



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

MADIAN JOHEL GALO SALGADO

**DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS EM LEITE
ASININO E SEU USO NO DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE COM
PROPRIEDADES FUNCIONAIS**

Salvador – BA

2020

MADIAN JOHEL GALO SALGADO

**DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS EM LEITE
ASININO E SEU USO NO DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE COM
PROPRIEDADES FUNCIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof Dr Ronaldo Lopes Oliveira.

Co-orientadora: Prof^a Dra . Chiara Albano de Araújo
Oliveira

Salvador, 2020

Galo Salgado, Madian Johel

Determinação do perfil de ácidos graxos em leite asinino e seu uso no desenvolvimento de iogurte com propriedades funcionais / Madian Johel Galo Salgado. - Salvador-BA, 2020.

82 f. : il

Orientador: Ronaldo Lopes Oliveira.

Coorientador: Chiara Albano de Araújo Oliveira.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciência de Alimentos) -- Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, 2020.

1. Leite Asinino. 2. Relação ômega 3/ômega 6. 3. Fibras Alimentares. 4. Viscosidade. 5. Análise sensorial. I. Lopes Oliveira, Ronaldo. II. Albano de Araújo Oliveira, Chiara. III. Título.

Termo de aprovação

DEDICATÓRIA

A meu Deus pai, filho e espírito santo por me dar a sabedoria necessária e forças para seguir em frente neste caminho longo. Aos meus pais Madian Galo Carcamo e Iris Marleny Salgado, a minhas irmãs Yoselin Madai Galo e Iris Fabiola Galo e meu sobrinho Mateo, por estar comigo o tempo todo e por serem a fonte de inspiração para continuar me superando dia após dia, são os mais importantes da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A nosso Grandioso Pai, Deus, pela minha vida, saúde, força e perseverança para poder realizar esse grande sonho.

A minha família; meus pais, Madian e Iris, minhas irmãs, Madai e Fabiola, e meu amado sobrinho, Mateo, pelo carinho, apoio, incentivo por terem feito o possível e o impossível para que eu chegasse até aqui e pelas essas ligações diárias que muitas vezes foram minha força para seguir na frente.

A Dr^a Chiara Albano de Araújo Oliveira pela atenção, orientação, paciência e pela confiança depositada no meu trabalho.

Ao Dr Ronaldo Lopes Oliveira, Dr Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro, Dr^a Carolina Oliveira de Souza e o Dr Denilson de Jesus Assis pelo grande apoio.

As Dr^{as} Janice Izabel Druzian e Marion Pereira da Costa pelas sugestões que contribuíram grandemente na realização deste trabalho.

Aos professores Geraldo Tadeu dos Santos e José Esler de Freitas Júnior, pelas valiosas contribuições no meu exame de qualificação.

A todos os professores, funcionários e colegas do PGALI, por todo apoio e o conhecimento compartilhado.

Os meus grandes amigos Jennifer, Josue, Wilfredo, Mafer, Tutu, Nairobi que a UNAG me deu e sempre acreditaram nos meus sonhos e confiaram em mim.

Os grandes amigos, presentes do Brasil, Jackeline Santos, Pedro, Victor, pela compreensão, apoio, incentivos constantes, e sempre dar um espedaço de seu tempo para compartilhar minhas angústias, inquietações, e amenizar as ansiedades.

A meus amigos que o programa de pós-graduação me deu de presente; Margarida, Josy, Iuri, Janaina, Karina, Camilla, Rafael, Mariane, Paula e Rafaela, e a minhas colegas do laboratório multifuncional; Marissa, Louise, Jackeline, Jaqueline, pelo acolhimento e pelos bons momentos compartilhados dentro e fora da sala de aulas.

Assim como a, Cinthia, Evanilson, David e David, que além de compartilhar apartamento compartilhamos vivências e muito boas experiências.

Aos estudantes e funcionários dos Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Leite e Derivados (LaITLácteos), Laboratórios de Nutrição Animal (LANA) e o Laboratório de Pescados e Cromatografia Aplicada (LAPESCA) por me permitir realizar as análises e pelo apoio.

Ao programa de bolsas OEA/GCUB-2017 que junto a CAPES tem o convênio de cooperação com a UFBA, que possibilitou a realização do Mestrado no Brasil.

Enfim, a valiosa participação de todos que, direta ou indiretamente foram de fundamental importância para a realização de mais um sonho.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar como os dias de lactação afetam o perfil de ácidos graxos (AGs) do leite de jumentas da raça Pêga criadas a pasto, e desenvolver iogurtes com propriedades funcionais e avaliar o efeito de diferentes espessantes nas propriedades reológicas e na aceitação de iogurtes a base de leite asinino em comparação a iogurtes de leite bovino. Foi utilizado o leite de asininos mantidas a pasto. Para a análises dos AGs as amostras de leite asinino foram compostas de acordo com a média dos dias de lactação em: 55, 110, 165, 220 e 275 dias de lactação. Foram testados os efeitos linear e quadrático dos dias de lactação no perfil de AG do leite. Para o desenvolvimento dos iogurtes foram desenvolvidos seis produtos formulados com goma xantana e com a adição de inulina, fibra de maçã e fibra de maracujá, utilizando-se leite asinino e bovino. Foram analisadas umidade, cinza, gordura e proteína, pH, cor, parâmetros reológicos e contagem de bactérias ácido lácticas (BALs). A fibra de maracujá foi o espessante selecionado para a utilização nos produtos da análise sensorial com quatro tratamentos (dois com leite asinino e dois com leite de vaca, controle e fibra de maracujá). Os dados da composição centesimal foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, já os dados de pH, contagem de BALs, propriedades reológicas e cor foram analisados em modelos mistos com efeitos fixos e tempo de estocagem, e os dados da análise sensorial foram analisados em delineamento em blocos completos ao acaso. A maioria dos AG, não foi alterada ao longo dos dias de lactação, mas o ácido esteárico e o oleico diminuíram linearmente. Os teores totais dos AG poli-insaturados (PUFA) e dos AGs n-3 aumentaram com os dias de lactação. O perfil de AG do leite de asininos alimentados com forragens é influenciado pelos dias de lactação e é caracterizado por altas concentrações de AGP, principalmente dos ácidos α -linolênico e linoleico. Entre as formulações houve diferença significativa nos teores de umidade, proteína e gordura. As características físico-químicas e reológicas dos iogurtes aumentaram com a adição dos espessantes. A fibra de maracujá proporcionou maior viscosidade. Nos atributos odor, sabor, acidez, consistência e sensação na boca houve maior aceitação dos iogurtes sem a adição de fibra de maracujá. As propriedades reológicas, composição centesimal e as características físico-químicas foram influenciadas pelo espessante, com destaque para a fibra de maracujá. Entretanto a fibra de maracujá teve impacto na aceitação dos iogurtes.

Palavras chaves: ômega 3, ômega 6, jumentos a pasto, fibras de frutas, viscosidade, aceitação.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate how days in milk affect the milk fatty acid (FA) profile from grazing donkey, and to evaluate the effect of different thickeners on rheological properties and on acceptance of donkey milk based yogurts in comparison to bovine milk yogurts. Milk from Pêga donkeys kept on pasture was used. For the analysis of FA, Samples were composed according to with the average of lactating days of the donkeys in 55, 110, 165, 220 and 275 days in milk. The linear and quadratic effects of lactation days on the milk FA profile were tested. For the yoghurt's development, six products were developed formulated with xanthan gum and with addition of inulin, apple fiber and passion fruit fiber, using donkey and cow milk. Analysis of moisture, ash, fat, protein, pH, color, rheological parameters, and count of lactic acid bacteria (LAB) were performed. Passion fruit fiber was the thickener selected for use in sensory analysis products with four treatments (two with donkey milk and two with cow's milk, control and passion fruit fiber). The proximate composition data were analyzed in a completely randomized design, the pH, BAL count, rheological properties and color data were analyzed in mixed models with fixed effects and storage time, and the sensory analysis data were analyzed in a block design. complete at random. The majority of FA did not change during the lactation days, but the stearic and oleic acids decreased linearly. The total levels of polyunsaturated FA (PUFA) and of n-3 FA increased with the days of lactation. The FA profile of donkey milk fed on forage is influenced by the days of lactation and is characterized by high concentrations of PUFA, mainly of α -linolenic and linoleic acids. Among the formulations there was a significant difference in moisture, protein, and fat content. The physical-chemical and rheological characteristics of yogurts increased with the addition of thickeners. The passion fruit fiber increases the viscosity. In the attributes of odor, flavor, acidity, consistency and mouthfeel, there was greater acceptance of yogurts without the addition of passion fruit fiber. The rheological properties, proximate composition and physic-chemical characteristics were influenced by the thickener, especially the passion fruit fiber. However, the passion fruit fiber had an impact on the acceptance of yogurts.

Key words: omega 3, omega 6, grazing donkeys, fruit fibers, viscosity, acceptance.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de los días de lactancia sobre el perfil de ácidos grasos (AG) de la leche de burras alimentadas con pasto, y evaluar el efecto de diferentes espesantes sobre las propiedades reológicas y la aceptación de yogures a base de leche de burra en comparación a yogures a base de leche de vaca. Fue utilizada la leche de burras de la raza Pêga alimentadas con pasto. Para el análisis de los AG, las muestras de leche de burra se agruparon de acuerdo con el promedio de días de lactancia; 55, 110, 165, 220 y 275 días de lactancia. Se analizaron los efectos lineales y cuadráticos de los días de lactancia sobre el perfil AG de la leche. Fueron desarrollados seis productos formulados con goma xantana y con adición de inulina, fibra de manzana y fibra de maracuyá, utilizando leche de burra y de vaca. Se analizó la humedad, cenizas, grasa, proteínas, pH, color, parámetros reológicos y bacterias de ácido láctico (BAL). La fibra de maracuyá fue el espesante seleccionado para su uso en el análisis sensorial, en el cual fueron desarrollados cuatro tratamientos (dos con leche de burra y dos con leche de vaca, control y fibra de maracuyá). Los datos de la composición proximal se analizaron en un diseño completamente al azar. Ya los datos de pH, recuento de BAL, propiedades reológicas y color se analizaron en modelos mixtos con efectos fijos y tiempo de almacenamiento, y los datos del análisis sensorial se analizaron en un diseño de bloque completamente al azar. Durante los días de lactancia no cambian en la mayoría de los AG, sin embargo, los ácidos esteárico y oleico disminuyeron linealmente. Los niveles totales de AG poliinsaturados (AGPI) y AG n-3 aumentaron con los días de lactancia. El perfil AG de la leche de burra alimentada con pasto está influenciado por los días de lactancia y se caracteriza por altas concentraciones de AGPI, principalmente de ácidos α -Linolenico y linoleico. Entre las formulaciones hubo una diferencia significativa en el contenido de humedad, proteínas y grasas. Las características físico-químicas y reológicas de los yogures aumentaron con la adición de espesantes. La fibra de maracuyá proporcionó mayor viscosidad. Los atributos de olor, sabor, acidez, consistencia y sensación en la boca, hubo una mayor aceptación de los yogures sin la adición de fibra de maracuyá. Las propiedades reológicas, la composición proximal y las características fisicoquímicas fueron influenciadas por el tipo de espesante, especialmente la fibra de maracuyá. Sin embargo, la fibra de maracuyá tuvo un impacto en la aceptación de los yogures.

Palabras clave: omega 3, omega 6, burros en pastos, fibras frutales, viscosidad, aceptación.

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 1

- Table 1.** Descriptive statistics of fatty acids concentration in milk from grazing Pêga donkeys.....**46**
- Table 2.** Least squared means of the temporal variation in the concentration of fatty acids in milk of donkey according to the days of lactation.....**47**

CAPÍTULO 2

- Tabela 1.** Iogurtes desenvolvidos com leite asinino e com leite de vaca desnatado em tratamentos com adição de espessantes.....**60**
- Tabela 2.** Valores médios de pH no tempo de armazenamento de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes.....**66**
- Tabela 3.** Composição centesimal de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes.....**66**
- Tabela 4.** Índices de comportamento do fluxo (n) e de consistência (K) de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes.....**67**
- Tabela 5.** Efeito do tempo de armazenamento nos parâmetros de cor de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes.....**69**
- Tabela 6** Valores médios da contagem de bactérias ácido lácticas no tempo de armazenamento de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes.....**71**
- Tabela 7** Índice de aceitabilidade (%) para os iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com fibra de maracujá como espessantes.....**73**

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Página

CAPÍTULO 2

- Figura 1.** Fluxograma de produção dos iogurtes funcionais.....**60**
- Figura 2.** Imagem dos iogurtes a base de leite asinino (A) controle, (B) inulina, (C) Fibra de maçã, (D) Fibra de maracujá, e iogurte a base de leite de vaca (E) controle, (F) Fibra de maracujá, formulados com diferentes espessantes e saborizado com polpa de ameixa..... **61**
- Figura 3.** Viscosidade aparente de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes analisados a 25 °C em taxa de cisalhamento de 25 s⁻¹ nos 1º, 14º e 28º dias de armazenagem refrigerada.....**68**
- Figura 4.** Valores médios de aceitabilidade atribuídos às características sensoriais avaliadas em escala hedônica de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com fibra de maracujá como espessantes..... **72**
- Figura 5.** Imagem dos iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados sem (A, C) e com a adição de fibra de maracujá como espessante (B, D) e saborizados com polpa de ameixa.....**74**
- Figura 6** Valores médios da relação de intenção de compra de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com e sem fibra de maracujá como espessante, avaliados em escala de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria)..... **75**

SUMÁRIO

	Página	
1	INTRODUÇÃO GERAL	14
2	REVISÃO DE LITERATURA GERAL	16
2.1	Leite asinino	16
2.2	Composição nutricional do leite asinino	17
2.3	Produtos lácteos de leite asinino	21
2.4	Alimentos funcionais	22
2.4.1	Probióticos	23
2.4.2	Prebióticos	23
2.4.3	Iogurte	24
2.4.4	Fibras dietéticas e espessantes	25
2.4.4.1	Fibra de Maracujá	27
2.4.4.2	Fibra de Maçã	28
2.4.4.3	Inulina	29
2.4.4.4	Goma de Xantana	29
2.5.	Flavorizantes	30
3.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
CAPÍTULO I – DAYS IN MILK ALTERS THE MILK FATTY ACID PROFILE OF GRAZING DONKEYS		
	RESUMO	41
	ABSTRACT	42
	RESUMEN	43
1.	INTRODUCTION	44
2.	MATERIAL AND METHODS	44
2.1.	Animals and management	44
2.2.	Milk samples	45
2.3.	Milk fatty acid analysis	45
2.4.	Atherogenicity and Thrombogenicity Indices	45
2.5.	Desaturase activity	46
2.6.	Statistical analysis	46
3.	RESULTS	46
4.	DISCUSSION	48
5.	CONCLUSIONS	50
6.	REFERENCES	51

CAPÍTULO II – DESENVOLVIMENTO DE IOGURTES A BASE DE LEITE DE JUMENTA: DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VIDA ÚTIL DOS PRODUTOS

RESUMO	54
ABSTRACT	55
RESUMEN	56
1. INTRODUÇÃO	57
2. MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1. Local, animal e produtos	59
2.2. Desenvolvimento tecnológico dos iogurtes	60
2.3. Análise da composição físico-química	62
2.3.1. Análises de pH	62
2.3.2. Análise da composição centesimal	62
2.3.3. Análises reológicas	62
2.3.4. Análise de cor	63
2.4. Análises microbiológicas	63
2.4.1. Viabilidade dos microrganismos da cultura láctica durante o período de armazenamento	63
2.5. Análise sensorial	63
2.6. Análises estatística	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
3.1. Análises de pH	65
3.2. Análises da composição centesimal	66
3.3. Análise reológicas	67
3.4. Análise de cor	68
3.5. Contagem de bactérias ácido lácticas	71
3.6. Análise sensorial e intenção de compra	72
4. CONCLUSÃO	76
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	79

1. INTRODUÇÃO GERAL

Historicamente, os asininos têm sido utilizados como auxílio e no desenvolvimento da economia rural como animais de carga, transporte e trabalho nas atividades da agricultura. Na Europa e na Ásia, os asininos, foram utilizados na produção de leite, utilizada na indústria alimentar, farmacêutica e/ou cosmética pelas suas propriedades farmacológicas, nutracêuticas e nutricionais (CAMILLO et al., 2017, MARTINI et al., 2018), além da produção de carne. Nas últimas décadas o leite asinino tem ganhado maior atenção pela sua composição nutricional (SALIMEI et al., 2004), sendo utilizado como suplemento alimentício para pessoas que sofrem de alergia à proteína de leite de vaca (CMPA) (CAVALLARIN et al., 2015; VALLE et al., 2018).

A composição do leite nas espécies de mamíferos depende de fatores como a fisiologia, raça, ambiente, manejo, dieta e idade das fêmeas. No entanto, poucos estudos têm sido realizados para avaliar o efeito desses fatores na composição do leite asinino (MARTEMUCCI; D’ALESSANDRO, 2012; MARTINI et al., 2015; D’ALESSANDRO et al., 2017; VALLE et al., 2018). Em relação ao teor de gordura, o leite asinino, é similar ao leite humano, no entanto, menor que o teor do leite de vaca. O leite asinino tem sido caracterizado por possuir alto teor de ácidos graxos (AG), em comparação com o leite de vaca; o teor de ácidos graxos saturados (AGS) do leite asinino é similar ao do leite humano e menor que no leite de vaca. No entanto, o teor de ácidos graxos essenciais (AGE), como ácido linoleico e ácido α -linolênico, é maior no leite asinino que no leite de vaca (SALIMEI et al., 2004; MARTEMUCCI; D’ALESSANDRO, 2012; VALLE et al., 2018).

Nas últimas décadas a demanda por alimentos que possam ter efeito positivo na saúde humana aumentou, sendo assim, teve um aumento no interesse pelo leite asinino pelo seu alto conteúdo em moléculas bioativas como lisozima, lactoferrina, AGE e pela sua baixa proporção de ácidos graxos n-6/n-3 (VALLE et al., 2018). Desta forma, cresceu o interesse na utilização do leite asinino no desenvolvimento de produtos lácteos. Entretanto, pelas características físico químicas do leite asinino, muitos são os desafios para a indústria alimentícia, como o baixo teor de sólidos.

Como ponto positivo, devido ao alto teor de carboidratos (lactose), o leite de asinino é um bom meio para o crescimento de bactérias ácido lácticas e com isso, é uma boa matéria prima para a produção de iogurtes. Embora, o elevado teor de lisozima (proteína com propriedade antimicrobiana) desse leite, atua reduzindo o crescimento de bactérias patogênicas

que possam causar danos à saúde do consumidor de produtos lácteos (CHIAVARI et al., 2005; MARTINI et al., 2015) e auxiliando no tempo de estocagem do produto.

Entretanto, pelo baixo teor de caseína, os iogurtes produzidos a base de leite asinino têm baixa consistência e viscosidade, sendo isso um ponto negativo na aceitabilidade pelos consumidores (CHIAVARI et al., 2005; PAPADEMÁS et al., 2015). Nesse sentido, o crescimento da utilização de fibras dietéticas (FD) na indústria de laticínios é positiva, tanto pelo destino adequado aos resíduos de frutas da indústria de sucos associando baixo custo do produto e redução no descarte (TOMIC et al., 2017), quanto pela capacidade das FD em modificar as propriedades reológicas de iogurtes. Dependendo de sua origem as FD podem melhorar as propriedades nutricionais (aumentam a proliferação de bactérias benéficas no trato digestivo), as propriedades sensoriais (aparência, cor, odor, sabor) e a textura (viscosidade e consistência) de iogurtes.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar como os dias de lactação afetam o perfil de ácidos graxos do leite de jumentas criadas a pasto, e avaliar o efeito de diferentes espessantes nas propriedades reológicas e na aceitação de iogurtes a base de leite asinino em comparação a iogurte de leite bovino.

2. REVISÃO DE LITERATURA GERAL

2.1. Leite asinino

Os asininos ou jumentos (*Equus asinus*) pertencem à ordem taxonômica *Perissodactyla*, família *Equidae* e gênero *Equus*. Historicamente, os asininos têm sido criados desde os anos 6000 – 7000 A.C no norte da África. No entanto, tem relatos de criação posteriormente dos anos 2000 A.C em países como a Espanha e a Itália (PAPADEMA et al., 2015). Além disso, os asininos têm sido utilizados para o desenvolvimento da economia rural pela sua rusticidade e capacidade de carga (RANGEL et al., 2015), motivo pelo qual, são muito utilizados na agricultura em áreas semiáridas e montanhosas, em trabalhos de cultivo e transporte, além de serem utilizados na produção de híbridos como os muares (SALIMEI, 2011). Entretanto, os jumentos, são utilizados para a produção de leite, carne e pele, destinada à nutrição humana e cosméticos (ALTOMONTE et al., 2019).

Pelas suas propriedades benéficas nos cuidados com a pele e pelo valor nutricional, o leite de asinino tem sido utilizado desde a Roma antiga (SALIMEI, 2011); o leite de asinino tem valor nutricional, sendo que na sua composição apresenta elevada quantidade de vitaminas e ácidos graxos essenciais. Além disso, contém compostos bioativos com propriedades antioxidantes que ajudam na prevenção da desidratação e do envelhecimento da pele (CUNSOLO et al., 2017). O leite dos equídeos, como éguas e jumentas têm composição química e organoléptica similares às do leite de humano (SALIMEI; FANTUZ, 2012; MURGIA et al., 2016). Segundo D'Arval (1912) no final do século XIX, o leite de asinino foi utilizado com sucesso para alimentar crianças órfãs na França.

Em países de Ásia, África e Europa oriental, onde os asininos são utilizados como animais de trabalho e transporte e como animais de produção de alimentos como carne e leite, nos últimos anos, o número de animais diminuiu com a industrialização da agricultura (VINCENZETTI et al., 2008; MARTINI et al., 2018). Em países Europeus, principalmente, vem-se criando estratégias para fomentar a criação de asinino para impedir a aumentar a produção e utilidades dos animais (RANGEL et al., 2015). Sendo assim que nas últimas décadas há um crescente interesse na criação de asininos para a produção de leite, sendo considerado como um alimento funcional pelas suas propriedades de tolerabilidade clínica, palatabilidade (similar ao leite humano), seu alto valor nutricional e como alimento alternativo na alimentação de crianças alérgicas à proteína do leite de vaca (CMPA) (CAVALLARIN et al., 2015).

Segundo Salimei et al. (2004), o leite de asinino tem baixo teor de proteína e gordura, mas é rico em lactose, sendo semelhante ao leite de égua e ao leite humano. Possui baixo teor de caseína, mas conteúdo particularmente elevado de proteínas do soro, rico em β -lactoglobulina e lisozima. Segundo Clayes et al. (2014), de toda a produção mundial de leite, 85% é de leite de bovino, seguido do leite de búfalo (11 %), leite de cabra (2,3 %), leite de ovelha (1,4 %), leite de camelo (0,2%) e a produção de leite de equídeos é estimada em 0,1 % da produção mundial.

