultados na preservação do soro de queijo durante a maturação, sendo indicado como fonte alternativa à lisozima da clara de ovo de galinha, que pode causar reações alérgicas em pacientes alérgicos ao ovo (MARTINI *et al.*, 2019).

Outra enzima muito presente no leite asinino é a lactoferrina, que apresenta potente ação antimicrobiana, com capacidade de inibir a replicação de um enterovírus que afeta o trato gastrointestinal humano, além de ter potentes propriedades bacteriostáticas e bactericidas (GONÇALVES; OLIVEIRA; SANT'ANNA, 2021; SPADA *et al.*, 2021). A lactoferrina está fortemente envolvida em processos imunológicos, resposta a patógenos, bem como distúrbios inflamatórios, incluindo alergia, artrite e câncer, além disso, com sua ação bactericida, tem a capacidade de se ligar à superfície bacteriana causando a liberação de lipopolissacarídeo da membrana externa, causando danos celulares (IGLESIAS-FIGUEROA *et al.*, 2019).

4.3.2 Atividade anti-inflamatória e antioxidante

O leite asinino tem sido apresentado como uma matriz alimentar bastante interessante e saudável tanto para lactentes, quanto para adultos e idosos, pois, é pobre em gordura, entretanto, rico em ácidos graxos poli-insaturados que possuem ação anti-inflamatória e antioxidante bastante conhecidas. Além disso, o leite analisado em um estudo específico, foi capaz de identificar a presença de *Lactobacillus plantarum*, que pode ser considerada uma cepa probiótica, além da bactéria *Lactobacillus farciminis*, e produz óxido nítrico, conferindo efeito anti-inflamatório devido à sinergia com os peptídeos antimicrobianos (DERDAK *et al.*, 2020; YVON *et al.*, 2018).

De acordo com Trinchese *et al.* (2018) o leite asinino melhorou o estado anti-inflamatório do fígado, atuando na melhoria das funções mitocondriais hepáticas em ratos *wistar*. Em um outro estudo, o leite asinino demonstrou efeito anti-inflamatório em modelo animal com doença de Crohn, restaurando níveis de peptídeos antimicrobianos, como a α -defensina e lisozima que também agem com efeito hipolipêmico, capaz de influenciar a homeostase metabólica e o estado inflamatório, modulando a composição da microbiota

intestinal (TRINCHESE *et al.*, 2015; YVON *et al.*, 2018). Tastekin *et al.* (2018) observaram que a mucosa gástrica de ratos com dano e inflamação foi protegida devido às funções anti-inflamatórias do leite asinino.

Outra propriedade atribuída a essa matriz alimentar é a sua capacidade antioxidante, de acordo com Li *et al.* (2017), a partir de estudos *in vitro*, constatou-se que o leite asinino possui alta capacidade de remover espécies reativas de oxigênio, ou seja, radicais livres produzidos pelo metabolismo do próprio corpo humano que são responsáveis pelo nosso envelhecimento. Ainda de acordo com Silva (2021) foram realizados ensaios para avaliar a capacidade antioxidante no leite asinino durante 180 dias de lactação, a partir dos métodos de sequestro do radical Ácido 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) (ABTS) e *Oxygen radical absorbance capacity* (ORAC), os mais populares para avaliar essa característica no leite, sendo que a atividade antioxidante foi maior pelo método ABTS para o leite obtido entre 15 e 90 dias de lactação, mesmo sendo já um leite maduro. Após esse período, a atividade antioxidante dessa matriz, segundo o autor supracitado, vai diminuindo junto com a redução dos componentes do leite, como compostos proteicos (peptídeos e aminoácidos livres) e lipídeos (ácidos graxos e vitaminas lipossolúveis A e E), os quais possuem comprovada ação antioxidante. Nesse estudo ainda foi observado que a atividade da lisozima é mais elevada no colostro; entretanto, essa atividade permanece até os 180 dias de lactação (SILVA, 2021).

4.3.3 Efeito antitumoral e antiproliferativo

O câncer é uma das neoplasias malignas mais comuns em todo o mundo e a descoberta e o desenvolvimento de novos agentes anticarcionogênicos com novos modos de ação são extremamente necessários. Muitas pesquisas relataram que os componentes do leite asinino possuem propriedades biológicas além de seu valor nutricional, cujas funções biológicas são principalmente devidas aos peptídeos e proteínas presentes nesta matriz (SHARIATIJA; BEHBAHANI; MOHABATKAR, 2017). O leite asinino é uma matriz com uma quantidade considerável de lactoferrina, sendo uma mediadora com potencial antitumoral, além de conter também interferon γ que é responsável por estimular macrófagos, células *natural killers* e células T citotóxicas, além de induzir a liberação de citocinas anti-inflamatórias, mantendo a homeostase imunológica (DERDAK *et al.*, 2020).

Muitas frações do leite asinino podem estimular a produção de citocinas IL-2, IFN- γ , IL-6, TNF- α e IL-1 β , a partir de linfócitos e macrófagos. Essas citocinas influenciam na antiproliferação favorecendo a apoptose de células tumorais e a diferenciação dessas células tumorais em células normais. A lisozima também participa desse processo, com forte efeito antiproliferativo, portanto, podendo ser um elemento bastante promissor no tratamento de alguns tipos de câncer, como o de pulmão, por exemplo (DERDAK *et al.*, 2020).

4.3.4 Efeito hipoglicemiante no Diabetes mellitus tipo 2

O diabetes é uma doença crônica que afeta muitas pessoas em todo o mundo. De acordo com a Federação Internacional de Diabetes (IDF), em 2021, estimou-se que 537 milhões de pessoas entre 18 e 99 anos ao redor do mundo, sofriam de diabetes, acredita-se que esse número chegue a 643 milhões em 2030 (IDF, 2021). É uma doença metabólica que se classifica em dois tipos, tipo 1 (insulinodependente) e tipo 2 (não insulinodependente). Caracteriza-se pelo excesso crônico de açúcar no sangue, ou seja, hiperglicemia, e entre os fatores de risco para o desenvolvimento dessa doença estão a obesidade, hipertensão, disfunção das células beta do pâncreas e resistência à insulina por tecidos e células periféricas (WENG *et al.*, 2016).

Devido ao seu teor de proteínas do soro do leite, o leite asinino apresenta ótimo desempenho na prevenção e tratamento do diabetes tipo 2, melhorando o metabolismo da glicose e da resistência à insulina, podendo ainda diminuir os níveis de hemoglobina glicosilada, inibindo a expressão da fosfoenolpiruvato carboxiquinase 1 e glicose-6-fosfatase, que são enzimas chave na gliconeogênese hepática (DERDAK *et al.*, 2020). De acordo com estudo realizado em modelo animal por Li *et al.* (2020) demonstrou-se que o leite asinino melhora a viabilidade das células beta pancreáticas, mas não estimula a secreção de insulina pelas células β lesadas, além disso, a proteína α -lactalbumina presente nessa matriz aumenta a sensibilidade à insulina dos órgãos alvos, mostrando efeito melhor até mesmo que a metformina, medicamento hipoglicemiante amplamente utilizado no tratamento do diabetes tipo 2.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O leite asinino tem despertado interesse na comunidade científica de todo o mundo, devido suas características e composição nutricional diferenciadas, assemelhando-se ao leite humano. Portanto, com a crescente criação de asnos no nordeste brasileiro e a crescente busca da obtenção do leite asinino da raça nordestina, se faz importante que as propriedades nutricionais, funcionais e bioativas sejam elucidadas para assegurarmos o potencial biotecnológico desse leite, agregando conhecimento para a indústria de alimentos, de cosméticos e trazendo benefícios para a população, especialmente para pessoas que possuem alergias a outros tipos de leite, como, lactentes que não podem alimentar-se do leite humano. A composição dessa matriz se destaca pelo alto valor de lactose e teor de proteínas semelhante ao leite humano, e mesmo com baixo teor de gorduras totais, é uma matriz com boa quantidade de ácidos graxos de alta qualidade. Os compostos bioativos como as enzimas lisozima e lactoferrina, vitaminas e minerais apresentam quantidades significativas, mostrando que pode ser uma ótima fonte alimentar e ser integrada à indústria de lácteos no Brasil.

Estudos de levantamento bibliográfico como esse são de suma importância para a valorização e contribuição de novas perspectivas e futuro para essa espécie no Brasil. Com a valorização e consequente expansão do burro no Nordeste do Brasil, a produção e comercialização do leite, em especial da raça Nordestina, fortalecerá a agricultura familiar, a sustentabilidade ambiental da atividade, a geração de renda, a competitividade no mercado de alimentos, a segurança alimentar e nutricional e o desenvolvimento econômico e social, além da oferta de um produto novo e diferenciado para a indústria láctea brasileira. Conclui-se que o leite asinino apresenta forte potencial nutricional e bioativo, sendo necessárias pesquisas que avaliem sua viabilidade no processamento de produtos alimentícios e farmacêuticos e implicações na saúde humana a partir de mais estudos *in vitro* e *in vivo*.