Segundo Massouras et al. (2017), nos últimos anos houve aumento significativo no consumo de leite asinino, embora não haja divulgação do produto e a oferta seja atrasada em relação à demanda pelo seu baixo rendimento na ordenha. Entretanto, o leite asinino despertou o interesse científico, sobretudo entre os alergologistas pediatras e nutricionista (GASTALDI et al., 2010), devido à sua composição nutricional (semelhante ao leite humano) e à sua propriedade antimicrobiana com capacidade de inibir o crescimento de microrganismos patogênicos como bactérias e alguns fungos e vírus devido a seu alto conteúdo em lisozima (PAPADEMAS et al., 2015; MARTINI et al., 2018). Segundo Salimei et al. (2004), a alergia à CMPA, é a alergia alimentar mais frequente na infância (0,3 a 7,5% das crianças). Sendo assim, o leite asinino é reconhecido com um suplemento alimentar adequado nutricionalmente e hipoalérgico para pacientes que sofrem pela CMPA (GIOSUÈ et al., 2008; MASSOURAS et al. 2017).

Entretanto, pela sua demanda e pela oferta ao consumidor, a produção de leite de asinino é muito diferente da produção leiteira tradicional como a produção de leite de vaca, cabra e búfala (SALIMEI, 2011; MASSOURAS et al. 2017). O leite de asinino é geralmente produzido a escala local, o que facilita a apresentar alta variação na composição, sendo que fatores como a raças, estágio de lactação e sistema de criação tem efeito na composição do leite, em comparação com o leite bovino que é produzido na escala industrial e apresenta composição padronizada nos teores de gordura e proteína (CLAYES et al., 2014).

2.2. Composição nutricional do leite asinino

O leite é considerado como o alimento que supre todas as necessidades nutricionais dos mamíferos recém-nascidos, é constituído principalmente de água, lipídeos, carboidratos e proteínas (caseínas e proteínas do soro) (PÁEZ et al., 2002). Os valores de matéria seca do leite de asinino variam de 8,45 a 9,13 g.100g⁻¹ (SALIMEI et al., 2004), valores similares ao do leite de égua (9,3 g.100g⁻¹), e valores menores que do leite humano (12,3 g.100g⁻¹) e do leite de vaca

(12,8 g.100g⁻¹), (GOU et al., 2007). Segundo Salimei et al. (2004) o teor de matéria seca não é influenciado por fatores como a raça, época do ano e números de ordenhas e apresenta teores similares ao longo dos dias de lactação.

As proteínas são os principais compostos que afetam diretamente as propriedades nutricionais e tecnológicas do leite (BARŁOWSKA et al., 2015). O teor de proteína total do leite de asinino é aproximadamente 1,5 g.100g⁻¹, semelhante ao do leite humano (1 g.100g⁻¹) e inferior ao do leite de vaca, cabra ou de ovelha (3,5, 3,4 e 6,2 g.100g⁻¹ respectivamente) (PARK et al., 2007; GUO et al., 2007; MASSOURAS et al., 2017). Além disso, no leite asinino o teor de proteína total diminui ao longo dos dias de lactação (ALTOMONTE et al., 2019; VALLE et al., 2018). O leite de monogástricos como os asininos e os humanos contém baixo teor de caseína (0,4 e 0,2 g.100g⁻¹ respectivamente) (IVANKOVIĆ et al., 2009). A caseína é a proteína mais abundante no leite, o teor de proteínas de soro no leite geralmente é menor em comparação à caseína (SALIMEI et al., 2004). No entanto, o leite asinino é caracterizado por possuir alto teor de proteínas no soro (50 %), e baixo teor de caseína (43 %) (ALTOMONTE et al., 2019). No leite de éguas e jumentas foram identificadas as proteínas α 1-caseína, α 2-caseína, β -caseína e κ -caseína (BARŁOWSKA et al., 2011; CHIANESE et al., 2010; UNIACKE-LOWE et al., 2010; SALIMEI; FANTUZ, 2012), sendo a β -caseína a mais representativa no leite asinino e leite humano (0,27 e 0,37 g.100g⁻¹) (MARTINI et al., 2018).

Os principais componentes das proteínas do soro do leite equídeo são a β -lactoglobulina, α -lactalbumina, imunoglobulinas e a albumina sérica (SALIMEI e FANTUZ, 2012). Além disso, esse leite é particularmente rico em lisozima e lactoferrina, duas proteínas do soro com massas moleculares de aproximadamente 14,4 kDa e 77,0 – 78,1 kDa, respectivamente (MASSOURAS et al., 2017), elas possuem propriedades antimicrobianas e resistência nas enzimas digestivas humanas (D’ALESSANDRO et al., 2011; MASSOURAS et al., 2017), com capacidade de inibir um grande espectro de patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacteriaceae* (PAPADEMAS et al., 2015). A lisozima possui capacidade de catalisar a hidrólise de das ligações glicosídicas β 1–4 entre os ácidos N–acetilmurâmico e N–acetilglucosamina dos polissacarídeos da membrana celular das bactérias (COSENTINO et al., 2013).

O leite asinino tem baixo teor de aminoácidos totais, pelo seu baixo teor proteico. No entanto, possui teores elevados de aminoácidos essenciais (38,2 %) quando comparado ao leite bovino (37,5%). Entretanto, este percentual de aminoácidos essenciais é inferior quando comparado ao leite humano (40,7 %) (GUO et al., 2007).

A lactose é o principal carboidrato presente no leite de asinino e sua concentração ($6,8 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) é semelhante à do leite de égua ($6,3 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e a do leite humano ($6,6 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e, mais elevada do que a do leite bovino ($5,0 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) ou de outros leites de ruminantes (SALIMEI et al., 2004; MASSOURAS et al., 2017; CUNSOLO et al., 2017); sendo o leite asinino não indicado para pessoas que sofrem de intolerância à lactose (PERNA et al., 2015).

Segundo Guo et al. (2007) a concentração de lactose do leite de asinino é constante ao longo da lactação, nutriente fornecedor de galactose, monossacarídeo considerado fundamental no desenvolvimento do cérebro das crianças. O alto teor de lactose do leite asinino é um fator benéfico para introduzi-lo em dietas infantis (RAGONA et al., 2016; DE SÁ ULIANA et al., 2016), é responsável pela boa palatabilidade do leite, além de ser importante para a otimização da absorção intestinal de cálcio, a qual é essencial para a mineralização dos ossos em crianças (ARECO et al., 2015; MASSOURAS et al., 2017); além disso, o alto teor de lactose ajuda na fermentação das bactérias ácido lácticas (BAL) (VÉNICA et al., 2018), o que ajuda da produção de iogurtes e bebidas lácteas.

O leite asinino tem o mesmo teor de cinza ($0,3 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) do leite de égua ($0,3 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), mais elevado que o do leite de humano e mais baixo que o do leite de vaca ($0,2$ e $0,6 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ respectivamente) (GUO et al., 2017). No entanto, o teor de cinza no leite asinino é afeitado pelos dias de lactação, apresentando teores maiores no início da lactação e reflete o baixo teor de minerais que tem o leite asinino (MASSOURAS et al., 2017). O leite asinino tem teor de Ca ($334,61 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$) mais baixo comparado ao leite de vaca ($1,16 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$) e outros ruminantes (FANTUZ et al., 2009; GAUCHERON, 2005). O teor de minerais como o Ca, Mg, Zn e Cu do leite asinino ($58,46$, $1,99$, $0,16 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$ respectivamente) é semelhante ao do leite de humano (275 , $33,5$, $1,55$, $0,8 \text{ mg}\cdot \text{kg}^{-1}$ respectivamente), (FANTUZ et al. (2009).

Os lipídeos são moléculas participantes da estrutura das gorduras, representando importantes funções no organismo como fontes energéticas, constituindo as membranas celulares e são importantes precursores de moléculas de sinalização celular (MARTIN et al., 2006). O valor calórico do leite asinino é baixo, em comparação ao leite humano. Isto devido a seu baixo teor de lipídeos (SALIMEI et al., 2004). Segundo Salimei et al. (2004) durante a lactação o teor de gordura pode variar de $0,10$ a $1,40 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Segundo Massouras et al. (2017), o teor de gordura do leite asinino é de $0,7 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, chegando a $1,28 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (ULIANA, et al., 2016). No entanto, o teor de lipídeos depende de fatores como raça, dieta, estado de lactação, fatores individuais, problemas de saúde e fatores ambientais (DEVLE et al., 2012).

Os lipídeos são moléculas importantes em várias funções fisiológicas como estrutura do tecido adiposo, como fontes energéticas, estrutura de membranas celulares e são importantes

precursores de moléculas de sinalização celular (MARTIN et al., 2006). O valor calórico do leite asinino é baixo, em comparação ao leite humano. Isto, devido a seu baixo teor de lipídeos (SALIMEI et al., 2004). Segundo Salimei et al. (2004) durante a lactação o teor de gordura pode variar de 0,10 a 1,40 g.100g⁻¹. Segundo Massouras et al. (2017), o teor de gordura do leite asinino é de 0,7 g.100g⁻¹, chegando a 1,28 g.100g⁻¹ (ULIANA, et al., 2016). No entanto, o teor de lipídeos depende de fatores como raça, dieta, estado de lactação, fatores individuais, problemas de saúde e fatores ambientais (DEVLE et al., 2012).

Além disso, são os compostos com maior variação entre espécies, nos equídeos dos lipídeos totais do leite 80 % são triacilglicerídeos (TAG), conteúdo menor em comparação ao leite de outras espécies como leite humano e ou vaca (97 % – 98 % são TAG) (SALIMEI; FANTUZ, 2012), suas propriedades físicas e químicas são um reflexo dos ácidos graxos (AGs) que o compõem (JENSEN et al., 1990; DEVLE et al., 2012). Os AGs do leite são metabolizados por quatro vias principais: diretamente da dieta, síntese de novo na glândula mamária, formação a partir da degradação bacteriana e liberação das reservas de gordura corporal (HOFFMAN et al., 1998; STOOP et al., 2009). No entanto, fatores como estágio de lactação, número de partos, tipo de alimentação e idade das fêmeas tem um efeito direto no perfil de AG do leite (MASSOURAS et al. 2017; PIETRZAK-FIEĆKO et al., 2013; PARK, 2006). O leite dos equídeos como a jumenta e a égua é caracterizado por conter menor de ácidos graxos saturados (AGS) (57,20 e 46,00 g.100g⁻¹, respectivamente) em comparação com animais ruminantes como a vaca (70,15 g.100g⁻¹), cabra (71,21 g.100g⁻¹) e ovelha (72,23 g.100g⁻¹) (PARK et al., 2007; MEDHAMMAR et al., 2011; SALIMEI; FANTUZ, 2012). Isto, devido à alta atividade metabólica das bactérias ruminais no processo de hidrogenação (HOFFMAN et al., 1998). No entanto, em monogástricos a maior proporção de AGs de cadeia curta (4 a 8 carbonos) e AGs cadeia média (10 a 14 carbonos) são sintetizados, exclusivamente da síntese de novo e os AGs de cadeia longa (> 16 carbonos) são derivados da absorção de circulação lipídios, enquanto a AG com 16 carbonos é originária de ambas as fontes, sínteses de novo e diretamente da dieta (LIU et al., 2016).

No entanto, os equídeos são caracterizados por possuir maior percentual de ácidos graxos monoinsaturados (AGM) (25,15 g.100g⁻¹ no leite de jumenta e 31,5 g.100g⁻¹ no leite de égua, respectivamente) e poli-insaturados (AGP) (22,85 g.100g⁻¹ no leite de jumenta e 31,5 g.100g⁻¹ no leite de égua, respectivamente), quando comparado ao leite de ruminantes (CLAYES et al., 2014; SALIMEI; FANTUZ, 2012). Os ácidos graxos insaturados (AGI) são precursores de hormônios (prostaglandinas e tromboxanos), que ajudam na prevenção de doenças cardiovasculares, autoimunes e inflamatórias (IVANKOVIĆ et al., 2009; MARTIN et

al., 2006). Existem outros tipos de lipídios que estão em menor concentração no leite, dentre os quais destacam-se os diacilglicerídeos, monoacilglicerídeos, fosfolipídios, AG livres, esteróis e alguns hidrocarbonetos (FAGAN et al. 2004).

2.3. Produtos lácteos de leite asinino

Mundialmente, o número de espécies de mamíferos utilizados para a produção de leite tem aumentado, principalmente o leite de espécies não-ruminantes como os equídeos, tem recebido atenção como alternativa ao leite de vaca devido a alta demanda por alimentos com benefícios dietéticos e propriedades terapêuticas (COPPOLA et al., 2002; ADDO; FERRAGUT, 2015). No entanto, por fatores como a demanda e a produção a nível industrial atualmente a espécie bovina é a mais utilizada para a produção de leite (BARŁOWSKA et al., 2011). O principal problema para o uso do leite asinino na produção de leite e derivados lácteos está relacionado com a baixa disponibilidade, que é responsável pelo alto custo por litro de leite (VINCENZETTIA et al., 2018; MASSOURAS et al. 2017), o asinino tem baixa produção, de $0,3 - 1,2 \text{ kg}\cdot\text{dia}^{-1}$ (DI RENZO; ALTIERI; GENOVESE, 2013; SALIMEI et al., 2004). Além disso, o leite asinino apresenta um baixo rendimento para a produção de derivados lácteos, principalmente pelo baixo teor de proteínas e gordura, considerados os compostos com maior valor econômico do leite, que tem grande impacto no valor nutricional, na qualidade e processo tecnológico de produção (MADALENA, 2000; CHIAVARI et al., 2005; KRUIF et al., 2012). Diversos estudos têm misturado o leite asinino com outros tipos de leite na produção de queijos para aumentar o rendimento e melhorar a textura em termos de firmeza e consistência dos produtos finais (ŠARIĆ et al., 2016; NIRO et al., 2017; FACCIA et al., 2018).

O leite asinino tem elevado teor de lisozima ($0,15 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) quando comparado ao leite de outras espécies como vaca e cabra ($0,00013 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ e $0,042 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, respectivamente), a lisozima é uma enzima com ação antimicrobiana o que influencia na seleção e no crescimento bacteriano do leite e em seus derivados lácteos, no entanto, não inibe o crescimento das BAL (PAPADEMAS et al., 2015; CHIAVARI et al., 2005). Estudos demonstram que as BAL têm maior população no leite de asininos (COLAVITA et al., 2011; PAPADEMAS et al., 2015) contribuindo com uma população baixa ou ausência de bactérias patogênicas. Chiavari et al. (2005) relatam que o leite de asinino pode ser facilmente utilizado para a produção de bebidas fermentadas com cepas probióticas de BAL com alto grau de viabilidade após fermentação e armazenamento, sendo assim um bom meio para culturas iniciadoras. BALs como *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus*

thermophilus Lactobacillus fermentum, *Lactobacillus plantarum*, (COPPOLA et al., 2002; CHIAVARI et al., 2005; PERNA et al., 2015; TIDONA et al., 2015; PAPADEMÁS et al., 2015; TURCHI et al., 2017), têm demonstrado ter uma boa viabilidade no leite asinino.

2.4. Alimentos funcionais

Nas últimas décadas os consumidores têm modificados suas exigências, pressionando mudanças na produção e exigindo alimentos com propriedades cada vez melhores, como baixo teor calórico, baixo teor de gordura, sabor agradável, e além disso, com efeitos benéficos na saúde (YOUNG, 2000; BIGLIARDI; GALATI, 2013; OLIVEIRA et al., 2009). Os alimentos funcionais abordam esse problema, são um grupo grande e heterogêneo de alimentos que fornecem benefício à saúde além da nutrição básica (PERNA et al., 2015). Uma definição mais ampla dos alimentos funcionais, especifica quatro categorias de acordo a sua produção: (a) modernização, melhoramento por adição de uma substância que já está presente no produto; (b) substituição, substituindo um componente por uma substância similar, mais saudável; (c) enriquecimento, adicionando uma substância não presente no produto básico; e (d) eliminação, removendo um componente não íntegro (POULSEN et al., 1999).

O termo “alimento funcional” foi introduzido no Japão em meados dos anos 80. Esse tipo de alimento é conhecido no mercado japonês como "*Foods for Specified Health Use*" Alimentos para Uso Específico na Saúde (FOSHU) (IWATANI; YAMAMOTO 2019; COSTA et al., 2013). Segundo Al-Sheraji et al, (2013), ao consumo de alimentos funcionais tem efeitos benéficos à saúde relacionados, como redução do risco de câncer, redução do risco de doenças cardíacas, melhora da saúde gastrointestinal, efeitos anti-inflamatórios, redução da pressão arterial, atividades antibacterianas e antivirais, redução dos efeitos da osteoporose e antiobesidade.

Nesse sentido, deve-se ressaltar que o potencial para promover a saúde se restringe à prevenção de doenças e não à cura delas (AL-SHERAJI et al., 2013). Geralmente, os alimentos funcionais são enriquecidos por ingredientes naturalmente presentes ou adicionados a alimentos, os principais de ingredientes usados são os probióticos (microrganismos), prebióticos (compostos como fibras) e ou simbióticos (mistura de microrganismos e fibras) (PESHEV, D.; VAN DEN ENDE, 2014; GRAJEK et al., 2005). Os microrganismos que se encontram no sistema digestivo do humano e animais, impactam nas funções fisiológicas do hospedeiro. Sendo, que deve se manter um equilibrado da microbiota o que pode ser assegurado por dietas com probióticos, prebióticos e simbólicos (SAAD, 2006).

2.4.1. Probióticos

A FAO (2001), define os probióticos como microrganismos vivos, que administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro. Os microrganismos probióticos são derivados de diferentes gêneros e espécies e foram estudados em parâmetros de que benefícios à saúde e redução no risco de doenças. Espécies de bactérias ácido lácticas como a *Lactobacillus*, *Streptococcus* e *Enterococcus*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium* e *Bacillus* são principalmente usadas como probióticos que são consumidos geralmente em produtos lácteos fermentados, como iogurtes ou culturas liofilizadas (ROBERFROID, 2000; SANDERS et al., 2010; PINTO et al. 2017). Além disso, alguns microrganismos com propriedades probióticas como as leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) e as BALs, tem propriedades fermentativa e atuam como culturas iniciadoras na produção de produtos fermentados (SANDERS et al., 2010; COSTA et al., 2013).

As BAL são um grupo diverso de microrganismos, algumas são habitantes naturais do trato intestinal e outras como as bactérias fermentativas produtoras de ácido láctico, geralmente são utilizadas na indústria de alimentos, conferindo sabor, textura e proporcionando propriedades conservantes aos alimentos (GRAJEK et al., 2005). Segundo Oliveira et al., (2009) os probióticos mais comuns utilizados em produtos lácteos funcionais pertencem aos gêneros *Lactobacilos*, *Bifidobacterias*, *Estreptococos* e *Saccaromices*. As espécies do gênero *Lactobacillus* inibem o crescimento de bactérias patogênicas, estimulam a função imunológica e aumentam a biodisponibilidade de nutrientes e minerais alimentares, incluindo a subespécie *bulgaricus* de *L. delbrueckii*, normalmente usada no iogurte tradicional (FERNANDEZ; MARETTE, 2017). O alimento funcional deve conter entre 10^{-6} e 10^{-8} UFC.g⁻¹ para ser considerado alimento funcional e que além disso, possa brindar um efeito na suade do consumidor (MONDRAGÓN-BERNAL et al., 2017).

2.4.2. Prebióticos

Prebióticos são carboidratos não digestíveis, que tem um efeito benéfico na saúde, aumentando a proliferação e melhorando a atividade das bactérias desejáveis do cólon (ROBERFROID, 2000; AL-SHERAJI. et al., 2013). Carboidratos como os dissacarídeos, oligossacarídeos, polissacarídeos e amidos resistentes são considerados de carboidratos não digestíveis (SAAD, 2006; AL-SHERAJI et al., 2013). Os galactooligossacarídeos,

frutooligossacarídeos, inulina e seus hidrolisados, maltooligossacarídeos e amido resistente são prebióticos normalmente utilizados na dieta humana (AL-SHERAJI et al., 2013). No entanto, são resistentes à atividade enzimática do sistema digestivo e chegam até o intestino delgado, onde, são utilizados como fonte de alimentos pelas bactérias probióticas e pelas bactérias intestinais (AL-SHERAJI et al., 2013; COSTA et al., 2013), essas bactérias desempenham um papel fundamental na nutrição e saúde. Os prebióticos são capazes de estimular seletivamente o crescimento e a atividade da microbiota intestinal, particularmente *Lactobacilos* e *Bifidobacterias* (ESPÍRITO SANTO et al., 2012).

2.4.3. Iogurte

As atividades metabólicas das BALs diminuem o pH do leite, produzindo leite fermentado e causando alterações físico-químicas, sensoriais e microbiológicas nos produtos (CASAROTTI et al., 2014). O iogurte é o leite fermentado mais popular e consumido, resultante da acidificação do leite pela ação metabólica de duas espécies de BAL, *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii sub sp. Bulgaricus* (ESPÍRITO SANTO et al., 2013). As BALs são um grupo de microrganismos conhecidos pela produção de ácido lácticos através da fermentação dos carboidratos presentes no alimento. Além disso, as BALs produzem outros ácidos orgânicos, e compostos que contribuem para o sabor característico e a textura do iogurte (VÉNICA et al., 2018). Durante o processo de produção do iogurte as BALs diminuem o pH do leite causando câmbios nas propriedades físico-químicas e sensoriais do leite. Durante a acidificação do leite, o pH vai atingindo o ponto isoelétrico (4,6), quebrando, parcialmente as micelas de caseínas, as quais se ligam entre si formando uma matriz proteica tridimensional na qual a fase líquida do leite é imobilizada, irá contribuir na textura geral e às propriedades organolépticas do iogurte (SENDRA et al., 2010; DAMIAN, 2013).

Nos últimos anos, os iogurtes têm ganhado popularidade e um dos produtos lácteos que mais cresceu em vendas nos últimos anos (principalmente por suas propriedades nutricionais e terapêuticas, e pelas pessoas que sofrem de distúrbios intestinais) (STAFFOLO et al., 2004; GHADGE; PRASAD; KADAM, 2008; MOHAMED et al., 2014). Além disso, possui propriedades nutricionais como fornecedor de proteínas de alta qualidade, como fonte de minerais como o cálcio, fósforo e potássio, juntamente com quantidades significativas de várias vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina, cobalamina e uma fonte valiosa de ácido fólico) (MCKINLEY, 2005; GHADGE; PRASAD; KADAM, 2008).