REFERÊNCIAS

ABCJPÊGA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE JUMENTO PÊGA. **Características da Raça**. 2021. Disponível em: <https://abcjpega.org.br/caracteristicas-da-raca/>. Acesso em: 30 nov. 2022.

ALTOMONTE, I. *et al.* Donkey and human milk: insights into their compositional similarities. **International Dairy Journal**, v. 89, p. 111-118, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694618302267>. Acesso em: 30 nov. 2022.

ASPRI, M. *et al.* Raw donkey milk as a source of Enterococcus diversity: Assessment of their technological properties and safety characteristics. **Food Control**, v. 73, p. 81-90, 2017. Disponível em: <https://daneshyari.com/article/preview/4558933.pdf> Acesso em: 06 out. 2022.

ASPRI, M. *et al.* Donkey milk: An overview on functionality, technology, and future prospects. **Food Reviews International**, v. 33, p. 316–333, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87559129.2016.1175014?journalCode=lfri20> Acesso em: 06 out. 2022.

ASPRI, M. *et al.* Bioactive properties of fermented donkey milk, before and after in vitro simulated gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, v. 268, n. p. 476–484, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30064786/> Acesso em: 06 out. 2022.

BARNI, S. *et al.* Tolerability and palatability of donkey's milk in children with cow's milk allergy. **Pediatric Allergy & Immunology**, v. 29, p. 329-331, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29392769/> Acesso em: 25 out. 2022.

BLANCA, F. *et al.* Lactoferrin as nutraceutical protein from milk, an overview. **International Dairy Journal**, v. 89, p. 37-41, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694618302255> Acesso em: 25 out. 2022.

CAMILLO, F. *et al.* The current situation and trend of donkey milk industry in Europe. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 65, n. 25, p.44-49, 2017. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183219939> Acesso: 24 out. 2022.

DERDAK, R. *et al.* Insights on Health and Food Applications of *Equus asinus* (Donkey) Milk Bioactive Proteins and Peptides-An Overview. **Foods**, v. 9, n. 9, p. 1302, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7555024/> Acesso em: 25 out. 2022.

GIBSON, R. G. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. **Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology**, v. 14, p. 491–502. 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41575-020-0344-2> Acesso em: 25 out. 2022.

GONÇALVES, L. S. C.; OLIVEIRA, C. S.; SANT'ANNA, A. M. S. Composição nutricional e bioativa e propriedades funcionais do leite asinino. **Revista Agron Food Academy**, v. 1, p. 1, 2021. Disponível em: <https://agronfoodacademy.com/composicao-nutricional-e-bioativa-e-propriedades-funcionais-do-leite-asinino-uma-revisao/> Acesso em: 25 out. 2022.

IGLESIAS-FIGUEROA, B. F. *et al.* Lactoferrin as a nutraceutical protein from milk, an overview. **International Dairy Journal**, v. 89, p. 37-41, 2019. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/globalhealth/abstract/20193021846> Acesso em 25 out. 2022.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **IDF Diabetes Atlas**: 10th edition, 2021. Bruxelas, Bélgica, 2021. Disponível em: <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/> Acesso em: 30 de nov. 2022.

LI, Y. *et al.* Dezhou donkey (*Equus asinus*) milk a potential treatment strategy for type 2 diabetes. **Journal Ethnopharmacology**, v. 246, p. 112, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874119306610?via%3Dihub> Acesso em: 24 out. 2022.

LI, L. *et al.* The nutritional ingredients and antioxidant activity of donkey milk and donkey milk powder. **Food Science. Biotechnology**, v. 27, n. 2, p. 393-400, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6049624/> Acesso em 25 out. 2022.

MALACARNE, M. *et al.* Distribution of Ca, P and Mg and Casein micelle mineralisation in donkey milk from the second to sixth month of lactation. **International Dairy Journal**, v. 66, n. 8, p. 6422-6430, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030222003411?dgcid=rss_sd_all Acesso em: 25 out. 2022.

MARTINI, M. *et al.* Changes in donkey milk lipids in relation to season and lactation. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 41, p. 30-34, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273400120_Changes_in_donkey_milk_lipids_in_relation_to_season_and_lactation Acesso em 25 out. 2022.