Segundo Sendra et al. (2010), as características reológicas do iogurte são regidas pelo tipo e qualidade de cultura iniciadora empregada para inocular o leite, assim como pela composição do leite, temperatura e tempo de pré-tratamento térmico do leite, temperatura de fermentação e condições de armazenamento do produto. A composição do leite em termos de porcentagem de proteínas, gordura e carboidratos, desempenham um papel determinante no processo de fermentação, além disso, a composição do leite tem um efeito na viabilidade e nas atividades metabólicas da cultura iniciadora, e dessa forma tem um efeito direto no tempo de fermentação e nas características do produto final (VÉNICA et al., 2018). As propriedades organolépticas, reológicas, de textura e microestrutura do iogurte dependem de vários fatores, como processo de fermentação, tipo de leite, culturas iniciadoras e linhagens probióticas, condições de embalagem e armazenamento (ESPÍRITO SANTO et al., 2013; FAZILAH. et al., 2018).

Segundo Staffolo et al. (2004), durante muito tempo, o iogurte por sí só, foi reconhecido como um alimento saudável, devido à ação benéfica de suas bactérias que competem com bactérias patogênicas no trato digestório, além de ser uma importante fonte nutricional. Atualmente, os produtos fermentados surgem pela demanda do mercado por produtos que tenham benefícios na saúde além da nutrição própria do alimento, estimulando assim, o desenvolvimento de novos produtos lácteos (PERNA et al., 2015).

Recentemente, tem-se utilizado o leite de asinino na produção de produtos lácteos, no entanto, devido ao baixo teor de sólidos totais do leite asinino tem sido misturado com outros tipos de leite (vaca e cabra) com o objetivo de aumentar o rendimento do leite (CHIAVARI et al., 2015; NIRO et al., 2017; FACCIA et al., 2018). O leite asinino tem um alto conteúdo de lactose que ajuda no crescimento das BAs, as quais se alimentam de carboidratos e produzem ácido láctico (PERNA et al., 2015). Algumas bactérias do gênero *Lactobacillus* tem demonstrado uma alta capacidade de fermentação do leite asinino, além de ter uma boa viabilidade nos produtos lácteos a base de leite asinino (COPPOLA et al., 2002; CHIAVARI et al., 2005; PERNA et al., 2015; TIDONA et al., 2015; PAPADEMÁS et al., 2015; TURCHI et al., 2017).

2.4.4. Fibras dietéticas e espessantes

As fibras dietéticas (FD) são definidas como partes de tecidos vegetais ou carboidratos (polissacarídeos; hemicelulose, celulose, lignina, pectinas e ceras) que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado humano, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso (AACC, 2011; TOMIC et al., 2017). As FD podem causar alterações na

biodisponibilidade de nutrientes, textura ou sabor do produto (STAFFOLO et al., 2004). Alimentos com elevados teores de fibra, como os cereais, frutas e vegetais, têm um efeito positivo na saúde, uma vez que seu consumo está relacionado à diminuição várias doenças crônicas como câncer do intestino grosso, doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes mellitus e constipação, entre outras (RAMIREZ et al., 2010; RODRÍGUEZ et al., 2006). Com base na sua digestibilidade aparente, as FD são classificadas como fibras insolúveis ou solúveis em água (RODRÍGUEZ et al., 2006).

Segundo Sales et al. (2008) a depender de sua solubilidade as FD terão diferentes benefícios na saúde, sendo que as FD insolúveis ajudam reduzir o tempo de trânsito intestinal e aumentam o volume fecal levando à diminuição da constipação intestinal, e as FD solúveis diminuem a velocidade de esvaziamento gástrico, da absorção da glicose e do colesterol, permitindo melhor controle dos níveis plasmáticos, promovendo redução do risco de doenças cardiovasculares e diabetes, além de contribuir com a saciedade. As FD insolúveis ocorrem pela ação de bacterinas presentes no trato digestivos (RODRÍGUEZ et al., 2006). A inclusão de fibras alimentares em produtos lácteos é de crescente interesse no desenvolvimento dos alimentos funcionais (TOMIC et al., 2017).

As fibras derivadas de frutas e vegetais têm uma proporção consideravelmente maior de fibra solúvel, enquanto as fibras de cereais contêm celulose e hemicelulose mais insolúveis (FIGUEROLA et al., 2005). As frutas tropicais, geralmente, são utilizadas na produção de sucos. No entanto, coprodutos destes processos, como o bagaço, contêm altos níveis de compostos bioativos (vitaminas, minerais, antioxidantes polifenólicos e fibra alimentar), que podem ter efeitos positivos à saúde e contribuir para a prevenção de algumas doenças como câncer, doenças cardiovasculares e diabetes, entre outras (LÓPEZ-VARGAS et al. 2013). Entretanto, na produção de sucos, cerca de 65-70% em peso da matéria-prima são perdidos, acarretando sérios problemas ambientais no seu descarte (CHEOK et al., 2018). No entanto, foi demonstrado que algumas fibras de co-produtos de frutas apresentam propriedades funcionais como retenção de água, inchaço, formação de gel, ligação de ácidos biliares e capacidades de troca catiônica (ESPÍRITO-SANTO et al., 2012a), características que tornam esses coprodutos potenciais ingredientes para a indústria alimentícia.

Durante a fermentação do iogurte, a alta produção de ácido lácticos pelas BALs desmuniu o pH (4,4 – 4,6), quebrando as proteínas (micelas de caseínas). As micelas de caseína que precipitam durante a fermentação do iogurte formam um gel, que propicia a textura característica do iogurte (ESPÍRITO-SANTO et al., 2013). No entanto, a fonte láctea, bactérias iniciadoras, processo de produção e tipo de estocagem, afetam as propriedades sensoriais,

reológicas, texturas do iogurte. As FD de origem vegetal (frutas, vegetais e cereais), além de conter alto teor de vitaminas, minerais e compostos antioxidantes, elas são fonte de celulose, hemicelulose, lignina e pectina, polissacarídeos com função de espessante (STAFFOLO et al., 2004; PADAYACHEE et al., 2017). Sendo assim, diversos estudos têm usado fibras de fontes de cereais (GÜLER-AKIN et al., 2016), vegetais (STAFFOLO et al., 2004; JANUÁRIO et al., 2017; SENADEERA et al., 2018), e frutas (ESPÍRITO-SANTO et al., 2013; SAH et al., 2016; COSTA et al., 2015; WANG et al., 2019a), com a finalidade de aumentar as propriedades pseudoplásticas do iogurte.

2.4.4.1. Fibra de Maracujá

O maracujá pertence à família *Passifloraceae*, originário da região Tropical das Américas, mais de 500 espécies são encontradas em todo o mundo, no entanto, apenas cerca de 20 variedades são comestíveis e cultivadas (MALACRIDA; JORGE, 2012); o maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) é a espécie mais cultivada, presente em 95% dos pomares (MELETTI et al. 2005; MALACRIDA; JORGE, 2012). No Brasil, em 2019 foram cultivados cerca de 41.090 ha de maracujá amarelo (IBGE, 2020), sendo Brasil o maior produtor de maracujá mundialmente. A fruta do maracujá é encontrada no mercado em forma natural e utilizada na produção de suco, sorvetes, refrigerantes, balas, entre outros (MELETTI et al. 2005). Nos últimos anos o consumo de suco industrializado de maracujá vem aumentando (ALMEIDA et al., 2015) atualmente, na indústria de produção de sucos, o 52 % são resíduos, e 45 a 52 % desses resíduos é casca e 1 a 4 % é pele. Além disso aproximadamente 85% da casca pode ser utilizada, enquanto as sementes são de apenas 17% (ALMEIDA et al., 2015; CHEOK et al., 2018).

Os resíduos de maracujá têm alto conteúdo de pectina, carboidrato muito utilizado na indústria de alimentos. A pectina é extraída a partir de cascas de maracujá, e é considerada uma maneira eficaz de utilizar os resíduos de maracujá (CHEOK et al., 2018). Os resíduos de maracujá são ricos em fibras o que ajuda a dar propriedades de retenção de água, melhoramento da viscosidade e conservação, em produtos lácteos, alimentos cozidos ou produtos com carne cozida (LÓPEZ-VARGAS et al., 2013). Além disso, a casca é caracterizada por possuir propriedades funcionais como anti-hipertensivo, hipocolesterolêmico e redução do nível de glicose no sangue foram atribuídas à casca do maracujá (ESPÍRITO-SANTO et al., 2012b). O maracujá tem elevado teor de ácido ascórbico, carotenoides, fenólicos e flavonoides, e outros

compostos aromáticos, tais como tióis voláteis, terpenos, ésteres de ácidos graxos, álcoois entre outros (TALCOTT et al., 2003).

No caso do maracujá, a casca e semente são, principalmente, utilizados para a elaboração de alimentos funcionais com alto conteúdo de fibra como farinha de casca de maracujá para o desenvolvimento de biscoitos (ISHIMOTO et al., 2007), barras de cereais (GOMES et al., 2010), doces em calda a partir das cascas do maracujá (OLIVEIRA et al., 2002), galeias de maracujá a partir da casca (LIRA; JACKIX, 1996), sobremesa láctea produzida com soro de leite e maracujá integral (casca semente e polpa) (HENRIQUE et al., 2009) e iogurtes enriquecidos com fibra de maracujá (ESPÍRITO-SANTO et al., 2012b; 2013).

2.4.4.2. Fibra de Maçã

A maçã (*Malus doméstica*) da família *Rosaceae* é uma das frutas mais consumidas, sendo a quarta fruta mais cultivada em todo o mundo (KONARSKA, 2013; AHMAD et al., 2020). É considerada como fonte de fibra de proporções equilibradas entre as frações de fibras insolúveis (lignina, celulose e hemiceluloses, oligossacarídeos não digeríveis) e solúveis (pectinas, b-glucanas, gomas galactomananas, incluindo inulina) no sistema digestivos pela ação das enzimas digestivas (ISSAR et al., 2017; O'SHEA et al., 2012). Segundo Guiné (2012), atualmente o mercado mundial de maçãs é dominado, por variedades que tem resistência a doenças, ao frio e que além disso apresentam bom aspeto (cor, forma), textura e que tenha um bom rendimento na produção de sucos. O componente mais elevado na composição da fruta de maçã é a água (80 %), sendo o suco principal produto do processamento da maçã, onde a fruta inteira é prensada para a extração do suco (O'SHEA et al., 2012; GRIGORAS et al., 2013). A maçã é uma importante fonte de vitaminas (A e C, B1, B2 e B5), e minerais (Mn, C, K, P, Na, Mg, S, Cl e Fe) (GUINÉ, 2012; ISSAR et al., 2017). No entanto, o conteúdo em sais minerais e vitaminas dependem das variedades, do clima e do estado de maturação do fruto (GUINÉ, 2012).

O bagaço de maçã pode representar 20 – 40 % do peso das frutas processadas, dependendo da tecnologia utilizada no processo de extração do suco (GONCU et al., 2017); o bagaço de maçã contém 54% de polpa, 34 % de casca, 7 % de sementes, 4 % de núcleo e 2 % de caule (PAGANINI et al., 2005; AHMAD et al., 2020). Geralmente, o bagaço é utilizado na alimentação animal, na incorporação em alimentos, na produção de compostos como etanol (fermentação em estado sólido), aromas, gás natural, ácido cítrico, pectinas, enzimas, cogumelos, extração de fibras e carvão vegetal (PAGANINI et al., 2005).

As propriedades funcionais do bagaço de maçã destacam-se pela presença de pectina, ao contrário dos cereais, há uma porcentagem mais alta da fração de fibra solúvel na fibra de maçã. A pectina é utilizada em alimentos como substância gelificante, espessantes e pode ser também utilizada como estabilizante. É um polímero que afeta positivamente a saúde, reduz o colesterol e atrasa o esvaziamento gástrico (WANG et al., 2019b). Wang et al. (2019a), relatam que o pó de bagaço de maçã, apresenta boa capacidade de retenção de água, solubilidade e inchaço, além de capacidade de melhorar a viscosidade do leite.

2.4.4.3. Inulina

A inulina, é um polissacarídeo pertencente à classe das frutanas, constituído de 2 a 150 subunidades de frutose ligadas entre si por um enlace β (2-1) a uma unidade terminal de glicose. A inulina pode ser obtida a partir de plantas e vegetais (COSTA et al., 2013; MUZAMMIL et al., 2017) no entanto, a inulina que é comercializada é extraída principalmente de raízes de chicória (*Cichorium intybus*), o processo de extração é realizado com água quente (50 – 100 °C), e posteriormente é realizado um processo de purificação e cristalização, permitindo que a inulina seja comercializada na forma de pó, sem odor, sabor neutro (VILLEGAS; COSTELL 2007; COSTA et al., 2013; SHOAIB et al., 2016).

A inulina não é digerida no trato gastrointestinal humano e atua como fibra alimentar, considera-a como um prebiótico, auxiliando no crescimento de espécies de BALs como a *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* no cólon, aumentando a biodisponibilidade de minerais como cálcio e ferro, aumentando as atividades antioxidantes e melhorando as funções imunológicas (COSTA et al., 2013; HELAL et al., 2018; SARWAR et al., 2019). A inulina é um dos prebióticos mais estudados e amplamente utilizados, com propriedades tecnológicas e nutricionais vantajosas (HELAL et al., 2018; COSTA et al., 2015). É utilizada como substituto de gordura na indústria alimentícia, pois sua capacidade de formar micro-cristais capazes de capturar grande quantidade de água, cria uma textura fina e cremosa que proporciona uma sensação semelhante à da gordura na boca (VILLEGAS; COSTELL, 2007; HELAL et al., 2018).

2.4.4.4. Goma de Xantana

Bactérias do gênero *Xanthomonas* tem a capacidade de produzir biopolímero extracelular conhecido como goma xantana (GX) (ASSIS et al., 2014; KUMAR et al., 2018).

A GX está composta por unidades de D-glucose ligadas por um β -1,4, no entanto, dentro de sua composição podem ser encontrados diferentes resíduos de sacarídeos (manose (β -1,4), ácido glucurônico (β -1,2) e manose (α -1,3)) (SHARMA et al., 2006; PALANIRAJ; JAYARAMAN 2011). A GX é solúvel em água, resiste variações no pH e na temperatura, o que facilita sua utilização no processamento de alimentos, confere propriedades reológicas, como o aumento da viscosidade (alimentos líquidos) e aumento da elasticidade (alimentos sólidos).

A GX tem altas propriedades pseudoplástica, melhorando a textura, aumenta a firmeza e ajuda na retenção de água prevenindo a sinergia no iogurte, molhos e polpas de frutas e vegetais (KUMAR et al., 2018; HABIBI; KHOSRAVI-DARANI 2017). Em 1969, a GX foi aprovada pela FDA (*Food and Drug Administration*) para aplicação como aditivo alimentar (estabilizante e emulsificante) sem restrições (EL-SAYED et al., 2002; HABIBI; KHOSRAVI-DARANI, 2017). No Brasil, existem decreto (Lei nº 55.871), onde se autoriza a utilização da GX como um aditivo alimentar (ASSIS, 2013).

2.5. Flavorizantes

Pelas características físico químicas e baixo pH, o iogurte é uma bebida com sabor caracterizado como ácido; por motivo é comum a utilização de polpa de frutas como flavorizantes para incrementar as características sensoriais de aparência, cor, sabor e odor dos iogurtes com impacto positivo na aceitação e consumo dos produtos. As frutas, além de influenciar na aparência e sabor dos iogurtes, são fontes de antioxidante e fibras que podem agir com função prebiótica. No Brasil, são utilizadas diversas frutas (morango, pêssego, ameixa, abacaxi, uva, etc) como flavorizantes de produtos lácteos. Segundo estudo realizado no Sudeste brasileiro por Ribeiro et al. (2010) os consumidores preferem os iogurtes saborizados, principalmente os saborizados com morango, coco, pêssego e ameixa.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS). The definition of dietary fibre. **Cereal Food World**, v. 46, No. 3, p 112 – 126, 2001.
- ADDO, C. N. A.; FERRAGUT, V. Evaluating the ultra-high pressure homogenization (UHPH) and pasteurization effects on the quality and shelf life of donkey milk. **International Journal of Food Studies**, v. 4, n. 1, 2015.
- AHMAD, I. et al. Effect of polyphenol from apple peel extract on the survival of probiotics in yoghurt ice cream. **International Journal of Food Science + Technology**. 2020
- ALMEIDA, J. M. et al. Passion fruit peel as novel substrate for enhanced β -glucosidases production by *Penicillium verruculosum*: Potential of the crude extract for biomass hydrolysis. **Biomass and bioenergy**, v. 72, p. 216-226, 2015.
- ALTOMONTE, I. et al. Donkey and human milk: Insights into their compositional similarities. **International Dairy Journal**, v. 89. p. 11 – 118, 2019.
- ARECO, V. et al. Dietary and pharmacological compounds altering intestinal calcium absorption in humans and animals. **Nutrition research reviews**, v. 28, n. 2, p. 83-99, 2015.
- ASSIS, D. J. et al. A study of the effects of aeration and agitation on the properties and production of xanthan gum from crude glycerin derived from biodiesel using the response surface methodology. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 172, n. 5, p. 2769-2785, 2014.
- AL-SHERAJI, S. H. et al. Prebiotics as functional foods: A review. **Journal of functional foods**, v. 5, n. 4, p. 1542-1553, 2013.
- BARŁOWSKA, J. et al. Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 10, n. 6, p. 291 – 302, 2011.
- BIGLIARDI, B.; GALATI, F. Innovation trends in the food industry: the case of functional foods. **Trends in Food Science; Technology**, v. 31, No. 2, p. 118-129, 2013.
- BLASI, F. et al. Results of stereospecific analysis of triacylglycerol fraction from donkey, cow, ewe, goat and buffalo milk. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 1, p. 1-7, 2008.
- CAMILLO, F. et al. The current situation and trend of donkey industry in Europe. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 65, p. 44-49, 2018.
- CASAROTTI, S. N. et al. Influence of the combination of probiotic cultures during fermentation and storage of fermented milk. **Food Research International**, v. 59, p. 67 – 75, 2014.
- CAVALLARIN, L. et al. A survey on the milk chemical and microbiological quality in dairy donkey farms located in NorthWestern Italy. **Food Control**, v. 50, p. 230 – 235, 2015.
- CHEOK, C. Y. et al. Current trends of tropical fruit waste utilization. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 58, n. 3, p. 335-361, 2018.
- CHIAVARI, C. et al. Use of donkey's milk for a fermented beverage with *lactobacilli*. **Le Lait**, v. 85, n. 6, p. 481-490, 2005.

- CHIANESE, L. et al. Proteomic characterization of donkey milk “caseome”. **Journal of Chromatography A**, v. 1217, p. 4834 – 4840, 2010.
- CLAYES, W. L. et al. Consumption of raw or heated milk from different species: an evaluation of the nutritional and potential health benefits. **Food Control**, v. 42, p. 188- 201, 2014.
- COLAVITA, G.; AMADORO, C.; SALIMEI, E. Latte di asina: aspetti igienico-sanitari e normativi. **Argomenti SIVEMP**, v. 3, p. 61 – 70, 2011.
- COPPOLA, R. et al. Behaviour of *Lactobacillus rhamnosus* strains in ass's milk. **Annals of Microbiology**, v. 52, n. 1, p. 55 – 60, 2002.
- COSENTINO, C. et al. Jenny milk as an inhibitor of late blowing in cheese: A preliminary report. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 6, p. 3547 – 3550, 2013.
- COSTA, M. P. et al. Leite fermentado: potencial alimento funcional. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 1387-1408, 2013.
- COSTA, M. P. et al. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) pulp, probiotic, and prebiotic: Influence on color, apparent viscosity, and texture of goat milk yogurts. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 9, p. 5995-6003, 2015.
- CUNSOLO, V. et al. Proteins and bioactive peptides from donkey milk: The molecular basis for its reduced allergenic properties. **Food research international**, v. 99, p. 41-57, 2017.
- DAMIAN, C. Influence of dietary fiber addition on some properties of yoghurt. **Analele Universitatii" Ovidius" Constanta-Seria Chimie**, v. 24, n. 1, p. 17-20, 2013.
- D’ALESSANDRO, A. G. et al. Dietary verbascoside supplementation in donkeys: effects on milk fatty acid profile during lactation, and serum biochemical parameters and oxidative markers. **animal**, v. 11, n. 9, p. 1505-1512, 2017.
- D’ALESSANDRO, A. G. et al. Major whey proteins in donkey’s milk: effect of season and lactation stage. Implications for potential dietary interventions in human diseases. **Immunopharmacology and Immunotoxicology**, v. 33, No. 2, p. 259–265, 2011.
- D’ARVAL, C. 1912. Il latte nella produzione e nell’igiene dell’alimentazione. Milano, Italy: Antonio **Vallardi Editore**, Capítulo 2.
- DE SÁ ULIANA, I.C., COSTA, B.H.V., BIAVA, J.S. Avaliação da qualidade química do leite de jumentas da raça Pêga. **Rev. Acad. Ciênc. Anim**, v. 14, p. 245-255, 2016.
- DEVLE, H. et al. A comparative study of fatty acid profiles in ruminant and non-ruminant milk. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 114, n. 9, p. 1036-1043, 2012.
- DI RENZO, G. C.; ALTIERI, G.; GENOVESE, F. Donkey milk powder production and properties compared to other milk powders. **Dairy Science; Technology**, v. 93, p. 551 – 564, 2013.
- EL-SAYED, E. et al. Utilization of laboratory-produced xanthan gum in the manufacture of yogurt and soy yogurt. **European Food Research and Technology**, v. 215, n. 4, p. 298-304, 2002.