MARTINI, M. *et al.* Nutritional and Nutraceutical Quality of Donkey Milk **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 65, p. 33-37, 2018. Disponível em: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/5858834> Acesso em: 25 out. 2022.

MASSOURAS, T. *et al.* Chemical composition, protein fraction and fatty acid profile of donkey milk during lactation. **International Dairy Journal**, v. 75, p. 83-90, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318831520_Chemical_composition_protein_fraction_and_fatty_acid_profile_of_donkey_milk_during_lactation Acesso em: 25 out. 2022.

MATI, A. *et al.* Dromedary camel milk proteins, a source of peptides having biological activities—A review. **International Dairy Journal**, v. 73, p. 25-37, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694616303557> Acesso em: 24 out. 2022.

MCLEAN, A. K.; GONZALEZ, F. Can scientists influence donkey welfare? Historical perspective and a contemporary view. **Journal of Equine Veterinary Science**, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jevs.2018.03.008> Acesso: 24 de out. de 2022.

MESSIAS, *et al.* Challenges and perspectives for exploiting donkey milk in the Brazilian Northeast. **Ciência Rural**, v. 52, n. 3, p. 1-11, 2022.

MUNDO ECOLOGIA. **Jumento nordestino: características, nome científico e fotos**. 07 de nov. de 2019. Disponível em: <https://www.mundoecologia.com.br/animais/jumento-nordestino-caracteristicas-nome-cientifico-e-fotos/> Acesso em: 30 de nov. de 2022.

SHARIATIJA, M.; BEHBAHANI, M.; MOHABATKAR, H. Anticancer activity of cow, sheep, goat, mare, donkey and camel milks and their caseins and whey proteins and in silico comparison of the caseins. **Molecular Biology Research Communications**, v. 6, p. 57-64, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28775991/> Acesso em: 25 out. 2022.

RAGONA, G. *et al.* Amiata donkey milk chain: animal health evaluation and milk quality. **Italian Journal Food Safety**, v. 5, n. 3, p. 5951, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5090121/> Acesso em: 25 out. 2022.

RANGEL, A. H. N. *et al.* Compositional and nutritional aspects of milk ass: a review. **Journal of Candido Tostes Dairy Institute**, v. 70, n. 3, 2015.

SOUROLLAS, K.; ASPRI, M.; PAPADEMAS, P. Donkey milk as a supplement in infant formula: Benefits and technological challenges, **Food Research International**, v. 109, p. 416-425, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29803466/> Acesso em 30 nov. 2022.

SPADA, V. *et al.* Antibacterial potential of donkey's milk disclosed by untargeted proteomics. **Journal of proteomics**, v. 231, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33038512/> Acesso em: 25 out. 2022.

SILVA, A. R. **Avaliação da composição nutricional e bioatividade de leite asinino do ecótipo nordestino obtido de diferentes fases de lactação**. 2021. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) — Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

TASTEKIN, E. *et al.* Indomethacin-induced gastric damage in rats and the protective effect of donkey milk. **Archives of Medical Science**, v. 3, p. 671-678, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5949905/> Acesso em: 25 out. 2022.

TRINCHESE, G. *et al.* Human, donkey and cow milk differently affects energy efficiency and inflammatory state by modulating mitochondrial function and gut microbiota. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 26, n. 11, p. 1136-46, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26118693/> Acesso em 30 out 2022.

VALLE, E. *et al.* A functional approach to the body condition assessment of lactating donkeys as a tool for welfare evaluation. **PeerJ organic Chemistry**, v. 5, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5372837/> Acesso em: 01 nov. 2022.

VINCENZETTI, S. *et al.* Vitamins in Human and Donkey Milk: Functional and Nutritional Role. **Nutrients**, v. 13, n. 5, p. 1-10, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8145040/> Acesso em 01 dez. 2022.

VINCENZETTI, S. *et al.* Role of proteins and of some bioactive peptides on the nutritional quality of donkey milk and their impact on human health. **MDPI Journal**, 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2306-5710/3/3/34> Acesso em 01 dez. 2022.

WENG, J. *et al.* Normes de soins pour le diabète de type 2 en Chine. **Diabetes, metabolism research and reviews**, v. 32, n. 5, p. 442-458, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27464265/> Acesso em: 30 out. 2022.

YVON, S. *et al.* Donkey milk consumption exerts anti-inflammatory properties by normalizing antimicrobial peptides levels in Paneth's cells in a model of ileitis in mice. **European Journal Nutrition**, v. 57, p. 155-166, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27581119/> Acesso em: 25 out. 2022.