- ESPÍRITO-SANTO, A. P. et al. Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. **International Journal of Food Microbiology**, v. 154, n. 3, p. 135-144, 2012a.
- ESPÍRITO-SANTO, A. P. et al. Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. **LWT-Food Science and Technology**, v. 47, n. 2, p. 393-399, 2012b.
- ESPÍRITO-SANTO, A. P. et al. Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 224-231, 2013.
- FACCIA, M. et al. Technological attempts at producing cheese from donkey milk. **Journal of Dairy Research**, v. 85, n. 3, p. 327-330, 2018.
- FAGAN, P.; WIJESUNDERA, C.; WATKINS, P. Determination of mono- and diacylglycerols in milk lipids. **Journal of Chromatography**, v. 1054, p. 251-259, 2004.
- FANTUZ, F. et al. Ca, Mg, Zn, Fe, Cu and Mn content of ass's milk. **Italian Journal of Animal Science**, 8(Suppl. 2), p. 703-705, 2009.
- FAO, OMS. Regulatory and clinical aspects of dairy probiotics. **FAO and OMS Expert Consultation Report. Working group Report (online)**, 2001.
- FAZILAH, N. F. et al. Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. **Journal of functional foods**, v. 48, p. 387-399, 2018.
- FERNANDEZ, M. A.; MARETTE, A. Potential health benefits of combining yogurt and fruits based on their probiotic and prebiotic properties. *Advances in Nutrition*, v. 8, n. 1, p. 155S-164S, 2017.
- FIGUEROLA, F. et al. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. **Food Chemistry**, v. 91, n. 3, p. 395-401, 2005.
- GAUCHERON, F. The minerals of milk. **Reproduction Nutrition Development**, v. 45, n. 4, p. 473 – 483, 2005.
- GASTALDI, D. et al. Donkey's milk detailed lipid composition. **Frontiers in Bioscience**, v. 2, p. 537-546, 2010.
- GIOSUÈ, C. et al. Jennet milk production during the lactation in a sicilian farming system. **Animal**, v. 2, p. 1491 – 1495, 2008.
- GHADGE, P. N.; PRASAD, K.; KADAM, P. S. Effect of fortification on the physico-chemical and sensory properties of buffalo milk yoghurt. **Electronic journal of environmental, agricultural and food chemistry**, v. 7, n. 5, p. 2890-9, 2008.
- GOMES, F. O. et al. Desenvolvimento de barras de cereais à base de farinha de albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*). **Acta Tecnol**, v. 5, p. 115-125, 2010.
- GONCU, B. et al. Some properties of kefir enriched with apple and lemon fiber. **Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka**, v. 67, n. 3, p. 208-216, 2017.
- GUINÉ, R. P. F. Projeto de uma Indústria de Processamento de Néctares de Maçã e de Pera. **Millenium**, n. 42, p. 175-189, 2012.

- GUO, H. Y. et al. Composition, physiochemical properties, nitrogen fraction distribution, and amino acid profile of donkey milk. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 1635 – 1643, 2007.
- GÜLER-AKIN, M. B.; FERLIARSLAN, I.; AKIN, M. S. Apricot probiotic drinking yoghurt supplied with inulin and oat fiber. **Advances in Microbiology**, v. 6, n. 14, p. 999-1009, 2016.
- GRAJEK, W.; OLEJNIK, A.; SIP, A. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. **Acta biochimica polonica-english edition**, v. 52, n. 3, p. 665, 2005.
- GRIGORAS, C. G. et al. Evaluation of apple pomace extracts as a source of bioactive compounds. **Industrial Crops and Products**, v. 49, p. 794-804, 2013.
- HABIBI, H.; KHOSRAVI-DARANI, K. Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: A review. **Biocatalysis and agricultural biotechnology**, v. 10, p. 130-140, 2017.
- HELAL, A. et al. Enhanced functional, sensory, microbial and texture properties of low-fat set yogurt supplemented with high-density inulin. **J Food Processing; Beverages**, v. 6, n. 1, p. 11, 2018.
- HOFFMAN, R. M. et al. Dietary carbohydrates and fat influence milk composition and fatty acid profile of mare's milk. **The Journal of nutrition**, v. 128, n. 12, p. 2708S-2711S, 1998.
- ISHIMOTO, F. Y. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. var. flavicarpa Deg.*) para produção de biscoitos. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 9, n. 2, 2007.
- ISSAR, K.; SHARMA, P. C.; GUPTA, A. Utilization of Apple Pomace in the Preparation of Fiber-Enriched Acidophilus Yoghurt. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 4, p. e13098, 2017.
- IVANKOVIĆ, A. et al. Characteristics of the lactation, chemical composition and milk hygiene quality of the Littoral-Dinaric ass. **Mljekarstvo/Dairy**, v. 59, n. 2, p. 107 – 113, 2009.
- IWATANI, S.; YAMAMOTO, N. Functional food products in Japan: A review. **Food Science and Human Wellness**, v. 8, p. 96-101, 2019.
- JANUÁRIO, J. G. B. et al. Probiotic yoghurt flavored with organic beet with carrot, cassava, sweet potato or corn juice: Physicochemical and texture evaluation, probiotic viability and acceptance. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 1, p. 359, 2017.
- JENSEN, R. G. et al. Lipids of bovine and human milks: a comparison. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 2, p. 223-240, 1990.
- KONARSKA, A. The structure of the fruit peel in two varieties of *Malus domestica* Borkh.(*Rosaceae*) before and after storage. **Protoplasma**, v. 250, n. 3, p. 701-714, 2013.
- KUMAR, A.; RAO, K. M.; HAN, S. S. Application of xanthan gum as polysaccharide in tissue engineering: A review. **Carbohydrate polymers**, v. 180, p. 128-144, 2018.
- KRUIF, C. G. et al. Casein micelles and their internal structure. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 171, p. 36-52, 2012.
- LIU, S. et al. Milk fatty acids profiles and milk production from dairy cows fed different forage quality diets. **Animal Nutrition**, v. 2, n. 4, p. 329 – 333, 2016.

- LIRA, J. F.; JACKIX, M. Utilização da casca do maracujá-amarelo (*P. edulis f. flavicarpa*, *Degener*) na produção de geléia. **Embrapa Agroindústria Tropical-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 1996.
- LÓPEZ-VARGAS, J. H. et al. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis var. flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 756-763, 2013.
- MADALENA, F. E. Valores econômicos para a seleção de gordura e proteína do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 678-684, 2000.
- MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis f. flavicarpa*): physical and chemical characteristics. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 1, p. 127-134, 2012.
- MARTEMUCCI, G.; D'ALESSANDRO, A. G. Fat content, energy value and fatty acid profile of donkey milk during lactation and implications for human nutrition. **Lipids in health and disease**, v. 11, n. 1, p. 113, 2012.
- MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.
- 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.
- MARTINI, M. et al. Nutritional and nutraceutical quality of donkey milk. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 65, p. 33-37, 2018.
- 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.
- MCKINLEY, M. C. Effects of probiotics on biotechnological characteristics of yogurt. **International Journal Dairy Technology**, v. 58, p. 1-12, 2005.
- MEDHAMMAR, E. et al. Composition of milk from minor dairy animals and buffalo breeds: a biodiversity perspective. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, n. 3, p. 445-474, 2012.
- MELETTI, L. M. M., SOARES-SCOTT, M. D., BERNACCI, L. C. Phenotypic characterization in three selections of purple passion fruit (*Passiflora edulis Sims*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 268-272, 2005.
- MOHAMED, A. G.; ZAYAN, A. F.; SHAHEIN, N. M. Physiochemical and sensory evaluation of yoghurt fortified with dietary fiber and phenolic compounds. **Life Science Journal**, v. 11, n. 9, p. 816-822, 2014.
- MONDRAGÓN-BERNAL, O. L. et al. Stability and functionality of symbiotic soy food during shelf-life. **Journal of functional foods**, v. 35, p. 134-145, 2017.
- MURGIA, A. et al. Characterization of donkey milk and metabolite profile comparison with human milk and formula milk. **LWT-Food Science and Technology**, v. 74, p. 427-433, 2016.
- MUZAMMIL, H. S.; RASCO, B.; SABLANI, S. Effect of inulin and glycerol supplementation on physicochemical properties of probiotic frozen yogurt. **Food; nutrition research**, v. 61, n. 1, p. 1290314, 2017.

NIRO, S. et al. Technological use of donkey milk in cheesemaking. **International Journal of Dairy Technology**, v. 70, n. 3, p. 439-442, 2017.

OLIVEIRA, L. F. de et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2002.

OLIVEIRA, R. P. S. et al. Effect of inulin on growth and acidification performance of different probiotic bacteria in co-cultures and mixed culture with *Streptococcus thermophilus*. **Journal of Food Engineering**, v. 91, p. 133 - 139, 2009.

O'SHEA, N.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. **Innovative Food Science; Emerging Technologies**, v. 16, p. 1-10, 2012.

PADAYACHEE, A. et al. Complexity and health functionality of plant cell wall fibers from fruits and vegetables. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 57, n. 1, p. 59-81, 2017.

PAGANINI, C. et al. Utilization of apple pomace for ethanol production and food fiber obtainment. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1231-1238, 2005.

PALANIRAJ, A.; JAYARAMAN, V. Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris*. **Journal of Food Engineering**, v. 106, n. 1, p. 1-12, 2011.

PAPADEMAS, P. et al. Probiotic, antimicrobial, antioxidant and sensory properties of fermented donkey milk with *Lactobacillus fermentum* ME-3 and *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4356). **BAOJ Microbiol.** 1, 004, 2015.

PARK, Y. W. Minor species milk. In: PARK Y. W.; HAENLEIN G. F. W. Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Oxford: **Blackwell Publishing Professional**, p. 393-406, 2006.

PARK, Y. W. et al. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small ruminant research**, v. 68, n. 1-2, p. 88-113, 2007.

PÁEZ, L. et al. Características físico-químicas de la leche cruda en las zonas de Aroa y Yaracal, Venezuela. **Científica**, v. 12, n. 2, p. 0, 2002.

PERNA, A. et al. Donkey milk for manufacture of novel functional fermented beverages. **Journal of food science**, v. 80, n. 6, p. 1352 – 1359, 2015.

PESHEV, D.; VAN DEN ENDE, W. Fructans: prebiotics and immunomodulators. **Journal of Functional Foods**, v. 8, p. 348-357, 2014.

PIETRZAK-FIEĆKO, R. et al. Effect of lactation period on the fatty acid composition in mares' milk from different breeds. **Archives Animal Breeding**, v. 56, n. 1, p. 335-343, 2013.

PINTO, J. M. S. et al. Effect of probiotic co-cultures on physico-chemical and biochemical properties of small ruminants' fermented milk. **International dairy journal**, v. 72, p. 29-35, 2017.

POULSEN, J. et al. **Danish consumers' attitudes towards functional foods**. University of Aarhus, Aarhus School of Business, The MAPP Centre, 1999.

- RAGONA, G. et al. Amiata donkey milk chain: animal health evaluation and milk quality. **Italian Journal Food Safety**, v. 5, No. 3, p. 173 – 178, 2016.
- RAMIREZ, S., C. et al. Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. **Journal of Food Engineering**, v. 101, n. 3, p. 229 – 235, 2010.
- RANGEL, A. H. et al. Aspectos composicionais e nutricionais do leite de jumenta: uma revisao. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 3, p. 160-171, 2015.
- RIBEIRO, M. M. et al. Estudo de mercado de iogurte da cidade de Belo Horizonte/MG. **Revista Ceres**, v. 57, n. 2, p. 151-156, 2010.
- ROBERFROID, M. B. Prebiotics and probiotics: are they functional foods?. **The American journal of clinical nutrition**, v. 71, n. 6, p. 1682S-1687S, 2000.
- RODRÍGUEZ, R. et al. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science; Technology**, v. 17, n. 1, p. 3-15, 2006.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.
- SAH, B. N. P. et al. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. **LWT-Food Science and Technology**, v. 65, p. 978-986, 2016.
- SALES, R. L. et al. Mapa de preferência de sorvetes ricos em fibras. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v. 28, n. 1, p. 27-31, 2008.
- SALIMEI, E. et al. Exploitation of mare's milk by polyunsaturated fatty acids enrichment. **31 Symp. Int. Zoot.**, Milano, 13 September, p. 223 – 227, 1996.
- SALIMEI, E. et al. Composition and characteristics of ass's milk. **Animal Research**, v. 53, p. 67 – 78, 2004.
- SALIMEI, E. Animals that produce dairy foods, donkey. In: FUQUAY, J. W. FOX, P. F. e MCSWEENEY, P. L. H. (Eds.) 2 ed. Encyclopedia of dairy sciences, **Academic Press**, v. 1, p. 365 - 373, 2011.
- SALIMEI E.; FANTUZ, F. Equid milk for human consumption. **International Dairy Journal**, v. 24, p. 130 - 142, 2012.
- SANDERS, M. E. How do we know when something called “probiotic” is really a probiotic? A guideline for consumers and health care professionals. **Funct Food Rev**, v. 1, n. 1, p. 3-12, 2009.
- SANDERS, M. E. et al. Safety assessment of probiotics for human use. **Gut microbes**, v. 1, n. 3, p. 164-185, 2010.
- SANDERS, M. E.; GOH, Y. J.; KLAENHAMMER, T. R. Probiotics and Prebiotics. **Food Microbiology: Fundamentals And Frontiers**, p. 831-854, 2019.
- SARWAR, A. et al. Physicochemical and Microbiological Properties of Symbiotic Yogurt Made with Probiotic Yeast *Saccharomyces boulardii* in Combination with Inulin. **Foods**, v. 8, n. 10, p. 468, 2019.

- ŠARIĆ, L. Ć. et al. Characterization of extra-hard cheese produced from donkeys' and caprine milk mixture. **Dairy science & technology**, v. 96, n. 2, p. 227-241, 2016.
- SENDRA, E. et al. Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. **LWT-Food Science and Technology**, v. 43, n. 4, p. 708 – 714, 2010.
- SENADEERA, S. S. et al. Antioxidant, physicochemical, microbiological, and sensory properties of probiotic yoghurt incorporated with various *Annona* species pulp. **Heliyon**, v. 4, n. 11, p. e00955, 2018.
- SHOAIB, M. et al. Inulin: Properties, health benefits and food applications. **Carbohydrate polymers**, v. 147, p. 444-454, 2016.
- SHARMA, B. R. et al. Xanthan gum-A boon to food industry. **Food promotion chronicle**, v. 1, n. 5, p. 27-30, 2006.
- STAFFOLO, M. D. et al. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. **International Dairy Journal**, v. 14, n. 3, p. 263-268, 2004.
- STOOP, W. M. et al. Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 4, p. 1469 – 1478, 2009.
- TALCOTT, S. T. et al. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*Passiflora edulis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 4, p. 935-941, 2003.
- TIDONA, F. et al. Fermented beverage emulsion based on donkey milk with sunflower oil. **International journal of food science & technology**, v. 50, n. 12, p. 2644-2652, 2015.
- TOMIC, N. et al. Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale—A sensory perspective. **LWT-Food Science and Technology**, v. 80, p. 59-66, 2017.
- TURCHI, B. et al. *Lactobacillus plantarum* and *Streptococcus thermophilus* as starter cultures for a donkey milk fermented beverage. **International journal of food microbiology**, v. 256, p. 54-61, 2017.
- TURGUT, T.; CAKMAKCI, S. Probiotic strawberry yogurts: microbiological, chemical and sensory properties. **Probiotics and antimicrobial proteins**, v. 10, n. 1, p. 64-70, 2018.
- UNIACKE-LOWE T., FOX, P. F. Equid milk. In: Encyclopedia of Dairy Sciences, 2nd edition, FUQUAY, J. W., FOX, P. F. E MCSWEENEY, P. L. H. (Eds). **San Diego: Academic Press**, p. 518 – 529, 2011.
- VALLE, E. et al. Effect of farming system on donkey milk composition. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 98, n. 7, p. 2801-2808, 2018.
- VÉNICA, C. I. et al. Effect of the carbohydrates composition on physicochemical parameters and metabolic activity of starter culture in yogurts. **LWT-Food Science and Technology**, v. 94, p. 163-171, 2018.
- VILLEGAS, B.; COSTELL, E. Flow behaviour of inulin–milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content. **International Dairy Journal**, v. 17, n. 7, p. 776-781, 2007.
- VINCENZETTI, S. et al. Donkey's milk protein fractions characterization. **Food Chemistry**, v. 106, p. 640 – 649, 2008.

VINCENZETTIA, S. et al. Effects of freeze-drying and spray-drying on donkey milk volatile compounds and whey proteins stability. **LWT-Food Science and Technology**, v. 88, p. 189 – 195, 2018.

WANG, X.; KRISTO, E.; LAPOINTE, G, G. The effect of apple pomace on the texture, rheology and microstructure of set type yogurt. **Food Hydrocolloids**, v. 91, p. 83-91, 2019a.

WANG, X.; KRISTO, E.; LAPOINTE, G. Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. **Food Hydrocolloids**, v. 100, p. 105453, 2019b.

YOUNG, J. Functional foods and the European consumer. **Special Publication-Royal Society of Chemistry**, v. 248, p. 75-81, 2000.

**CAPÍTULO I – DAYS IN MILK ALTERS THE MILK FATTY ACID PROFILE OF
GRAZING DONKEYS**

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar como os dias de lactação afetam o perfil de ácidos graxos (AG) do leite de jumentas criadas a pasto. O leite asinino é muito semelhante ao leite humano, contendo moléculas bioativas como alguns AGs e proteínas. No entanto, são poucas as informações científicas e técnicas sobre os fatores que podem alterar o perfil de AG do leite asinino. Foram utilizadas sete jumentas múltiparas Pêga. Os animais foram mantidos em um sistema exclusivamente extensivo. As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia, uma vez por semana, durante 16 semanas. As amostras de leite foram compostas de acordo com a média dos dias de lactação das jumentas no: 55, 110, 165, 220 e 275 dias de lactação. Foram testados os efeitos linear e quadrático dos dias de lactação sobre o perfil de AG do leite. A maioria dos AG, não foram alterados ao longo dos dias de lactação, mas o teor de ácido esteárico e o oleico reduziu linearmente ($P < 0,05$). No entanto, o total de AG poli-insaturados (AGP) e AG n-3 aumentaram ($P < 0,05$) com dias de lactação. O perfil de AG do leite de asininos criados a pasto é influenciado pelos dias de lactação e é caracterizado por altas concentrações de AGP, principalmente dos ácidos linoleico e α -linolênico, e por uma baixa relação de n-6 / n-3 (0,66 g/100g), principalmente devido ao teor elevado de ácido linolênico (16,8 g/100g). O perfil de AG do leite de asininos criados a pasto é influenciado pelos dias de lactação e é caracterizado por altas concentrações de AGP n-3, principalmente dos ácidos linoleico e α -linolênico, e menor proporção de n-6 para n-3. À medida que os dias de lactação aumentam, a concentração de AGP n-3 também aumenta. Portanto, maior qualidade do leite pode estar associada a evolução nos dias de lactação.

Palavras-chave: *Equus asinus*; ômega-3, sistema criação extensivos, ácido linolênico.

ABSTRACT

The aim of this work was to determine how days in milk affect the milk fatty acid (FA) profile from grazing donkeys. Donkey milk is very similar to human milk, containing bioactive molecules, such as FA and proteins. However, there is a lack of scientific and technical information about factors that may alter the FA profile of asinine milk. Seven multiparous Pega donkeys were used. The animals were kept in an exclusively extensive system. Milking was done twice a day, once a week for 16 weeks. Samples were composed according to with the average of lactating days of the donkeys in 55, 110, 165, 220 and 275 days in milk (DIM). The linear and quadratic effect of DIM on the milk FA profile was tested. Most of the individual FA did not change thorough the lactation, but stearic and oleic acid linearly decreased ($P < 0.05$). However, total polyunsaturated FA (PUFA) and n-3 FA increased ($P < 0.05$) with DIM. The milk FA profile of grazing donkeys is influenced by lactation days and is characterized by high concentrations of PUFA, mainly α -linolenic and linoleic acids, by a low n-6 o n-3 ratio (0.66 g/100g), mainly due to the higher level of linolenic acid (16.8 g/100g). The FA milk profile of grazing donkeys is influenced by the day of lactation and characterized by high concentration of n-3 PUFA, mainly α -linolenic acid, and lower n-6 to n-3 ratio. As days of lactation increase, the concentration of n-3 PUFA also increased. Therefore, higher milk quality may be associated with higher days in milk.

Keywords: *Equus asinus*; omega-3, extensive system, linolenic acid.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de días de lactancia sobre el perfil de ácidos grasos (AG) de la leche de burras alimentadas con pasto. La leche de burra es muy similar a la leche humana, ya que contiene moléculas bioactivas como AG y proteínas. Sin embargo, existe poca información científica y técnica sobre los factores que pueden influenciar en el perfil AG de la leche de burra. Fueron utilizadas siete burras multíparas de la raza Pega. Los animales se mantuvieron en un sistema exclusivamente extensivo. El ordeño se realizó dos veces al día, una vez a la semana, durante 16 semanas. Las muestras de leche fueron compuestas de acuerdo con el promedio de días de lactancia a las burras en los: 55, 110, 165, 220 y 275 días de lactancia. Se analizaron los efectos lineales y cuadráticos de los días de lactancia sobre el perfil AG de la leche. La mayoría de los AG no cambiaron durante los días de lactancia, pero el contenido de ácido esteárico y oleico disminuyó linealmente ($P < 0.05$). Sin embargo, el contenido total de AG poliinsaturado (AGPI) y el contenido de AGP n-3 aumentaron ($P < 0.05$) con los días de lactancia. El perfil AG de la leche de burra alimentada con forraje está influenciado por los días de lactancia y se caracteriza por altas concentraciones de AGP, principalmente de los ácidos α -linolénico y linoleico, e por una baja proporción de n-6 / n-3 (0,66 g/100 g), principalmente debido al elevado contenido de ácido linolénico (16,8 g/100 g). El perfil AG de la leche de burro criada con pasto está influenciado por los días de lactancia y se caracteriza por una alta concentración de PUFA n-3, principalmente ácido α -linolénico, y una proporción más baja de n-6 a n-3. A medida que aumentan los días de lactancia, también aumenta la concentración de PUFA n-3. Por lo tanto, una mayor calidad de la leche de burra puede estar asociada con días más largos de lactancia.

Palabras claves: *Equus asinus*; omega-3, sistema de creación extensivo, ácido Linolenico

1. INTRODUCTION

Donkeys have always been essential for rural economies in around the world. However, the interest in asinine milk has increased considerably due to its beneficial properties to humans. The chemical composition of asinine milk is similar to human milk than cow's milk (Salimei et al., 2004), it is also an alternative for cow's milk for humans with cow's milk protein allergy (CMPA). In addition, donkey milk has antioxidative, antimicrobial, hypoglycaemic, and antiparasitic properties (Martini et al., 2018). While cow's milk has low levels of polyunsaturated fatty acids (FA), donkey milk contains lower concentration of saturated fatty acids (SFA) and higher concentration of essential FA (linoleic and α -linolenic acids) (Martemucci; D'Alessandro, 2012). Donkey milk is rich in unsaturated fatty acids (UFA) with low ratio of n-6/n-3 FA, which makes it beneficial for humans by helping prevent cardiovascular, autoimmune and inflammatory diseases (Valle et al., 2018).

Studies reporting donkey milk FA profile have been done with animals fed forage plus concentrate and that days in milk reduced yield milk and have an effect, mainly, in milk protein and fat content, and milk FA profile (Martemucci; D'Alessandro, 2012; Valle et al., 2018). Because fresh forages have a higher proportion of n-3 FA, milk fat from dairy cows on pasture has a higher n-3 to n-6 ratio. However, ruminal bacteria hydrogenate UFA, decreasing the amount of essential FA been absorbed by the small intestine of dairy cows. Therefore, non-ruminant mammals may benefit more from pasture-based production systems regarding the increase in UFA in milk, mainly the ones from the n-3 family. The objective of this exploratory study was to characterize and test the effect of days in milk on the temporal pattern of milk fatty acid profile from grazing Pega donkeys.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Animals and management

Seven Pega donkeys, averaging 242.56 kg (\pm 24.4) of body weight and body condition score of 3 were used. The animals remained in an exclusively extensive system, grazing on *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*; the chemical composition of pasture was determined as dry matter 94.04%, ether extract 0.79%, crude protein 4.34%, ashes 9.46%; neutral detergent fiber 80.33%, acid detergent fiber 43.14% (AOAC, 2001) (SANTOS, 2017). All females were multiparous and were between 54 and 253 days in milk (DIM) until the end of the study.

2.2. Milk samples

Milking was performed manually once a week, twice daily (morning and the afternoon) for 16 weeks. Three hours before milking, the jennies were kept in a paddock with water and maintaining visual contact with their foals. The jennies were then taken to the milking parlor for manual milking. The milk samples were stored in polyethylene plastic bottles and stored at -80 °C. Because the animals were in different stages of lactation at the beginning of the experiment, the milk samples used in this study were from one the following DIM: 55, 110, 165, 220 275.

2.3. Milk fatty acid analysis

The frozen milk samples were freeze-dried at -40 °C for 96 hours. The lyophilized milk samples were then extracted and methylated using hexane as extractor solvent, sodium methoxide and acetyl chloride as base and acid catalysts, respectively (Kramer; Blackadar; Zhou, 1997). The separation of the fatty acid methyl esters was performed in a gas chromatograph (Focus GC-Thermo Scientific) equipped with flame ionization detector (CG-DIC) and capillary column SP-2560 (Supelco, 100m x 0, 25mm x 0.20 µm). The injector and detector temperature were set to 250 °C and 280°C, respectively. The split ratio was set to 30:1. The oven temperature was initially programmed to 140 °C, increasing at a rate of 1 °C/min up to 220 °C, and hold for 25 min. Hydrogen gas was used as a carrier gas with a flow of 1.5 mL/min. The injections (1µl) were performed in duplicates for each extraction. The putative identification of the fatty acid methyl esters was done according to the retention times from a reference standard (GLC-674, Nu-Chek Prep, INC.), and the result was obtained through normalization of areas with results expressed as mg/100mg of fatty acids.

2.4. Atherogenicity and Thrombogenicity Indices

The atherogenicity (AI) and the thrombogenicity indices (TI) were calculated using the equation described by Ulbricht and Southgate (1991): $AI = [(12:0 + (4 \times 14:0) + 16:0)] / [\Sigma MUFA + \Sigma(n-6) + \Sigma(n-3)]$; and $TI = (14:0 + 16:0 + 18:0) / [0.5 \times \Sigma MUFA + 0.5 \times \Sigma(n-6) + (3 \times \Sigma(n-3)) + (\Sigma(n-3) / \Sigma(n-6))]$, where $\Sigma MUFA$ = sum of monounsaturated fatty acids.

2.5. Desaturase activity

The stearoyl-CoA desaturase (SCD) activity was estimated using the ratios of three pairs of fatty acids as follow: 14:1/(14:0 + 14:1), 16:1/(16:0 + 16:1), and 18:1/(18:0 + 18:1)

2.6. Statistical analysis

Data were analyzed using the SAS statistical package (version 9.4). The linear and quadratic effects of the lactation day on the milk fatty acids profile were evaluated with the PROC REG procedure. Significance was declared when $P < 0.05$.

3. RESULTS

There was a linear decrease on the concentration of 16:0 (palmitic acid), 18:0 (stearic acid), and 18:1 n-9 (oleic acid), while 14:1 (myristoleic acid) increased ($P < 0.05$). Only the 18:3 n-3 (linolenic acid) increased with no effect observed for the other PUFA and medium-chain saturated FA (Table 2).

Table 1. Descriptive statistics of fatty acids concentration in milk from grazing Pêga donkeys

FAME ¹ (g/100g)	Mean (SE)	Minimum	Maximum	CV ² (%)	CI ³ (95%)
Saturated fatty acids (SFA)					
8:0	3.33 (0.41)	1.30	4.73	39.0	[2.40 , 4.26]
10:0	6.60 (1.02)	2.16	11.2	48.6	[4.30 , 8.89]
12:0	5.71 (1.01)	1.83	10.6	55.9	[3.42 , 7.99]
14:0	5.05 (0.54)	2.77	7.71	34.1	[3.81 , 6.28]
15:0	0.34 (0.03)	0.20	0.45	28.6	[0.27 , 0.40]
16:0	21.5 (1.00)	17.8	24.9	14.7	[19.2 , 23.7]
17:0	0.27 (0.05)	0.10	0.49	54.5	[0.14 , 0.39]
18:0	1.86 (0.23)	1.33	3.29	39.5	[1.34 , 2.39]
Monounsaturated fatty acids (MUFA)					
C14:1 <i>cis</i> -9	0.19 (0.06)	0.10	0.23	29.4	[0.14 , 0.24]
C16:1 <i>cis</i> -9	4.01 (0.56)	2.07	6.79	44.4	[2.74 , 5.29]
C18:1 <i>cis</i> -9	19.9 (2.47)	9.18	29.15	39.3	[14.3 , 25.5]
C18:1 <i>cis</i> -11	1.22 (0.16)	0.57	1.92	40.8	[0.86 , 1.58]
Polyunsaturated fatty acids (PUFA)					
C18:2 n-6	9.79 (0.21)	8.70	10.5	6.77	[9.31 , 10.3]
C18:3 n-3	16.8 (2.06)	8.95	25.8	38.9	[12.1 , 21.4]
C20:3 n-3	0.28 (0.02)	0.17	0.35	20.3	[0.23 , 0.32]
Fatty acid groups					
Total SFA	45.3 (2.66)	35.2	55.2	16.6	[39.0 , 51.6]
Total MUFA	27.5 (3.56)	12.0	38.1	36.7	[19.1 , 35.9]
Total PUFA	27.5 (2.05)	20.2	36.5	22.2	[23.0 , 32.5]
n-6/n-3	0.62 (0.07)	0.38	0.93	35.7	[0.45 , 0.79]
Total UFA	52.6 (2.73)	43.7	61.9	13.8	[45.9 , 59.3]
SFA/UFA	0.88 (0.10)	0.57	1.26	31.4	[0.62 , 1.14]

¹Fatty acid methyl esters, g per 100 g of fatty acid. ² Coefficient of variation. ³ Confidence interval

Table 2. Least squared means of the temporal variation in the concentration of fatty acids in milk of donkey according to the days of lactation

FAME ¹ (g/100g)	Days in milk					SEM ²	P value ³	
	55	110	165	220	275		Linear	Quad
Saturated fatty acids (SFA)								
8:0	2.60	4.03	1.30	4.62	4.11	0.194	0.236	0.721
10:0	4.60	6.95	2.16	10.8	8.32	0.291	0.130	0.881
12:0	3.22	5.80	1.84	10.4	7.28	0.179	0.087	0.886
14:0	3.98	5.33	2.77	7.64	5.53	0.064	0.236	0.870
15:0	0.450	0.375	0.390	0.225	0.235	0.015	0.001	0.783
16:0	24.5	22.1	24.8	18.0	18.0	0.220	0.006	0.606
17:0	0.485	0.230	0.235	0.115	n.d.	0.129	<0.001	0.395
18:0	3.23	1.78	1.55	1.34	1.44	0.063	0.005	<0.001
Monounsaturated fatty acids (MUFA)								
C14:1 <i>cis</i> -9	0.10	0.22	0.22	0.22	n.d. ⁴	0.008	0.011	0.024
C16:1 <i>cis</i> -9	3.93	4.82	6.76	2.09	2.48	0.052	0.188	0.156
C18:1 <i>cis</i> -9	24.82	23.23	28.99	9.27	13.27	0.220	0.030	0.604
C18:1 <i>cis</i> -11	1.42	1.39	1.90	0.58	0.810	0.031	0.075	0.426
Polyunsaturated fatty acids (PUFA)								
C18:2 n-6	9.92	9.48	10.36	8.77	10.41	0.144	0.764	0.276
C18:3 n-3	13.0	9.62	13.0	22.8	25.4	0.359	0.002	0.106
C20:3 n-3	0.265	0.085	0.350	0.300	0.250	0.038	0.539	0.887
Fatty acid groups								
Total SFA	43.3	47.7	35.4	54.8	46.2	0.480	0.462	0.969
Total MUFA	30.3	29.7	37.9	12.2	16.5	0.247	0.044	0.458
Total PUFA	23.2	19.2	23.7	31.9	36.1	0.529	0.001	0.050
n-6 PUFA	9.92	9.48	10.4	8.77	10.4	0.144	0.764	0.276
n-3 PUFA	13.2	9.70	13.3	23.1	25.6	0.391	0.002	0.112
n-6/n-3	0.749	0.980	0.776	0.379	0.406	0.020	0.013	0.306
Total UFA	53.4	48.8	61.6	44.1	52.6	0.646	0.711	0.981
SFA/UFA	0.810	0.977	0.574	1.24	0.878	0.022	0.527	0.812
Stearoyl-CoA desaturase activity								
14:1/(14:0+14:1)	0.024	0.039	0.072	0.028	n.d.	0.002	0.526	0.044
16:1/(16:0+16:1)	0.138	0.178	0.214	0.104	0.121	0.002	0.307	0.142
18:1/(18:0+18:1)	0.885	0.929	0.949	0.873	0.902	0.001	0.862	0.204
Indices								
AI ⁵	0.815	1.01	0.612	1.34	0.900	0.018	0.473	0.661
TI ⁶	0.517	0.589	0.445	0.327	0.268	0.010	0.001	0.249

¹Fatty acid methyl esters, g per 100 g of fatty acid; ²Standard error of the mean; ³Probability values for linear and quadratic (quad) effect of days in milk; ⁴Not detected; ⁵Atherogenicity index = [(12:0 + (4 × 14:0) + 16:0)]/[MUFA + n-6 + n-3]; ⁶Thrombogenicity index = (14:0 + 16:0 + 18:0)/[0.5 × MUFA + (0.5 × n-6) + (3 × n-3) + (n-3/n-6)].

There was no influence of lactation day on the total SFA, UFA, and the n-6 FA and (Table 1). The total monounsaturated FA (MUFA) and the ratio n-6/n-3 linearly decreased ($P < 0.05$), while total polyunsaturated FA (PUFA) and n-3 PUFA increased ($P < 0.05$) with DIM. The desaturase activity did not change throughout the lactation, as well as the AI ($P = 0.473$); however, the TI decreased ($P = 0.001$).

4. DISCUSSION

This work is an exploratory study that characterizes the milk FA profile of grazing donkey. Because fresh pasture is rich in n-3 fatty acids, milk from grazing donkeys may have the highest percentage of 18:3 n-3 fatty acids and n-3 to n-6 ratio when compared to milk from other species. Although researchers have shown the beneficial effects of donkey milk, there still are scarce scientific data regarding the milk fat profile of donkeys in an exclusive pasture-fed management system.

Milk FA acid profile is highly dependent on the animal's diet. The most pronounced effect observed regarding the concentration of milk FA from grazing donkeys is the high percentage of 18:3 n-3 and, therefore, the lower n-6 to n-3 ratio. High content of 18:3 n-3 had been found in fresh forages (Chiofalo et al., 2005; Ribeiro; Eastridge, 2006). Another factor can help in high content of essential FA is a low biohydrogenation in donkeys (Valle et al., 2018). Among the PUFA and essential fatty acids, the 18:2 n-6 and 18:3 n-3 were the most representative (Table 2), with observed higher values than those reported by Ragusana breed (8.15% for 18:2 n-6 and 6.32% for 18:3 n-3; Chiofalo et al., 2001). Also, donkeys fed concentrate have an average of 12.4% and 6.2% of 18:2 n-6 and 18:3 n-3, respectively (Martemucci; D'Alessandro, 2012), while donkeys exclusively on pasture in this study produced milk with 21% less 18:2 n-6 and 171% more 18:3 n-3. Therefore, the n-6 to n-3 ratio was also lower (0.66) than previously reported (Martemucci; D'Alessandro, 2012).

The linear decrease in MUFA and the opposite effect in total PUFA observed with the advancement of lactation is related to the reduction of 18:1 n-7 and the linear increase in the concentration of PUFA n-3, respectively. The milk FA can come from de novo synthesis in the mammary gland, mobilization of body fat reserves, and directly from the diet (Doreau; Chilliard, 1997; Hoffman et al., 1998; Stoopet al., 2009). In monogastric herbivores, such as Equidae, the amount of long chain UFA in milk is mainly related to the amount consumed. In a study conducted by Valle et al. (2018), the effect of lactation and the management system on different farms in northwestern Italy was evaluated; the authors found that in farms where the

jennies were kept exclusively on pasture, the concentration of 18:1 n-9, 18:3 n-3, n-3 FA and PUFA were higher than the concentrations of SFA and the short-chain FA. The authors reported that the highest concentration of 18:3 n-3 may be due to direct transfer from fatty acid of the ingested pasture, since 18:3 n-3 is the most abundant fatty acid in fresh fodder.

The SFA of jennies in semi-extensive systems averages 55% (Gastaldi et al., 2010; Martemucci; D'Alessandro, 2012), 21% higher than the observed for grazing Pega donkeys. This lower concentration of SFA (45.45 mg/100 mg FA \pm 2.10) observed can be related to the concentration of 16:0, which is the major SFA in donkey milk. Previous studies have also found a reduction in milk 16:0 as a function of lactation stage (Gastaldi et al., 2010; Martemucci; D'Alessandro, 2012; Valle et al., 2018). As in other asinine breed (Chiofalo et al., 2001; Gastaldi et al., 2010; Martemucci; D'Alessandro, 2012) and in the present study, long-chain SFA, such as 18:0, were observed in low amounts (Table 2). This can be attributed to the low content of stearic acid in animal diets and to the SCD activity in the conversion of 18:0 to 18:1 n-9.

The SCD activity estimates the activity of the enzyme that catalyzes an insertion of a double bond between the carbon 9 and 10. Segundo Martini et al. (2015) and Martemucci; D'Alessandro (2012), the SCD activity increases after 90 days of lactation. The desaturase activity was higher from 150 days of lactation, with a peak concentration of 18:1 n-9 in this time period.

The mechanisms that determine the concentrations of odd-chain fatty acids in Equidae milk are poorly known (Valle et al., 2018), assuming that such fatty acids synthesized in the large intestine are not absorbed due to the high pH (greater than or equal to 4.0). In the non-glandular stomach of equidae, there is bacterial activity, and the synthesis of microbial fatty acids results in odd-chain and trans fatty acids in milk (Hoffman, et al., 1998), which may explain the low and decreasing concentrations of 15:0 ($P = 0.001$) and 17:0 ($P < 0.001$).

The n-6/n-3 ratio, the AI and TI are commonly used to assess the nutritional value of a specific feed and its health benefits for humans. In general, a n-6/n-3 ratio below 2.0 is more desirable in reducing the risk of many chronic diseases (Simopoulos, 2002). Also, the 18:2 n-6 is a precursor of PUFA n-6, such as arachidonic acid and 18:3 n-3 is the precursor of PUFA n-3, such as eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid, which are substrates for the formation of eicosanoids. The content of n-3 fatty acids in asinine milk may benefit the development of the neural system, vision and child growth (Valle et al., 2018). In the present study, TI reduced with the course of the lactation stage, probably due to the increase of PUFA n-3, and the reduction of 18:0. The pattern of milk FA was influenced by the lactation period, with a

decrease in SFA and an increase in the concentration of UFA, mainly at the end of lactation; thus, this period may be the most favorable for the consumption of asinine milk fed exclusively fresh forages.

5. CONCLUSIONS

The milk profile of grazing donkeys is influenced by the day of lactation and characterized by a high concentration of n-3 PUFA, mainly α -linolenic acid, and a lower n-6 to n-3 ratio. As days of lactation increase, the concentration of n-3 PUFA also increased. Therefore, donkey milk quality improves as days in milk increases. Future studies should focus on determining the differences in breed and nutritional management on their effect on milk quality.

Acknowledgments

Authors thank the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior* (CAPES) for the first author's scholarship.

Compliance with ethical standards

The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval

This work was conducted in conformity with the Brazilian legislation on experimentation involving the use of animals used by the National Council of Experimental Control (CONCEA) and was approved by the Ethics Committee In Animal Use (CEUA) of the Federal University of Bahia (approval number 08/2017).

6. REFERENCES

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 14.ed. Washington, D.C., 1990.
- CHIOFALO, B.; SALIMEI, E.; CHIOFALO, L. Ass's milk: exploitation of an alimentary resource. **Riv. Foliu**m, v. 1, n. Suppl 3, p. 235-241, 2001.
- CHIOFALO, B. et al. Fresh forage in dairy ass's ration: effect on milk fatty acid composition and flavours. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, n. sup2, p. 433-435, 2005.
- COPPA, M. et al. Potential of milk fatty acid composition to predict diet composition and authenticate feeding systems and altitude origin of European bulk milk. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 3, p. 1539-1551, 2015.
- DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, v. 78, n. 1, p. S15-S35, 1997.
- GASTALDI, D. et al. Donkey's milk detailed lipid composition. **Frontiers in Bioscience**, v. 2, p. 537-546, 2010.
- HOFFMAN, Rhonda M. et al. Dietary carbohydrates and fat influence milk composition and fatty acid profile of mare's milk. **The Journal of nutrition**, v. 128, n. 12, p. 2708S-2711S, 1998.
- KRAMER, J. K. G.; BLACKADAR, C. B.; ZHOU, J. Evaluation of two GC columns (60-m SUPELCOWAX 10 and 100-m CP sil 88) for analysis of milkfat with emphasis on CLA, 18: 1, 18: 2 and 18: 3 isomers, and short-and long-chain FA. **Lipids**, v. 37, n. 8, p. 823-835, 2002.
- MARTEMUCCI, G.; D'ALESSANDRO, A. G. Fat content, energy value and fatty acid profile of donkey milk during lactation and implications for human nutrition. **Lipids in health and disease**, v. 11, n. 1, p. 113, 2012.
- MARTINI, M. et al. Nutritional and nutraceutical quality of donkey milk. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 65, p. 33-37, 2018.
- RIBEIRO, C. V. D. M.; EASTRIDGE, M. L. Effect of number of extractions on percentage of long-chain fatty acids from fresh alfalfa. **Journal of dairy science**, v. 89, n. 9, p. 3505-3507, 2006.
- SALIMEI, E., FANTUZ, F., COPPOLA, R., CHIOFALO, B., POLIDORI, P.; VARISCO, G. Composition and characteristics of ass's milk. **Animal Research**, v. 53, p. 67 – 78, 2004.
- SIMOPOULOS, A P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & pharmacotherapy**, v. 56, n. 8, p. 365-379, 2002.
- SANTOS, I.C.B. Produção e Composição do Leite de Jumentas da Raça Pêga. Salvador-BA, 2017, 47 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia (UFBA).
- STOOP, W. M. et al. Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows. **Journal of dairy science**, v. 92, n. 4, p. 1469-1478, 2009.
- ULBRICHT, T. L. V; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

VALLE, E. et al. Effect of farming system on donkey milk composition. **J. Sci. Food. Agric.**, v. 98, p. 2801 – 2080, 2018.

VAN SOEST, P. J.; MASON, V. C. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 32, n. 1-3, p. 45-53, 1991.

CAPÍTULO II – DESENVOLVIMENTO DE IOGURTES FUNCIONAIS A BASE DE LEITE ASININO

RESUMO

O objetivo do estudo foi desenvolver iogurtes com propriedades funcionais e avaliar o efeito de diferentes espessantes nas propriedades reológicas e na aceitação de iogurtes a base de leite asinino em comparação a iogurte de leite bovino. O estudo foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa foram desenvolvidos seis produtos formulados com goma xanta (0,5 %); nos quais quatro tratamentos foram com leite asinino (controle, com a adição de inulina, fibra de maçã e fibra de maracujá) e dois tratamentos com leite de vaca desnatado (controle e com a adição de fibra de maracujá). Os iogurtes foram saborizados com polpa de ameixa. Foram realizadas as análises centesimais de umidade, cinza, gordura e proteína, e as análises de pH, cor, propriedades reológicas e contagem de bactérias ácido lácticas (BALs) nos dias 1º, 14º e 28º. A fibra de maracujá foi o espessante que proporcionou maior aumento das propriedades reológicas dos iogurtes, portanto, foi o espessante selecionado para a segunda etapa. Na segunda etapa foi realizada a análise sensorial com quatro tratamentos; dois elaborados com leite asinino e dois com leite de vaca, controle e fibra de maracujá. Os dados da composição centesimal foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, já os dados de pH, contagem de BALs, propriedades reológicas e cor foram analisados em modelos mistos com efeitos fixos das formulações e tempo de estocagem, e os dados da análise sensorial foram analisados em delineamento em blocos completos ao acaso utilizando modelos mistos. Entre os iogurtes desenvolvidos na 1ª etapa houve diferença significativa nos teores de umidade, proteína e gordura. As fibras adicionadas aos iogurtes proporcionaram um comportamento pseudoplástico, no entanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos para índices de comportamento do fluxo e de consistência. A adição de fibra de maracujá proporcionou maior viscosidade aparente. Nos atributos odor, sabor, acidez, consistência e sensação na boca houve maior aceitação dos iogurtes sem a adição de fibra de maracujá; o mesmo resultado foi observado para os iogurtes de leite asinino quando comparados ao iogurte de leite bovino sem a fibra. As propriedades reológicas, composição centesimal e as características físico-químicas foram influenciadas pelo tipo de espessante empregado na elaboração dos iogurtes com leite asinino e bovino, com destaque para a fibra de maracujá. Entretanto a utilização da fibra de maracujá como espessante teve impacto na aceitação dos iogurtes tanto de leite asinino como bovino.

Palavras chaves: fibras de frutas, viscosidade, aceitação.

ABSTRACT

The aim of this work was to develop yogurt with functional properties and evaluate the effect of different thickeners on the rheological properties and determine consumer acceptance of donkey milk yogurt compared to cow milk yogurt. The study was carried out in two stages. In the first stage, six products were formulated, all with xanthan gum (0.5%); four treatments were with donkey milk (control, and with addition of inulin, apple fiber and passion fruit fiber) and two treatments with cow milk (control and with addition of passion fruit fiber). The yogurts were flavored with plum pulp. Proximate analyzes of moisture, ash, fat, protein, and analyzes of pH, color, rheological properties and counting of lactic acid bacteria (LAB) were performed on the 1st, 14th and 28th days. Passion fruit fiber was the thickener that improved the rheological properties of yogurts, therefore, it was the thickener selected for the second stage. In the second stage, sensory analysis with four treatments was performed; two made with donkey milk and two with cow's milk, control and with addition of passion fruit fiber. The data of the proximate composition were analyzed in a completely randomized design, the data of pH, LAB count, rheological properties and color were analyzed in mixed models with fixed effects of the formulations and storage time, and the data of the sensorial analysis were analyzed in a design in complete random blocks using mixed models. Among the yoghurts developed in the 1st stage, there was a significant difference in moisture, protein and fat content. The addition of passion fruit fiber provided greater apparent viscosity, however, there was no significant difference between treatments for flow behavior and consistency indexes. In the attributes of odor, flavor, acidity, consistency and mouthfeel, there was greater acceptance of yogurts without passion fruit fiber; the same result was observed for donkey milk yogurts when compared to bovine milk yogurt without fiber. The rheological properties, proximate composition and physicochemical characteristics were influenced by the type of thickener used in the production of yogurts with donkey and cow milk, especially with passion fruit fiber. However, the use of passion fruit fiber as a thickener had an impact on the acceptance of yogurts in both donkey and cow milk yogurt.

Key words: fruit fibers, viscosity, acceptance.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue desarrollar yogurt con propiedades funcionales y evaluar el efecto de diferentes espesantes sobre las propiedades reológicas y sobre la aceptación del yogurt de leche de burra en comparación con el yogurt de leche bovina. El estudio se realizó en dos etapas. En la primera etapa, seis productos fueron formulados con goma xantana (0.5%); de los cuales cuatro tratamientos fueron con leche de burra (control, e con adición de inulina, fibra de manzana y fibra de maracuyá) y dos tratamientos con leche de vaca desnatada (control y con adición de fibra de maracuyá). Los yogures fueron saborizados con pulpa de ciruela. Se realizaron análisis proximal de humedad, cenizas, grasas y proteínas, análisis de pH, color, propiedades reológicas y recuento de bacterias de ácido láctico (BAL) en los días 1°, 14° y 28°. La fibra de maracuyá fue el espesante que proporcionó el mayor aumento en las propiedades reológicas de los yogures, por lo tanto, fue el espesante seleccionado para la segunda etapa. En la segunda etapa, se realizó el análisis sensorial con cuatro tratamientos; dos elaborados con leche de burra y dos con leche de vaca, control y con fibra de maracuyá. Los datos de la composición proximal se analizaron en un diseño completamente al azar, los datos de pH, recuento de BAL, propiedades reológicas y color se analizaron en modelos mixtos con efectos fijos de las formulaciones y el tiempo de almacenamiento, y los datos del análisis sensorial se analizaron en un diseño en bloques al azar completos usando modelos mixtos. Entre los yogures desarrollados en la primera etapa, hubo una diferencia significativa en el contenido de humedad, proteínas y grasas. La adición de fibra de maracuyá proporcionó una mayor viscosidad aparente, sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para el comportamiento del flujo y los índices de consistencia. Hubo una mayor aceptación de los yogures sin la adición de fibra de maracuyá en los atributos de olor, sabor, acidez, consistencia y sensación en la boca. Se observó el mismo resultado en los yogures de leche de burro en comparación con el yogurt de leche de vaca sin fibra. Las propiedades reológicas, la composición proximal y las características físico-químicas fueron influenciadas por el tipo de espesante utilizado en la producción de yogures con leche de burra y leche de vaca, especialmente con adición fibra de maracuyá. Sin embargo, el uso de fibra de maracuyá como espesante tuvo un impacto en la aceptación de los yogures tanto en la leche de burro como de res.

Palabras claves: fibras de fruta, viscosidad, aceptación.

1. INTRODUÇÃO

O leite de asinino é considerado um alimento nutracêutico pela sua composição com elevados teores de moléculas bioativas (ácidos graxos essenciais, proteínas); além disso, por conta do baixo teor de caseína, pode ser utilizado como suplemento alimentício em dietas de crianças que sofrem de alergia à proteína do leite de vaca (CMPA) (MARTINI et al., 2018; SALIMEI et al., 2004). O iogurte é um leite fermentado muito popular, produto da fermentação das bactérias ácido lácticas (BALs) (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*) considerado como benéfico a saúde humana (HOPPERT et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015; VÉNICA et al., 2018), sendo fonte de proteínas, vitaminas (B1, B2, B3, B12 e ácido fólico) e minerais (cálcio, fosforo, potássio). Além disso, no processo de fermentação os compostos principais do leite (proteína, gordura e os carboidratos), sofrem hidrolises e sintetizam compostos que facilitam o processo de digestão (RODAS et al., 2001).

Iogurtes enriquecidos com aditivos podem também ser classificados como alimentos funcionais, os quais são definidos como os alimentos que além da nutrição própria do alimento, são enriquecidos com componentes que propiciam benefícios a saúde do consumidor (AL-SHERAJI et al., 2013). Pela sua origem, esses alimentos podem ser classificados como probióticos, prebióticos e simbióticos (SAAD et al., 2006; SIRO et al., 2008). Os probióticos são alimentos que contêm microrganismo vivos que quando ingeridos em quantidades adequadas, tem efeitos benéficos na saúde do consumidor. Os alimentos prebióticos são polissacarídeos não digeríveis pelas enzimas digestivas, no entanto, eles atuam como substrato para a proliferação de bactérias benéficas no trato digestório. Os simbióticos, são os alimentos que possuem probióticos e prebióticos (SANDERS; GOH; KLAENHAMMER, 2019; AL-SHERAJI et al., 2013).

Pelo seu elevado conteúdo de carboidratos (lactose) o leite asinino é considerado um meio com boa viabilidade para o crescimento das BALs, podendo ser utilizado na produção de iogurtes (COPPOLA et al., 2002; CHIAVARI et al., 2005; PAPADEMAS et al., 2015; TIDONA et al., 2015; TURCHI et al., 2017). No entanto, pelo baixo teor de sólidos totais, o leite asinino, tem baixo rendimento na produção de produtos lácteos (CHIAVARI et al., 2005) o que não é interessante na indústria alimentícia. Estudos recentes têm misturado o leite asinino com outros leites como o leite de cabra (ŠARIĆ et al., 2016; NIRO et al., 2017; FACCIA et al., 2018) e leite de ovelha (COSENTINO et al., 2013), com o objetivo de aumentar o rendimento e a aceitação dos produtos finais. Ainda, fatores como o tipo de leite (fonte láctea), condições de fermentação, tipo de cultura bacteriana, flavorizantes e forma de estocagem, têm efeito nas

características organolépticas dos iogurtes (ESPÍRITO-SANTO et al., 2013); e esses fatores influenciam diretamente nos atributos sensoriais e na aceitação de produtos lácteos como o iogurte.

Além disso, o iogurte de leite asinino tem como ponto negativo a baixa consistência e viscosidade (PAPADEMAS et al., 2015) o que afeta diretamente a aceitação do produto. Neste sentido, as fibras dietéticas, polissacarídeos resistentes a digestão enzimática, geralmente encontradas em frutas, vegetais e cereais, têm sido utilizadas como espessantes para modificar as propriedades reológicas de produtos lácteos; pois têm ação na retenção de água, aumentam o teor de sólidos totais, além de ação antioxidante e de modificadores de sabor (HASHIM et al., 2009), podendo ser utilizadas no desenvolvimento de iogurtes com a proposta de aumentar a viscosidade dos produtos.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi desenvolver iogurtes com propriedades funcionais e avaliar o efeito de diferentes espessantes nas propriedades reológicas e na aceitação de iogurtes a base de leite asinino em comparação a iogurtes de leite bovino.

2. MATERIAL E METODOS

2.1 Local, animais e produtos

O desenvolvimento e a produção dos iogurtes foram realizados no Laboratório de Inspeção e Tecnologia de Leite e Derivados (LaITLácteos) da Escola de Medicina Veterinária (EMVZ). As análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios de Nutrição Animal (LANA) e no Laboratório Multifuncional da EMVZ e no Laboratório de Pescados e Cromatografia Aplicada (LAPESCA) da Faculdade de Farmácia da UFBA.

As amostras de leite de jumenta utilizadas para elaboração das bebidas foram coletadas de 7 jumentas da raça Pêga, mantidas exclusivamente a pasto, durante os meses de janeiro a maio de 2017. Durante este período, o leite permaneceu armazenado em ultrafreezer sob temperatura de -80°C . Para o desenvolvimento e produção dos iogurtes, as amostras de leite foram descongeladas e homogeneizadas em uma amostra composta. O leite de vaca desnatado (UHT marca *Cotoches*, Minas Gerais, Brasil) foi obtido em mercado local.

O experimento foi realizado em duas etapas:

Primeira etapa - Foram desenvolvidos diferentes iogurtes em tratamentos com adição de espessantes (inulina, fibra de maçã e fibra de maracujá) com o objetivo de alterar as propriedades reológicas dos iogurtes produzidos com leite asinino. Com o leite de jumenta, foram desenvolvidos quatro iogurtes e com o leite bovino desnatado foram desenvolvidos dois iogurtes com adição de fibras (Tabela 1). Posteriormente, os iogurtes foram caracterizados com composição centesimal (dia 1). Foram avaliados quanto ao pH, viscosidade, cor e contagem de bactérias ácido lácticas (BAL) durante a vida de prateleira aos 1^o, 14^o e 28^o dias. O ensaio experimental foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 2 repetições.

Segunda etapa - Foi realizada a análise sensorial com quatro dos iogurtes desenvolvidos anteriormente. Foram submetidos a análise sensorial os iogurtes de leite de asinino nos tratamentos controle e com fibra de maracujá, e dos iogurtes de leite bovino desnatado nos tratamentos controle e com fibra de maracujá (Tabela 1). A análise sensorial foi realizada no 2^o dia após do preparo dos iogurtes. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 4 tratamentos com 128 julgadores (blocos) não treinados.

Tabela 1. Iogurtes desenvolvidos com leite asinino e com leite de vaca desnatado em tratamentos com adição de espessantes.

Tratamento	Espessantes				Flavorizante
	Goma Xantana (0,5 %)	Fibra de maracujá (2,5%)	Fibra de maçã (2,5%)	Inulina (5%)	Ameixa (15 %)
Controle Jumenta	X				X
Inulina Jumenta	X	X			X
Maçã Jumenta	X		X		X
Maracujá Jumenta	X			X	X
Controle Vaca	X				X
Maracujá Vaca	X	X			X

2.2 Desenvolvimento tecnológicos dos iogurtes

A preparação dos iogurtes foi realizada em duas etapas (Figura 1) realizadas a partir da adaptação da metodologia de Tomic et al. (2017).

1º Etapa

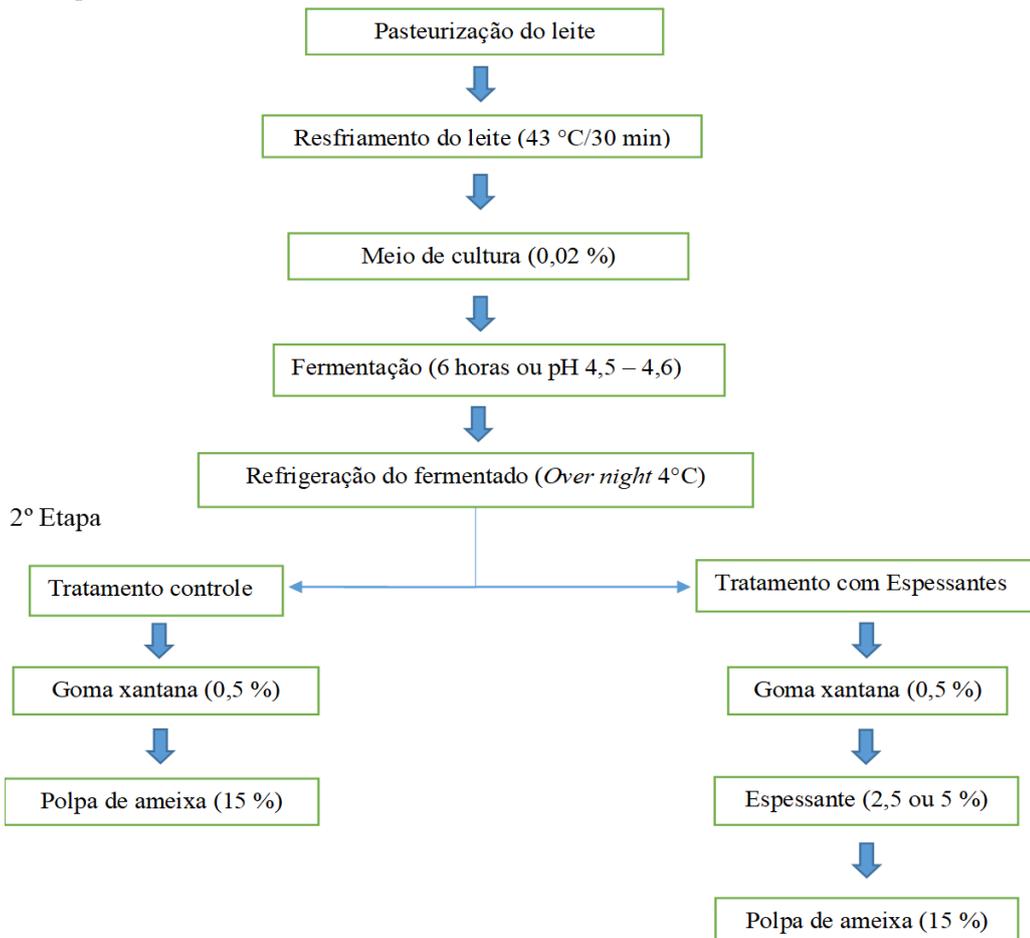


Figura 1. Fluxograma de produção dos iogurtes funcionais.

1ª etapa:

Preparo do inoculo – Os leites foram pasteurizados a 68°C durante 30 minutos. Para a produção do inoculo foi utilizada como cultura iniciadora cultura láctica termofílica de cepas definidas e liofilizadas (YF – L903, Christian Hansen®, Valinho, Minas Gerais, Brasil), composta por as bactérias ácido lácticas *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, a mistura foi realizada em frascos de vidro esterilizados de 500 mL. Após adição da cultura iniciadora (0,2 %), o leite foi resfriado a 42°C, aproximadamente; a mistura ficou em repouso durante 6 horas para que ocorresse o processo de fermentação ou até atingir o pH entre 4,6 – 4,7. Os frascos foram refrigerados em geladeira a 4 ± 0,2°C (*over-night*).

2ª etapa:

Preparo dos iogurtes - Os ingredientes foram obtidos em mercados locais de Salvador, com exceção da inulina (*Sweetmix*). Após o período de refrigeração foi adicionada 0,5% de goma xantana em todos os tratamentos. Depois foram acrescentados os diferentes espessantes de acordo com cada tratamento e a polpa de ameixa (Figura 2).

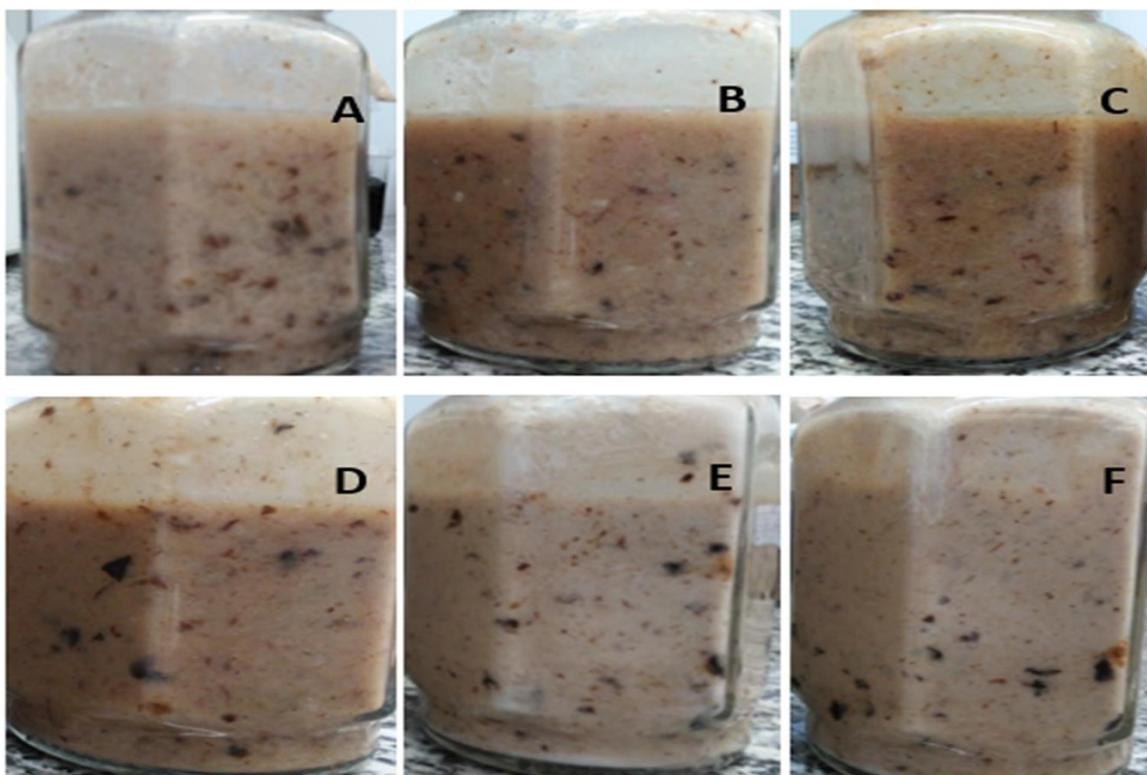


Figura 2. Imagem dos iogurtes a base de leite asinino (A) controle, (B) inulina, (C) Fibra de maçã, (D) Fibra de maracujá, e iogurtes a base de leite de vaca (E) controle, (F) Fibra de maracujá, formulados com diferentes espessantes e saborizados com polpa de ameixa.

2.3 Análise da composição físico-química

2.3.1. Análises de pH

O pH foi determinado por pHmetro digital, de acordo com metodologia n° 350/IV (IAL, 2008). O pH foi determinado nos dias 1, 14 e 28 de armazenamento.

2.3.2. Análises composição centesimal

A umidade foi determinada pela perda de peso em estufa regulada a 105°C (AOAC, 2012). As cinzas foram obtidas por incineração de quantidade conhecida da amostra, em mufla a 550°C, até obtenção de peso constante (AOAC, 2012). As amostras de iogurte foram liofilizadas em liofilizador de bancada (TERRONI, modelo LV200) em temperatura – 43 °C, durante 120 ± 4 horas. As análises de proteínas foram realizadas pelo método de micro-kjeldahl (AOAC, 2012). Os lipídios totais foram determinados por meio do método Bling Dyer (1959).

2.3.3. Análises reológicas

As análises de viscosidade aparente foram realizadas ao longo dos dias de armazenamento (1°, 14° e 28° dia), segundo metodologia descrita por Assis et al. (2014). As mensurações foram realizadas em reometro (Haake Rheotest, Mod. 2.1, Medingen, Alemanha), com cilindros concêntricos acoplados a um banho-maria (a 25 °C) para controle de temperatura e taxa de cisalhamento entre 25 a 1000 s⁻¹. Foram utilizados os dados de tensão cisalhante, medidos a partir das taxas de deformação, para avaliação do comportamento pseudoplásticos dos tratamentos foi utilizado o modelo de *Ostwald-de-Waele*:

$$\mu = K_{\gamma}^{(n-1)}$$

Onde:

μ: viscosidade aparente

K: índice de consistência

γ: taxa de cisalhamento

n: índice de comportamento do fluxo.

As unidades de medida utilizadas foram: mPa.s para viscosidade aparente, s⁻¹ para taxa de cisalhamento e mPa para tensão de cisalhamento.

2.3.4. Análise de cor

A análise de cor foi realizada por leitura direta com o calorímetro digital portátil (Konica Minolta; modelo: CR 400) no sistema de cor CIE L a* B*.

2.4. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas dos iogurtes foram realizadas de acordo com o proposto pela Instrução Normativa nº46, de 23 de outubro do 2007 (BRASIL, 2007). Onde estão descritos os requisitos mínimos de identidade e qualidade microbiológica que os leites fermentados devem apresentar para o consumo e, são recomendadas análises de bolores, leveduras e coliformes a 30°C e a 45°C.

2.4.1. Viabilidade dos microrganismos da cultura láctica durante o período de armazenamento

A viabilidade da cultura láctea nos iogurtes foi avaliada nos 1º, 14º e 28º dias de armazenamento. Alíquotas de 10 g das amostras foram pesadas e diluídas em 90 mL de água peptonada estéril (0,1 g/100 mL), constituindo assim a diluição 10^{-1} . As diluições subsequentes foram efetuadas a partir da primeira. Uma alíquota de 1 mL de amostra foi transferida para um tubo com rosca contendo 9 mL de solução de água peptonada estéril 0,1 %, a partir desta diluição foram realizadas as demais diluições subsequentes, até a diluição 10^{-7} . A homogeneização foi efetuada durante dois minutos com auxílio de agitador de tubos (Vortex). Inoculações por profundidade foram realizadas a partir da diluição 10^{-5} , 10^{-6} e 10^{-7} em meio seletivo *Man-Rogosa-Sharpe* (MRS). As inoculações foram efetuadas em duplicata para enumeração microrganismo presente na cultura láctea de acordo com *Standard Methods for the Examination of Dairy Products* (FRANK; YOUSEF, 2004).

2.5. Análise sensorial

O projeto de pesquisa para este trabalho seguiu os trâmites legais e acadêmicos, sendo analisado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Escola de Nutrição da Universidade Federal da Bahia, que emitiu parecer de aprovação sob o registro de número 3.724.583.

Quatro dos iogurtes desenvolvidos foram submetidos à avaliação sensorial por um grupo de 128 julgadores não treinados formado por alunos, professores e servidores da UFBA, a qual foi realizada no Laboratório de Solo da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ). Para a realização da análise sensorial os potenciais julgadores foram convidados a uma pré-seleção realizada através de um questionário (Anexo 1), onde foram excluídos os julgadores com alergia ou intolerância a leite ou derivados lácteos. Neste momento os candidatos a julgadores foram convidados a ler e assinar o termo de consentimento e esclarecimento a respeito da pesquisa (TCLE), de acordo com as exigências do CEP (Anexo 2). Foi realizada avaliação sensorial afetiva de aceitação segundo a metodologia descrita por Drake (2007). Em cabines individuais, cada amostra foi apresentada aos julgadores na quantidade de 15 ml em temperatura entre 4 – 8 °C, acondicionadas em copos de plástico de 50 ml, numerados aleatoriamente com três dígitos. Para a avaliação dos parâmetros aparência, cor, odor, sabor, acidez, consistência, sensação na boca e impressão global, os julgadores responderam um questionário para cada amostra onde as observações foram avaliadas em escala hedônica estruturada de 9 pontos, com variação de gostei extremadamente (ou 9 pontos) e desgostei extremadamente (ou 1 pontos), no do quesito intenção de compra foi avaliado em escala hedônica estruturada de 1 a 5 pontos, sendo 1 certamente não compraria e 5 certamente compraria (Anexos 3). No cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA) de cada atributo, foi utilizada a seguinte fórmula (TEIXEIRA et al., 1987):

$$IA (\%) = A \times 100/B (1)$$

Onde: A = nota média obtida para no atributo;

B = nota máxima na escala hedônica.

2.6. Análises estatísticas

No 1º ensaio, os dados da composição centesimal foram analisados em delineamento inteiramente casualizado pelo comando PROC MIXED do pacote estatístico SAS. A heterogeneidade das variâncias foi testada pelo comando REPEATED e utilizada quando significativo. Os dados de pH, contagem de BALs, viscosidade e cor foram analisados em modelos mistos com efeitos fixos das formulações (4 graus de liberdade), tempo de estocagem (2 graus de liberdade) e suas interações pelo comando PROC MIXED do pacote estatístico SAS, segundo modelo abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + O_{j:i} + S_k + TS_{ik} + e_{ijk}, \text{ no qual:}$$

Y_{ijk} = variável dependente;

μ = média geral;

T_i = efeito fixo da formulação i ($i = 1$ a 4);

$o_{j:i}$ = erro da parcela (observação aninhada a tratamento) com distribuição $N(0, \sigma^2_o)$

S_j = efeito fixo do tempo de estocagem j ($j = 1$ a 3);

T_{sik} = efeito fixo da interação

e_{ij} = residuo do modelo com distribuição $N(0, \sigma^2_e)$.

Antes das análises, a melhor estrutura de erro foi definida de acordo com o critério AIC utilizando o comando REPEATED. Os graus de liberdade e testes foram ajustados usando a opção Kenward-Roger.

No 2º ensaio, os dados foram analisados em delineamento em blocos completos ao acaso utilizando modelos mistos, sendo as formulações consideradas como efeitos fixos (3 graus de liberdade) e os julgadores como efeitos aleatórios (blocos; 127 graus de liberdade), utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (versão 9.4), segundo modelo estatístico abaixo:

$Y = \mu + T_i + b_j + e_{ij}$, no qual:

Y_{ijk} = variável dependente;

μ = média geral;

T_i = efeito fixo do tratamento i ($i = 1$ a 4);

b_j = efeito aleatório do bloco j ($j = 1$ a 128); e

e_{ijk} = é o erro aleatório associado com a tratamento i no bloco j .

Quando se observou significância para os efeitos fixos de todas as análises acima, utilizou-se o teste de Tukey para a comparação de médias. Para todos os dados a significância foi declarada quando $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise de pH

Foram observadas diferenças significativas de pH entre os tratamentos ($P=0,0086$, $P < 0,0001$ e $P < 0,0001$ para os dias 1º, 14º e 28º, respectivamente), e entre os dias de armazenamento (Tabela 2). Durante o tempo de estocagem o pH das amostras teve os valores mais baixos no 14º dia, retornando no 28º dia a valores semelhantes aos do 1º dia.

Tabela 2. Valores médios de pH no tempo de armazenamento de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes.

Tratamento	Tempo de estocagem (dias)			P-valor
	1	14	28	
	pH			
Controle Jumenta	4,20±0,14 ^{ab}	4,03±0,06 ^{bc}	4,18±0,03 ^a	0,052
Inulina Jumenta	4,12±0,01 ^{ab,A}	4,06±0,03 ^{ab,B}	4,12±0,03 ^{b,A}	0,014
Maçã Jumenta	4,07±0,01 ^{b,B}	4,09±0,01 ^{ab,B}	4,13±0,02 ^{b,A}	< 0,001
Maracujá Jumenta	4,10±0,01 ^{ab,A}	3,97±0,01 ^{c,C}	4,04±0,01 ^{c,B}	< 0,001
Controle Vaca	4,23±0,01 ^{a,A}	4,11±0,01 ^{a,C}	4,17±0,01 ^{ab,B}	< 0,001
Maracujá Vaca	4,17±0,02 ^{ab,A}	4,09±0,01 ^{ab,B}	4,16±0,01 ^{ab,A}	< 0,001

Médias nas colunas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem os tratamentos no teste de Tukey (P<0,05).

Médias nas linhas seguidas por letras maiúsculas diferentes diferem os tempos de armazenamento no teste de Tukey (P<0,05).

3.2. Análises da composição centesimal

Houve diferença significativa no teor de umidade dos iogurtes em função dos tratamentos (Tabela 3). De acordo com Crispín-Isidro et al. (2015) a adição de inulina aumenta o teor de sólidos totais em iogurtes, o que reduz o teor de umidade. Os autores supracitados adicionaram 2, 4 e 6 % de inulina em iogurtes a base de leite de vaca e relataram 79,9, 79,1 e 77,5 % de umidade, respectivamente; esses valores são semelhantes ao observado no tratamento com o espessante inulina do presente estudo, sendo o tratamento com mais baixo teor de umidade.

Tabela 3. Composição centesimal de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes.

Composição g.100g ⁻¹	Tratamentos						EPM	P-valor
	Iogurte Jumenta				Iogurte Vaca			
	Controle	Inulina	Maça	Maracujá	Controle	Maracujá		
Umidade	82,78 ^a	78,53 ^c	80,42 ^b	81,2 ^b	83,52 ^a	82,10 ^a	0,288	<0,001
Cinzas	0,38	0,42	0,41	0,46	0,71	0,78	0,090	0,079
Proteína	8,47 ^b	6,73 ^c	7,04 ^c	7,63 ^{bc}	15,46 ^a	14,54 ^a	0,204	<0,001
Gordura	3,46 ^a	2,41 ^{ab}	3,87 ^a	3,42 ^a	1,09 ^b	1,14 ^b	0,392	0,007

EPM: Erro padrão da média.

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste de Tukey (P<0,05).

No caso dos tratamentos com fibra de maracujá (com leite asinino e leite de vaca), não foram observadas diferenças significativas com os tratamentos controles. Espírito Santo et al. (2012) utilizaram fibra de maracujá (0,7%) como espessante em iogurte produzido com leite de

vaca e relatam umidade de 86,96 % no iogurte sem adição de fibras, e 85,99 % no iogurte com fibra de maracujá. Os resultados dos autores supracitados são semelhantes aos resultados dos teores de umidade observados no presente estudo nos tratamentos controle (sem espessante) e com a adição de fibra de maracujá, tantos nos produtos de leite asinino e de leite de vaca desnatado. Na análise de cinza não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Os mais elevados teores de proteína foram observados nos iogurtes produzidos com leite de vaca, conforme esperado. Os tratamentos com espessantes não influenciaram os teores de proteína dos produtos para as fontes lácteas. O teor de gordura foi influenciado significativamente pelas fontes lácteas, onde nos tratamentos com leite de vaca desnatado os teores foram os mais baixos por conta da composição do leite (0% gordura). Entre as fontes lácteas ou tipos de leite não foram observadas diferenças entre os tratamentos controle e os espessantes.

3.3. Análise reológicas

Os dados obtidos nos diferentes tratamentos tiveram um ajuste ao modelo de *Ostwald-de-Waele*, apresentando um coeficiente de correlação mínimo (R^2) de 0,999. Nos dados de n (índice de comportamento do fluxo) onde todos os tratamentos apresentaram $n < 1$, ajudam a confirmar o comportamento pseudoplástico dos tratamentos.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos nos valores de n e de K (Tabela 4), ou seja, os valores de K não foram influenciados pela adição de espessantes, indicando que não houve diferença significativa na viscosidade aparente entre os tratamentos. O tempo de estocagem teve maior efeito na viscosidade aparente, com redução na viscosidade aparente no 28º dia (Figura 3). A goma xantana e a inulina são polissacarídeos que podem ser usados como fonte de carbono para as BAL na produção de iogurtes.

Tabela 4. Índices de comportamento do fluxo (n) e de consistência (K) de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes.

Índice	Tratamentos						EPM	P-valor
	Iogurte Jumenta				Iogurte Vaca			
	Controle	Inulina	Maça	Maracujá	Controle	Maracujá		
n	-0,731	-0,737	-0,750	-0,724	-0,626	-0,740	6,43	0,660
K	5150,60	7021,85	8576,27	8816,08	7775,53	9345,75	816,54	0,055

EPM: Erro padrão da média.

Médias nas linhas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem no teste de Tukey ($P < 0,05$).

No presente estudo o efeito observado na viscosidade poder estar relacionado com à atividade das BAL, pois no 14º dia foi observado diminuição na contagem das BAL nos tratamentos em contraste com elevação da viscosidade aparente no mesmo tempo de estocagem, sugerindo que a maior contagem de BAL indica menor viscosidade. A fibra de maracujá foi o tratamento que alterou positivamente as propriedades reológicas dos iogurtes, além da aparência (Figura 3).

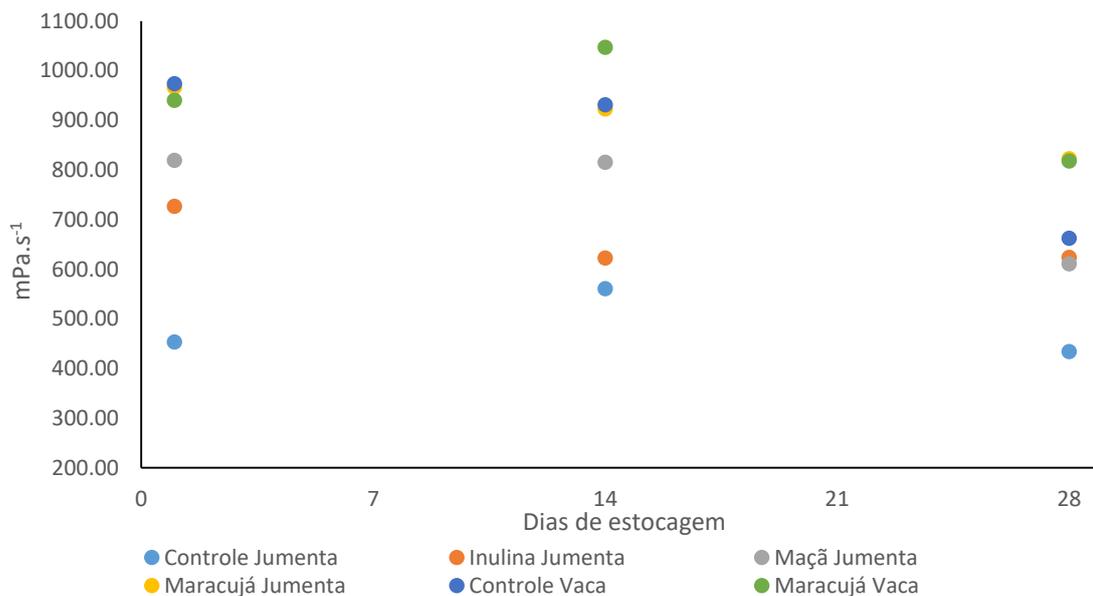


Figura 3. Viscosidade aparente de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes analisados a 25 °C em taxa de cisalhamento de 25 s⁻¹ nos 1º, 14º e 28º dias de armazenagem refrigerada.

3.4. Análise da cor

A coloração dos alimentos e bebidas é um importante atributo de qualidade, não só por contribuir para uma boa aparência, mas também, por influenciar a preferência do consumidor (MOTTA et al., 2015). A cor, expressa no sistema CIELAB (L*, a* e b*), é definida por três eixos perpendiculares; o eixo “L*” (luminosidade) varia do preto (0%) ao branco (100%); o eixo “a*”, varia do verde (-) ao vermelho (+), e o eixo “b*”, do azul (-) ao amarelo (+). O espaço de cor L*C*h, semelhante ao CIELAB, é o preferido por alguns profissionais da indústria porque seu sistema se correlaciona melhor com a forma como o olho humano percebe a cor. O sistema L*C*h usa o mesmo diagrama que o espaço de cor L*a*b*, mas usa coordenada cilíndrica ao invés de coordenadas retangulares.

Tabela 5. Efeito do tempo de armazenamento nos parâmetros de cor de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes.

Propriedade	Tratamento	Tempo de estocagem (dias)			P-valor
		1	14	28	
L	Controle Jumenta	43,82±2,26 ^b	41,42±0,59 ^b	46,41±0,63 ^b	0,083
	Inulina Jumenta	40,81±0,84 ^{bc}	41,11±0,03 ^b	44,95±2,36 ^b	0,108
	Maçã Jumenta	37,88±0,12 ^{c,B}	37,64±0,57 ^{c,B}	42,07±1,03 ^{b,A}	0,012
	Maracujá Jumenta	41,85±0,72 ^{bc,AB}	40,09±0,36 ^{b,B}	42,74±0,34 ^{b,A}	0,029
	Controle Vaca	54,03±0,96 ^a	52,96±0,92 ^a	57,85±1,66 ^a	0,056
	Maracujá Vaca	53,46±0,11 ^{a,B}	51,51±0,57 ^{a,C}	56,67±0,10 ^{a,A}	0,001
C	Controle Jumenta	9,98±0,07 ^b	10,36±0,64 ^b	9,68±0,72 ^b	0,055
	Inulina Jumenta	10,16±0,79 ^b	11,88±0,54 ^{ab}	10,81±1,53 ^{ab}	0,373
	Maçã Jumenta	13,50±0,77 ^a	12,90±1,36 ^{ab}	12,00±0,46 ^{ab}	0,394
	Maracujá Jumenta	12,30±0,72 ^{ab}	11,49±1,60 ^{ab}	10,06±0,71 ^b	0,262
	Controle Vaca	13,67±0,10 ^a	14,17±0,18 ^a	13,60±0,59 ^a	0,355
	Maracujá Vaca	14,27±0,95 ^a	14,91±0,44 ^a	14,66±0,86 ^a	0,583
h	Controle Jumenta	57,78±1,56 ^{b,A}	59,57±1,21 ^A	40,44±0,24 ^{b,B}	0,001
	Inulina Jumenta	54,94±2,24 ^{b,AB}	56,81±0,56 ^A	36,28±7,66 ^{b,B}	0,037
	Maçã Jumenta	57,06±1,80 ^{b,A}	55,74±2,73 ^A	36,36±1,70 ^{b,B}	0,004
	Maracujá Jumenta	58,47±1,82 ^{b,A}	56,57±3,42 ^A	33,23±3,21 ^{b,B}	0,005
	Controle Vaca	61,92±0,42 ^{a,A}	62,74±2,43 ^A	51,45±1,34 ^{a,B}	0,010
	Maracujá Vaca	63,28±0,59 ^a	62,74±0,11 ^A	53,44±0,43 ^{a,B}	< 0,001
a*	Controle Jumenta	5,32±0,27 ^{c,B}	5,25±0,51 ^{b,B}	7,37±0,57 ^{b,A}	0,031
	Inulina Jumenta	5,83±0,13 ^{bc,B}	6,50±0,20 ^{a,B}	8,60±0,35 ^{ab,A}	0,003
	Maçã Jumenta	7,33±0,06 ^{a,B}	7,23±0,25 ^{a,B}	9,65±0,16 ^{a,A}	0,001
	Maracujá Jumenta	6,42±0,04 ^{b,B}	6,29±0,30 ^{ab,B}	8,40±0,28 ^{a,A}	0,005
	Controle Vaca	6,44±0,04 ^{b,B}	6,71±0,13 ^{a,B}	8,47±0,11 ^{a,A}	0,001
	Maracujá Vaca	6,41±0,30 ^{b,B}	6,90±0,13 ^{a,B}	8,73±0,42 ^{a,A}	0,010
b*	Controle Jumenta	8,44±0,08 ^{c,A}	8,93±0,43 ^{b,A}	6,28±0,43 ^{b,B}	0,010
	Inulina Jumenta	8,33±0,88 ^c	9,95±0,52 ^b	6,43±2,04 ^b	0,161
	Maçã Jumenta	11,33±0,88 ^b	10,67±1,47 ^b	7,12±0,56 ^b	0,050
	Maracujá Jumenta	10,49±0,82 ^{bc}	9,61±1,72 ^b	5,21±1,30 ^b	0,054
	Controle Vaca	12,06±0,14 ^{a,AB}	12,48±0,27 ^{b,A}	10,64±0,66 ^{ab,B}	0,043
	Maracujá Vaca	12,75±0,93 ^a	13,57±0,07 ^a	11,78±0,76 ^a	0,171

Médias nas colunas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem os tratamentos no teste de Tukey ($P < 0,05$). Médias nas linhas seguidas por letras maiúsculas diferentes diferem os tempos de armazenamento no teste de Tukey ($P < 0,05$).

Neste espaço de cor, L^* indica luminosidade, C^* representa a saturação, e h é o ângulo de tonalidade. O valor de saturação C^* representa a distância do eixo de luminosidade (L^*) e inicia em zero no centro. O ângulo de tonalidade começa no eixo $+a^*$, e se movimenta em sentido anti-horário. Nas amostras estudadas observa-se que para o parâmetro L (luminosidade), as amostras variaram entre si e ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 5), sendo que ao final de 28 dias de análise, todas as amostras tiveram aumento de luminosidade, indicando que as amostras estavam mais próximas ao branco.

Nos iogurtes controles (à base de leite asinino e leite de vaca) tem maiores luminosidades quando comparados aos iogurtes acrescidos de espessantes, indicando assim que a adição destes produtos interfere na luminosidade dos iogurtes. Dentre os iogurtes produzidos com leite de jumenta, a amostra com fibra de maçã teve o menor valor de L^* tanto no 1º dia quanto ao final dos 28 dias de refrigeração.

Quanto à cromacidade, observa-se que dentre as amostras produzidas com leite de jumenta, a que teve menor saturação foi o iogurte controle (9,98) sendo a amostra com fibra de maçã a que teve maiores valores para parâmetro C (13,50). Observa-se que houve variação de saturação entre os diferentes iogurtes produzidos com leite de jumenta, bem como ao longo do tempo, além disso, os iogurtes produzidos com leite de vaca alcançaram maior saturação quando comparados aos elaborados com leite de jumenta.

O ângulo hue (h) indica a tonalidade as quais variaram entre 54 e 58 para os iogurtes produzidos com leite de jumenta e 63 para iogurte com leite de vaca. Observa-se diferença significativa entre as tonalidades das amostras controles, onde a amostra controle com leite de jumenta teve h de 57,78 enquanto na amostra controle com leite de vaca foi de 61,92, indicando maior ângulo para os iogurtes produzidos com leite de vaca.

No eixo a^* , todas as leituras tiveram resultados (+) indicando assim que as amostras se aproximaram mais do vermelho do que do verde. O controle de leite de jumenta teve a^* de 5,32 enquanto o controle produzido com leite de vaca foi de 6,44, o que indica que o leite de vaca produziu iogurte com nuances mais próximas ao vermelho. Além disso a amostra com inulina teve os maiores valores dentre todas as amostras bem como frente aos controles, indicando assim que a presença da fibra de maçã influenciou diretamente nesse parâmetro. Quando observado b^* , novamente a amostra com inulina se destacou frente as demais por apresentar maior intensidade (tendência à coloração esverdeada), porém o controle elaborado com leite de vaca foi superior no resultado de b^* a todos os iogurtes produzidos com leite de jumenta.

3.5. Contagem de bactérias ácido lácticas

Em relação a contagem de BALs dos iogurtes, no dia 1º de armazenamento os iogurtes de leite asinino tiveram resultados superiores a 10^{-7} UFC.mL⁻¹, valor exigido pela normativa vigente (BRASIL, 2007) para que o produto seja considerado como iogurte. A contagem de BALs foi mais alta nos iogurtes produzidos com leite asinino (Tabela 6), em comparação aos iogurtes de leite de vaca desnatado; indicando que iogurtes à base de leite asinino são bons ambientes para o crescimento das BALs. Nos tratamentos com inulina e fibra maçã dos iogurtes de leite asinino não foram observadas diferenças significativas na contagem de BALs ao longo dos dias de estocagem.

Tabela 6. Valores médios da contagem de bactérias ácido lácticas no tempo de armazenamento de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com diferentes espessantes.

Tratamento	Tempo de estocagem (dias)			P-valor
	1	14	28	
	Microbiologia (log UFC.g⁻¹)			
Controle Jumenta	8,72±0,23 ^{b,AB}	8,33±0,63 ^{b,B}	9,22±0,09 ^{a,A}	0,031
Inulina Jumenta	8,95±0,12 ^{ab,B}	9,35±0,15 ^{a,A}	9,27±0,16 ^{a,A}	0,008
Maçã Jumenta	9,28±0,36 ^a	9,34±0,12 ^a	9,25±0,16 ^a	0,877
Maracujá Jumenta	9,09±0,10 ^{ab}	9,06±0,20 ^a	8,75±0,91 ^a	0,632
Controle Vaca	6,92±0,15 ^{c,B}	6,86±0,06 ^{c,B}	7,37±0,27 ^{b,A}	0,006
Maracujá Vaca	6,80±0,12 ^{c,AB}	6,44±0,18 ^{c,B}	7,13±0,44 ^{b,A}	0,022

Médias nas colunas seguidas por letras minúsculas diferentes diferem os tratamentos no teste de Tukey (P<0,05).

Médias nas linhas seguidas por letras maiúsculas diferentes diferem os tempos de armazenamento no teste de Tukey (P<0,05).

Diferenças significativas foram observadas durante o tempo de estocagem nos demais tratamentos. Segundo Costa et al. (2015) o efeito no aumento na contagem de BALs e na diminuição do pH nos primeiros dias de armazenamento, se deve ao consumo dos carboidratos presentes na matriz alimentar por essas bactérias que produzem ácido láctico, o que diminui o pH; após as BALs terem consumido a maior parte dos carboidratos a sua população diminui e começa a consumir proteínas e a produzir aminas biogênicas elevando o pH. Esse comportamento de crescimento bacteriano e pH pode ser observado no presente estudo (Tabela 2).

3.6. Análise sensorial e intenção de compra

A análise sensorial foi realizada por 128 julgadores não treinados, sendo 67,39 % do gênero feminino, 31,88 % do gênero masculino e 0,72 % se identificaram como outros. O grupo foi caracterizado com 96,38 % dos julgadores não fumantes; dos quais 97,83% responderam consumir iogurte, leite fermentado ou bebidas lácteas batidas com frequência e 37,68% responderam consumir alimentos funcionais. Pessoas com algum tipo de alergia ou intolerância alimentar não participaram do experimento.

Para todos os atributos sensoriais avaliados no presente estudo foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e fontes lácteas (Figura 4), com valores médios de pontuação na escala hedônica < 7. O iogurte controle elaborado com leite de vaca desnatado foi o produto que obteve os maiores índices de aceitação (Tabela 7). Tal fato pode estar relacionado com a maior familiaridade dos julgadores não treinados com produtos lácteos de leite de vaca, como demonstrado por Costa et al. (2015) que relatam baixa aceitabilidade de iogurtes de leite de cabra por julgadores não treinados e maior aceitabilidade por iogurtes de leite vaca.

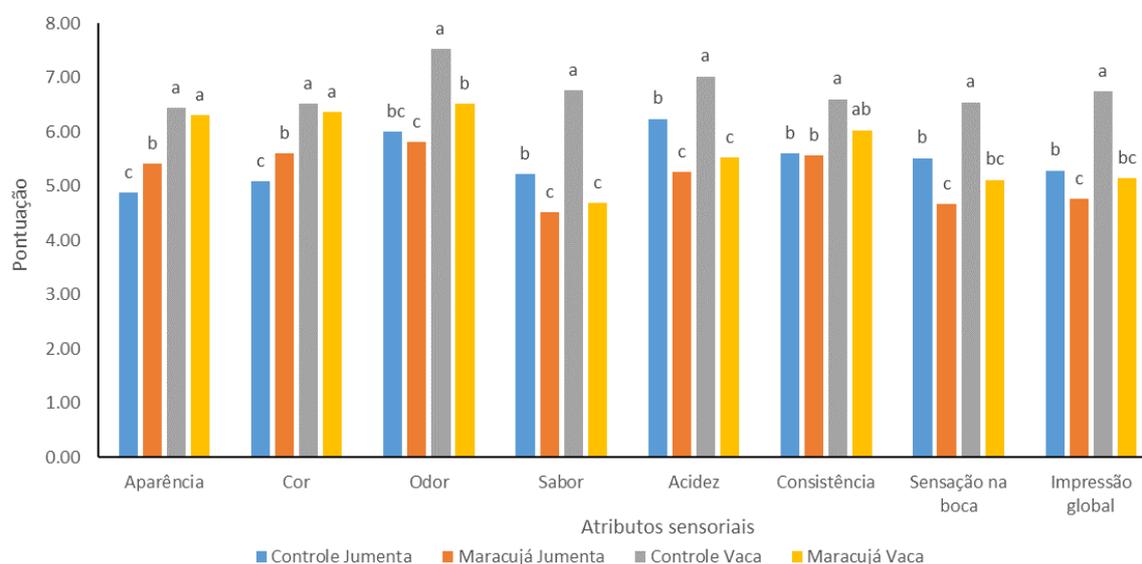


Figura 4. Valores médios de aceitabilidade atribuídos às características sensoriais avaliadas em escala hedônica de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com fibra de maracujá como espessantes.

A aparência e a cor são atributos fundamentais na qualidade e aceitação de um produto, sendo geralmente visual a primeira impressão que se tem de um alimento. No presente experimento houve diferença significativa entre os tratamentos elaborados com leite de vaca e os elaborados com leite asinino (Figura 4) nos atributos de aparência e cor. Os tratamentos produzidos com leite de vaca tiveram maior índice de aceitação comparados aos iogurtes elaborados com leite asinino (Tabela 7). Provavelmente, os julgadores associam os produtos lácteos com uma coloração mais próxima a coloração branca, o que poderia explicar a maior aceitação dos iogurtes de leite de vaca, que tinham uma aparência mais clara (Figura 5) mais próxima a cor branca indicado pelo eixo L mais elevado (Tabela 5), quando comparados aos iogurtes de leite de jumenta.

Tabela 7. Índice de aceitabilidade (%) para os iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com fibra de maracujá como espessantes.

Atributos	Iogurte Jumenta		Iogurte Vaca	
	Controle	Fibra de Maracujá	Controle	Fibra de Maracujá
Aparência	54.17	60.16	71.53	70.14
Cor	56.51	62.24	72.48	70.66
Odor	66.67	64.50	83.59	72.48
Sabor	57.99	50.26	75.17	52.08
Acidez	69.36	58.51	78.04	61.46
Consistência	62.24	61.89	73.35	67.01
Sensação na boca	61.28	51.91	72.74	56.86
Impressão global	58.77	52.86	74.91	57.12
Relação intenção compra	51.56	45.78	68.91	48.91

No atributo odor, os iogurtes elaborados com leite de vaca tiveram maior índice de aceitação (Tabela 7) em comparação aos tratamentos com leite asinino. No entanto, o tratamento controle elaborado com leite de vaca teve maior índice de aceitação sendo considerados como aceito ou interpretados como “gostei moderadamente” (Figura 4) na escala hedônica. Entretanto, não houve diferença significativa entre os outros tratamentos.

Nas características sabor e acidez (Tabela 7) foi observado maior índice de aceitação para os tratamentos controles (de leite asinino e de leite de vaca), mas com diferença significativa entre eles nas características de sabor ($P < 0,001$) de acidez ($P < 0,001$). Não houve diferença no sabor e na acidez entre os iogurtes formulados com adição fibra de maracujá, tanto de leite asinino como de leite de vaca. No atributo consistência, os iogurtes elaborados com leite de vaca tiveram maior índice de aceitação com diferença significativa (Figura 4) entre os iogurtes elaborados com leite asinino. Entre os iogurtes elaborados com leite asinino não houve

diferença significativa com resultados avaliados como “Não gostei e nem desgostei” (Tabela 7).

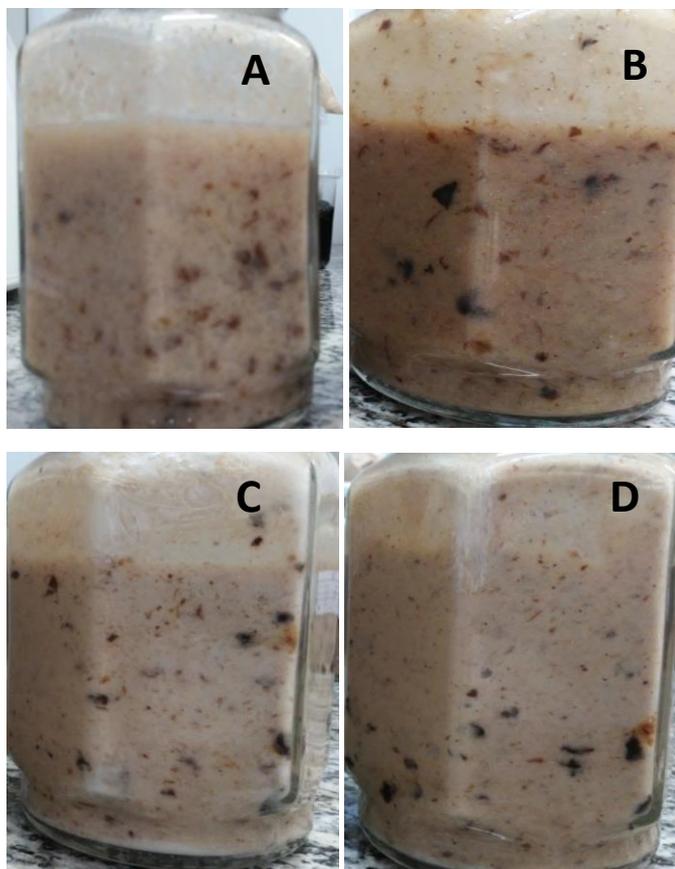


Figura 5. Imagem dos iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados sem (A, C) e com a adição de fibra de maracujá como espessante (B, D) e saborizados com polpa de ameixa.

Nas características de sensação na boca e impressão global, o iogurte controle de leite de vaca também obteve maior pontuação (Tabela 7). Não foram observadas diferenças significativas entre os iogurtes produzidos com leite asinino e o iogurte com adição de fibra de maracujá de leite de vaca. Além disso, foi observada maior aceitação pelos iogurtes controles em comparação aos iogurtes com adição da fibra de maracujá independente da fonte láctea (Figura 4; Tabela 7).

Os resultados da análise sensorial se refletiram na avaliação da intenção de compra (Figura 6), na qual o iogurte controle de leite de vaca teve a maior índice de aceitabilidade (Tabela 7), sem diferenças significativas entre os demais iogurtes.

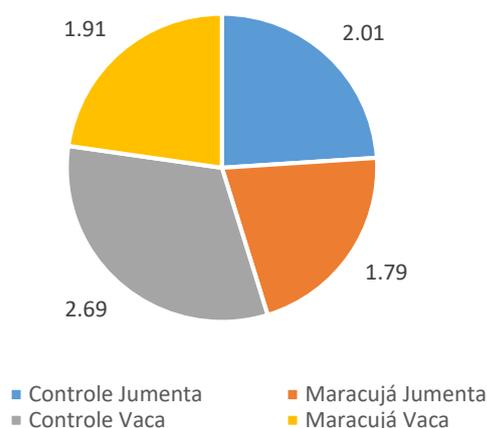


Figura 6. Valores médios da relação de intenção de compra de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com e sem fibra de maracujá como espessante, avaliados em escala de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria).

O leite asinino é considerado como alimento alternativo na alimentação de crianças que sofrem de alergia à proteína do leite de vaca, além disso, a composição nutricional do leite asinino é semelhante à do leite de humano. No entanto, pelo seu baixo teor de sólidos totais, o leite asinino tem baixo rendimento na produção de produtos lácteos, sendo necessário a utilização de aditivos que possam alterar as características físico-químicas, reológicas e sensoriais dos produtos. Espessantes naturais foram utilizados no presente estudo, os quais, incrementaram as propriedades reológicas e a composição centesimal (umidade, cinza, proteínas e gordura) dos iogurtes a base de leite asinino sem apresentar diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 5). No entanto, a pouca familiaridade com o consumo de leite asinino e consumo de alimentos funcionais que contenham fibras de frutas foi determinante nos resultados dos índices de aceitabilidade dos iogurtes avaliados na análise sensorial (Tabela 7).

4. CONCLUSÃO

As propriedades reológicas, composição centesimal e as características físico-químicas foram influenciadas pelo tipo de espessante empregado na elaboração de iogurtes com leite asinino e bovino, com destaque para a fibra de maracujá. Entretanto a utilização da fibra de maracujá como espessante teve impacto negativo na aceitação dos iogurtes tanto de leite asinino como bovino.

5. REFERENCIAS BOBLIOGRÁFICAS

AACC (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS). The definition of dietary fibre. **Cereal Food World**, v. 46, No. 3, p 112 – 126, 2001.

AOAC International. Official Methods of Analysis. 19th ed. AOAC Int., **Arlington, VA**. 2012.

AL-SHERAJI, S. H. et al. Prebiotics as functional foods: A review. **Journal of functional foods**, v. 5, n. 4, p. 1542-1553, 2013.

ASSIS, D. et al. A study of the effects of aeration and agitation on the properties and production of xanthan gum from crude glycerin derived from biodiesel using the response surface methodology. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 172, n. 5, p. 2769-2785, 2014.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 de outubro de 2007.

CHIAVARI, C. et al. Use of donkey's milk for a fermented beverage with *Lactobacilli*. **Le Lait**, v. 85, n. 6, p. 481-490, 2005.

COPPOLA, R. et al. Behaviour of *Lactobacillus rhamnosus* strains in ass's milk. **Annals of Microbiology**, v. 52, n. 1, p. 55 – 60, 2002.

COSENTINO, C. et al. Jenny milk as an inhibitor of late blowing in cheese: A preliminary report. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 6, p. 3547 – 3550, 2013.

COSTA, M. P. et al. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) pulp, probiotic, and prebiotic: Influence on color, apparent viscosity, and texture of goat milk yogurts. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 9, p. 5995-6003, 2015.

CRISPÍN-ISIDRO, G. et al. Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. **LWT-Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 438-444, 2015.

DRAKE, M. A. Invited review: Sensory analysis of dairy foods. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 11, p. 4925-4937, 2007.

ESPÍRITO-SANTO, A. P. et al. Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 224-231, 2013.

ESPÍRITO-SANTO, A. P. et al. Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. **LWT-Food Science and Technology**, v. 47, n. 2, p. 393-399, 2012.

FACCIA, M. et al. Technological attempts at producing cheese from donkey milk. **Journal of Dairy Research**, v. 85, n. 3, p. 327-330, 2018.

FRANK, J. F.; YOUSEF, A. E. Tests for groups of microorganisms. in Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 17th ed. H. M. Wehr and J. F. Frank, ed. Am. **Public Health Assoc.**, Washington, DC. p. 227 – 248, 2004

- HOPPERT, K. et al. Consumer acceptance of regular and reduced-sugar yogurt enriched with different types of dietary fiber. **International Dairy Journal**, v. 28, n. 1, p. 1-7, 2013.
- MARTINI, M. et al. Nutritional and nutraceutical quality of donkey milk. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 65, p. 33-37, 2018.
- MOTTA, J. D. et al. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 74-82, 2015.
- NIRO, S. et al. Technological use of donkey milk in cheesemaking. **International Journal of Dairy Technology**, v. 70, n. 3, p. 439-442, 2017.
- OLIVEIRA, A. et al. Incorporation of strawberries preparation in yoghurt: Impact on phytochemicals and milk proteins. **Food Chemistry**, v. 171, p. 370-378, 2015.
- PAPADEMAS, P. et al. Probiotic, antimicrobial, antioxidant and sensory properties of fermented donkey milk with *Lactobacillus fermentum* ME-3 and *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4356). **BAOJ Microbiol.** 1, 004, 2015.
- RODAS, M. A. d. B. et al. Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com frutas. **Food Science and Technology**, v. 21, n. 3, p. 304-309, 2001.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.
- SALIMEI, E. et al. Composition and characteristics of ass's milk. **Animal Research**, v. 53, p. 67 – 78, 2004.
- SANDERS, M. E.; GOH, Y. J.; KLAENHAMMER, T. R. Probiotics and Prebiotics. **Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers**, p. 831-854, 2019.
- ŠARIĆ, L. Č. et al. Characterization of extra-hard cheese produced from donkeys' and caprine milk mixture. **Dairy science & technology**, v. 96, n. 2, p. 227-241, 2016.
- SIRO, I. et al. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. **Appetite**, v. 51, n. 3, p. 456-467, 2008.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Editora da UFSC, 1987.
- TIDONA, F. et al. Fermented beverage emulsion based on donkey milk with sunflower oil. **International journal of food science & technology**, v. 50, n. 12, p. 2644-2652, 2015.
- TOMIC, N. et al. Enrichment of yoghurt with insoluble dietary fiber from triticale—A sensory perspective. **LWT-Food Science and Technology**, v. 80, p. 59-66, 2017.
- TURCHI, B. et al. *Lactobacillus plantarum* and *Streptococcus thermophilus* as starter cultures for a donkey milk fermented beverage. **International journal of food microbiology**, v. 256, p. 54-61, 2017.
- VÉNICA, C. I. et al. Effect of the carbohydrates composition on physicochemical parameters and metabolic activity of starter culture in yogurts. **LWT-Food Science and Technology**, v. 94, p. 163-171, 2018.

ANEXOS

Anexo1. Questionário de identificação do perfil dos julgadores não treinados.

Endereço de e-mail:

Nome:

Gênero: Masculino Feminino Outros

Idade: _____

Você é fumante? Sim Não

Você toma café com frequência? Sim Não

Você é diabético? Sim Não

Você é hipertenso? Sim Não

Possui algum tipo de alergia ou intolerância alimentar? Sim Não

Se sim, é intolerância a que? _____.

Toma algum tipo de medicamento de uso contínuo? Sim Não

Se sim, que tipo? _____.

Você consome leite? Sim Não

Se sim, com qual frequência?

Diariamente

Uma ou duas vezes por semana

Raramente

Você consome iogurte, leite fermentado ou bebidas lácteas batidas? Sim Não

Se sim, com qual frequência?

Diariamente

Uma ou duas vezes por semana

Raramente

Você consome alimentos funcionais? Sim Não

Se sim, qual tipo? _____.

Anexo 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido utilizado na análise sensorial de iogurtes a base de leite asinino e leite de vaca formulados com e sem fibra de maracujá como espessante.

Título do Estudo: Estudo sensorial e de consumo de iogurte com propriedades funcionais na comunidade UFBA

Pesquisadores Responsáveis: Chiara Albano e Marion Pereira da Costa – EMVZ/UFBA

Discente de mestrado: Madian Johel Galo Salgado – PPGCA/UFBA

Proposta - Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa. Por favor, leia este documento com bastante atenção antes de assiná-lo. Caso haja alguma palavra ou frase que você não consiga entender, converse com o pesquisador responsável pelo estudo ou com um membro da equipe desta pesquisa para esclarecê-los. A proposta deste termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) é explicar tudo sobre o estudo e obter a sua permissão para participar do mesmo de forma voluntária.

Objetivo do Estudo - Os objetivos do estudo são: Avaliar a utilização de fibras alimentares nas propriedades físico-químicas e sensoriais de iogurtes a base de leite de jumentas.

Duração do Estudo - A duração total do estudo é de 2 dias. A sua participação no estudo será de aproximadamente 20 min.

Descrição do Estudo - Participarão do estudo aproximadamente 120 indivíduos. Este estudo será realizado na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia no Laboratório de Inspeção e Tecnologia de leite e derivados.

Condições: O estudo será restrito a pessoas com idade entre 18 e 59 anos, que não tenham alergia ou intolerância alimentar, que não sejam fumantes e estejam com boa saúde.

Procedimento do Estudo - Após entender e concordar em participar, você receberá, separadamente, 4 amostras de iogurte apresentados em copos descartáveis de 50 ml, numerados com 3 dígitos, contendo 15 ml de iogurte entre 4 – 8°C. Você realizará a análise dos parâmetros de cor, aroma, sabor, acidez, viscosidade e aparência geral. Para a pontuação, você receberá um questionário com questões de aceitabilidade em escala hedônica de 9 pontos, com variação de gostei extremadamente (9 pontos) e desgostei extremadamente (1 ponto), o qual deverá ser respondido para cada uma das amostras. O resultado final da análise sensorial estará disponível após 90 dias, e poderá ser solicitado diretamente ao pesquisador responsável pelo email: chiara.albano@ufba.br

Riscos Potenciais, Efeitos Colaterais e Desconforto - O risco associado ao consumo de iogurte será maior para pessoas com alergias a leite e/ou intolerância a lactose, o que será reduzido devido a exclusão de participantes que possuam alergia ou intolerância alimentar. Os riscos associados ao consumo de derivados lácteos são quadros de desconforto abdominal, enjoo, êmese e/ou diarreia. Na possibilidade de qualquer desconforto ou mal-estar acometido aos julgadores em decorrência do consumo dos produtos-teste, o participante deverá entrar em contato com os pesquisadores através dos telefones informados no TCLE, sendo orientado como proceder em busca dos primeiros socorros e, conforme os sintomas apresentados, o farmacêuticos da equipe será acionado e estará disponível para atender o participante.

Assistência em virtude de danos recorrentes da pesquisa - No caso de o participante não se sentir bem durante ou após a análise sensorial dos iogurtes, haverá um farmacêutico membro da equipe de pesquisa, disponível para avaliar e identificar os sinais e sintomas, prestar os primeiros atendimentos, e acaso necessário, encaminhar o participante para a Unidade de Pronto Atendimento mais próxima ou para o Hospital Universitário da UFBA. **O participante pode se recusar a participar do estudo ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar se justificar, e caso deseje sair da pesquisa, não sofrerá qualquer prejuízo. O participante também será assegurado quanto ao acesso direto a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, antes, durante e depois de sua participação.**

Benefícios para o participante – Você contribuirá para um estudo de aceitação de iogurte a base de leite de jumenta enriquecidos com fibras alimentares. Os resultados obtidos com este estudo irão ajudar no desenvolvimento de produtos à base de leite asinino e na inserção dos jumentos na sociedade do século XXI com uma nova utilidade. Contribuindo com o desenvolvimento de inovações e tecnologia de produtos com possibilidades de patente.

Compensação - Você não receberá nenhuma compensação para participar desta pesquisa e também não terá nenhuma despesa adicional.

Participação Voluntária/Desistência do Estudo - Sua participação neste estudo é totalmente voluntária. Após assinar o consentimento, **você terá total liberdade de retirá-lo a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem nenhum prejuízos.**

Utilização de Registros e Confidencialidade - Todas as informações colhidas e os resultados dos testes serão analisados em caráter estritamente científico, mantendo-se a confidencialidade (segredo) do participante a todo o momento, ou seja, em nenhum momento os dados que o identifique serão divulgados, a menos que seja exigido por lei. Os questionários que trazem sua identificação e esse termo de consentimento assinado poderão ser inspecionados por agências reguladoras e pelo CEP/ENUFBA/UFBA - Comitê de Ética em Pesquisa - Escola de Nutrição da UFBA localizado na Rua Basílio de Gama s/n, térreo, Canela, Salvador- BA – telefone: (71)3283-6917.

Os resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em reuniões ou publicações, contudo, sua identidade não será revelada.

Quem Devo Entrar em Contato em Caso de Dúvida - Em qualquer etapa do estudo você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Os responsáveis pelo estudo nesta instituição são as professoras Chiara Albano de Araujo Oliveira e Marion Costa Pereira, que poderão ser encontrados na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA no telefone: 71-99164-3341.

Declaração de Consentimento

Concordo em participar do estudo intitulado:

Li e entendi o documento de consentimento e o objetivo do estudo, bem como seus possíveis benefícios e riscos. Tive oportunidade de perguntar sobre o estudo e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. Entendo que estou livre para decidir não participar desta pesquisa. Entendo que ao assinar este documento, não estou abdicando de nenhum de meus direitos legais.

Eu autorizo a utilização dos meus registros da análise sensorial a qual participei pelo pesquisador e pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição.

Nome do Participante de Pesquisa Letra de Forma

Data

Assinatura do Participante de Pesquisa

Chiara Albano de Araujo Oliveira

Nome do Pesquisador Principal

Assinatura do Pesquisador Principal

Data

Importante: Este documento será assinado **em duas vias**: uma será entregue ao participante da pesquisa e a outra via ficará com o pesquisador. Todas as páginas deverão ser rubricadas pelo pesquisador, pelo participante da pesquisa ou seu representante legal, em atendimento à CARTA CIRCULAR N° 003/2011 CONEP/CNS/MS.

Anexo 3. Ficha avaliação dos atributos sensoriais dos iogurtes.

Universidade Federal da Bahia Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia

FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL

Nº AMOSTRA:

Data: ____/____/____ Gênero: F M Outros

Nome: _____ Idade: _____

Utilizando a escala abaixo marque um “X” no espaço para indicar de acordo com sua decisão, em relação à amostra de acordo com as características sensoriais apresentado pelo iogurte.

	Aparência	Cor	Odor	Sabor	Acidez	Consistência	Sensação na boca	Impressão global
9. Gostei extremamente								
8. Gostei muito								
7. Gostei moderadamente								
6. Gostei ligeiramente								
5. Não gostei e nem desgostei								
4. Desgostei ligeiramente								
3. Desgostei moderadamente								
2. Desgostei muito								
1. Desgostei extremamente								

Por favor responda a seguinte questão:

Pensando nos produtos que você consome normalmente, indique qual seria sua atitude em relação à compra do produto que você acabou de avaliar.

5. Certamente compraria	
4. Provavelmente compraria	
3. Talvez sim/ talvez não	
2. Provavelmente não compraria	
1. Certamente não compraria	

Comentários:
