

Cacau: Inovação, produtividade e aplicação em produtos lácteos caprinos

Cocoa: Innovation, productivity and application in goat dairy products

Cacao: Innovación, productividad y aplicación en productos lácteos caprinos

Recebido: 18/12/2023 | Revisado: 27/12/2023 | Aceitado: 28/12/2023 | Publicado: 02/01/2024

Pedro Ivo Soares e Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6705-2321>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: pedroivosoares@hotmail.com

Suelma Ferreira do Oriente

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3151-7558>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: suelma_oriente09@hotmail.com

Rebeca Moraes Silva Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0867-2795>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: rebecamoraiscg@gmail.com

Nayara Jessica da Silva Ramos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9225-6614>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: nayara.jessica03@gmail.com

Thaís Abrantes Souza Gusmão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8640-7036>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: ta_brantes@hotmail.com

Rennan Pereira de Gusmão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7355-8078>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: rennangusmao@gmail.com

Resumo

O cacau é um dos produtos agrícolas mais importantes do mundo, possui uma cadeia produtiva bem estabelecida e o Brasil é um dos maiores produtores mundiais. É considerado uma matéria-prima viável para produção de alimentos funcionais, devido aos seus altos níveis de substâncias bioativas e antioxidantes. Sendo assim o estudo tem como objetivo conceituar o cacau em termos de origem, produtividade, impacto na saúde, inovação na indústria de alimentos além da viabilidade da sua aplicação em produtos lácteos caprinos através de uma revisão bibliográfica narrativa. A abordagem metodológica permitiu o uso de estudos experimentais e não experimentais para ter uma compreensão completa sobre a temática proposta. A pesquisa foi realizada na base do ScienceDirect, Scielo, Web of Science, SCOPUS e Schollar Google se restringindo a estudos de livre acesso publicados de 2019 a 2023 usando “cocoa”, “healthy”, “dairy”, “goat milk” como palavras-chave. Através do estudo foi possível analisar a cadeia produtiva do cacau se tratando do panorama mundial, compreendendo que apesar da pandemia do covid-19 o cacau continua relevante, promissor e com demanda no mercado. Utilizando o mesmo como base é possível desenvolver uma gama de produtos com alto teor de compostos bioativos trazendo assim benefícios a saúde do consumidor. Também pode-se constatar a viabilidade da adição de cacau associado a outras substâncias probióticas e prebióticas em produtos lácteos caprinos, resultando assim em produtos acessíveis a sociedade com características nutricionais e sensoriais satisfatórias.

Palavras-chave: Cacau; Leite caprino; Mercado; Prebiótico.

Abstract

Cocoa is one of the most important agricultural products in the world, it has a well-established production chain and Brazil is one of the largest producers in the world. It is considered a viable raw material for the production of functional foods, due to its high levels of bioactive substances and antioxidants. Therefore, the study aims to conceptualize cocoa in terms of origin, productivity, impact on health, innovation in the food industry, in addition to the feasibility of its application in goat dairy products through an bibliographic review. The methodological approach allowed the use of experimental and non-experimental studies to have a complete understanding of the proposed theme. The search was carried out on the basis of ScienceDirect, Scielo, Web of Science, SCOPUS and Schollar Google and was restricted to open access studies published from 2019 to 2023 using “cocoa”, “healthy”, “dairy”, “goat milk” as words -key. Through the study, it was possible to analyze the cocoa production chain in terms of the world scenario, understanding that despite the covid-19 pandemic, cocoa remains relevant, promising and in demand

in the market. Using it as a basis, it is possible to develop a range of products with a high content of bioactive compounds, thus bringing benefits to the health of the consumer. It can also be seen the feasibility of adding cocoa associated with other probiotic and prebiotic substances in goat dairy products, thus resulting in products accessible to society with satisfactory nutritional and sensory characteristics.

Keywords: Cocoa; Goat milk; Market; Prebiotic.

Resumen

El cacao es uno de los productos agrícolas más importantes del mundo, tiene una cadena productiva bien establecida y Brasil es uno de los mayores productores del mundo. Se considera una materia prima viable para la producción de alimentos funcionales, debido a sus altos niveles de sustancias bioactivas y antioxidantes. Por lo tanto, el estudio tiene como objetivo conceptualizar el cacao en términos de origen, productividad, impacto en la salud, innovación en la industria alimentaria, además de la factibilidad de su aplicación en productos lácteos caprinos a través de una revisión bibliográfica. El abordaje metodológico permitió el uso de estudios experimentales y no experimentales para tener una comprensión completa del tema propuesto. La búsqueda se realizó sobre la base de ScienceDirect, Scielo, Web of Science, SCOPUS y Schollar Google y se restringió a estudios de acceso abierto publicados entre 2019 y 2023 usando “cacao”, “saludable”, “lácteo”, “leche de cabra” como palabras clave. A través del estudio, fue posible analizar la cadena productiva del cacao en términos del escenario mundial, entendiendo que a pesar de la pandemia del covid-19, el cacao sigue siendo relevante, prometedor y demandado en el mercado. Usándolo como base, es posible desarrollar una gama de productos con un alto contenido de compuestos bioactivos, trayendo así beneficios a la salud del consumidor. También se puede ver la factibilidad de agregar cacao asociado a otras sustancias probióticas y prebióticas en productos lácteos caprinos, resultando así en productos accesibles a la sociedad con características nutricionales y sensoriales satisfactorias.

Palabras clave: Cacao; Leche de cabra; Mercado; Prebiótico.

1. Introdução

Os alimentos funcionais podem ser definidos como um alimento que, além dos componentes básicos, apresentam nutrientes ou ingredientes específicos que trarão benefícios exclusivos ao organismo, sendo esses componentes os responsáveis pela característica de funcionalidade. Os compostos funcionais devem permanecer no alimento e demonstrar seus efeitos nas quantidades que é ingerido regularmente em uma alimentação variada (Cañas & Braibante, 2019).

Diversas propriedades tornam o leite caprino benéfico para a saúde humana, como alta digestibilidade e capacidade de tamponamento, níveis mais baixos de colesterol em comparação com o leite bovino, baixo potencial alergênico e alto teor de cálcio. Essas propriedades também permitem a fabricação de diversos produtos lácteos a partir do leite caprino, como queijos, iogurtes, bebidas lácteas fermentadas e não fermentadas, sorvetes, manteiga, leite condensado, sobremesas, entre outros. (De Paula *et al.*, 2020).

Os anos de 2020 e 2021, marcados pela pandemia do COVID-19, foram anos desafiadores nos quais a corrida pelo desenvolvimento de vacinas contra o vírus SARS-CoV-2 aliou-se à busca por alternativas que auxiliassem no fortalecimento do sistema imunológico. Alguns alimentos funcionais, ricos em agentes antioxidantes podem exercer importante papel na alteração da resposta imune pulmonar causada pelo estresse oxidativo, que leva a infecções pulmonares graves. A adição de ingredientes naturais no leite pode bloquear a liberação de citocinas pró-inflamatórias. (Messina *et al.*, 2020; Singh *et al.*, 2020).

Atualmente, pesquisadores nacionais e internacionais têm aplicado uma série de produtos naturais, para o desenvolvimento e pesquisa de produtos lácteos funcionais, para melhorar o sabor e a qualidade bem como aumentar sua eficiência para o trato gastrointestinal. Os produtos lácteos caprinos são considerados alimentos especiais devido aos seus atributos nutricionais e funcionais, e sua participação de mercado está aumentando gradativamente (Rigling *et al.*, 2021; Ye *et al.*, 2021; Guo, 2020).

O cacauzeiro é uma planta da família Malvaceae, da espécie *Theobroma cacao L.*, e o interesse em seu cultivo está relacionado ao aproveitamento de suas sementes (amêndoas) para produção de manteiga de cacau e de chocolate. Normalmente seu cultivo ocorre onde o clima apresenta pequenas variações durante o ano, chuvas regulares, precipitação

anual entre 1500 e 2000 mm e temperatura média de 25°C. No Brasil o cacau possui duas safras: a temporã (março a agosto) e a principal (setembro a fevereiro) (De Cerqueira, *et al.*, 2022).

O cacau é um dos produtos agrícolas mais importantes do mundo e o chocolate é o principal produto comercial obtido a partir do seu processamento, sendo os países europeus os principais exportadores de produtos de chocolate. Devido aos estimados nutrientes e compostos bioativos, o cacau também tem servido como matéria-prima para o desenvolvimento de aplicações na indústria de alimentos, cosmética e farmacêutica.

O cacau é considerado uma matéria-prima viável para produção de alimentos funcionais, devido aos seus altos níveis de compostos, incluindo flavonóides, ácidos fenólicos, ácidos hidroxicinâmicos, metilxantinas, alcalóides, aminoácidos e aminas bioativas (Dala-Paula *et al.*, 2021).

Portanto, o estudo tem como objetivo conceituar o cacau em termos de origem, produtividade, impacto na saúde, inovação na indústria de alimentos além da viabilidade da sua aplicação em produtos lácteos caprinos através de uma revisão bibliográfica narrativa.

2. Metodologia

As revisões bibliográficas têm um papel importante em influenciar as políticas e práticas educacionais, pesquisas futuras e a percepção pública sobre o tema tratado. As revisões bibliográficas expõem estudos comparáveis à pesquisa planejada, fornece técnicas, insights e estratégias e aumenta a confiança do pesquisador no tópico da pesquisa. Uma revisão é essencial para definir questões de pesquisa, evitando abordagens ineficazes, fornecendo recomendações para pesquisas adicionais e desenvolvendo habilidades do pesquisador e procedimentos analíticos para o estudo. Além disso, uma revisão bibliográfica educa os pesquisadores sobre importantes estudiosos e organizações de pesquisa e define o objetivo do estudo do pesquisador (Alordiah *et al.*, 2023; Shahsavari *et al.*, 2020).

Existem vários métodos diferentes para realizar revisões de literatura. Alguns termos associados às metodologias de revisão de literatura incluem 'narrativa', 'integrativa', 'sistemática' e 'escopo' (Snyder, 2019).

A revisão bibliográfica narrativa, é um método específico de pesquisa que permite sintetizar e avaliar evidências teóricas e empíricas de determinado evento. Possibilita que o seu produto apresente o estado atual do conhecimento do tema investigado (Souza *et al.*, 2021).

A revisão bibliográfica é considerada um estudo qualitativo, com dados coletados em fontes primárias e secundárias, por meio de levantamento bibliográfico. As etapas do método de revisão da literatura são 1ª) identificação do tema e seleção da hipótese ou assunto de pesquisa para a revisão; 2ª) estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão de estudos/amostragem ou busca na literatura; 3ª) definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados/categorização dos estudos; 4ª) avaliação dos estudos incluídos; 5ª) interpretação dos resultados; e 6ª) apresentação da revisão/síntese do conhecimento (Naujorks *et al.*, 2022).

A abordagem metodológica permitiu o uso de estudos experimentais e não experimentais para ter uma compreensão completa sobre a temática proposta. A pesquisa foi realizada na base do ScienceDirect, Scielo, Web of Science, SCOPUS e Schollar Google se restringindo a estudos de livre acesso publicados de 2019 a 2023 usando “cocoa”, “healthy”, “dairy”, “goat milk” como palavras-chave.

3. Resultados e Discussão

3.1 Cacau: Origem

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é uma das commodities agrícolas mais importantes do mundo, produzida por cinco a seis milhões de pequenos agricultores, contribuindo para o sustento de milhões. Em 2018-2019, a produção global foi de

aproximadamente 4,8 milhões de toneladas, a maior parte produzida nos trópicos úmidos da África Ocidental e Central, América Latina e Sudeste Asiático, em uma variedade de sistemas de cultivo que variam de sistemas monoculturais a sistemas agroflorestais altamente diversos (Icco, 2021; Tosto *et al.*, 2023).

As sementes de cacau têm uma composição aproximada (% p/p) de 1%–2% de teobromina, 0,1%–0,8% de cafeína e 5%–6% de compostos polifenólicos, sendo flavan-3-óis os mais abundantes (aproximadamente 37% do teor total de polifenóis). Quando as sementes de cacau são transformadas por meio de práticas tradicionais de fermentação, podem ser obtidas perdas de 25% no teor de metilxantina e 87% no teor de flavan-3-ol (Febrianto & Zhu, 2020).

A pandemia do COVID-19 afetou o mercado de cacau, reduzindo a demanda global e a estabilidade de diversas cadeias logísticas. Um aumento de 1,7% na produção mundial de cacau foi estimado para 2019 antes da interferência do COVID-19 (Ginatta *et al.*, 2020).

A produção mundial de cacau, em 2019, foi de 5,6 milhões de toneladas. O maior produtor mundial é a Costa do Marfim, com 39,0% da produção. Os Países Gana (14,5%) Indonésia (14,0%), Nigéria (6,3%), Equador (5,1%), Camarões (5,0%) e o Brasil (4,6%), sétimo maior produtor, reúnem 88,4% da produção mundial (Faostat, 2020).

Os plantios de cacau são encontrados tradicionalmente nas áreas mais setentrionais do Brasil, Norte e Nordeste. No Sudeste, a maior parte da produção está localizada no Norte do Espírito Santo e norte de Minas Gerais, porções que, juntamente com o Nordeste formam, a maior região cacauzeira do Brasil. A área da Bahia, único estado produtor da região nordeste, representa 69,7% da nacional (403 mil ha). No norte de Minas Gerais e norte do Espírito Santo, encontram-se 2,8% da área colhida nacional, mas equivalente a 94,7% da área colhida do Sudeste, que por sinal é o segundo maior exportador brasileiro de cacau e seus produtos, depois do Nordeste (Brainer, 2021).

Ao contrário dos outros grandes países produtores de cacau, o Brasil possui uma cadeia produtiva bem estabelecida: produz o fruto, possui um parque industrial de processamento de amêndoas de cacau e fabrica chocolate (Conceição *et al.*, 2020).

Os aumentos na produção de cacau nas últimas décadas foram impulsionados principalmente pela expansão das terras cultivadas, muitas vezes à custa de ecossistemas naturais e outras culturas. O cultivo de cacau é predominantemente extensivo e de sequeiro com rendimentos médios por hectare em torno de 440–550 kg.ha⁻¹ em todas as regiões de produção (Ajagun *et al.*, 2022; Lahive *et al.*, 2019; Faostat, 2021).

A exploração econômica do cacau baseia-se principalmente no uso de suas sementes (muitas vezes chamadas de "grãos") pelas indústrias de processamento de chocolate. Misevic *et al.* (2020) projetou o tamanho global do mercado de confeitaria de chocolate de 116,79 bilhões de euros em 2017 para exceder 169 bilhões de euros em 2026. Estima-se que o mercado europeu como um todo possa crescer até 57 bilhões de dólares até 2024.

Quando as sementes são transformadas em condições controladas de processo por imersão em soluções de ácidos orgânicos (ácidos acético, láctico e cítrico) e com temperatura e agitação controladas por um agitador incubador, tem sido possível quantificar uma quantidade mais significativa de flavan-3-ols em comparação com as quantidades registradas para grãos de cacau tradicionalmente fermentados (John *et al.*, 2019).

Como o cacau responde às mudanças nas condições climáticas permanece incerto. Black *et al.* (2020) sugeriram que o impacto negativo da temperatura mais alta é (parcialmente) compensado pelos efeitos positivos da maior concentração atmosférica de dióxido de carbono (CO₂) na fotossíntese. No entanto, o impacto a longo prazo do CO₂ atmosférico e da temperatura elevados na fotossíntese, transpiração e respiração do cacau não são bem compreendidos. Também não se sabe muito sobre como a alocação de assimilados pode mudar sob condições adversas e como as respostas do cacau a vários fatores ambientais em mudança irão interagir, o potencial genotípico de adaptação do cacau às condições de mudança climática ainda é amplamente inexplorado (Lahive *et al.*, 2019; Lahive *et al.*, 2021).

A agrofloresta de cacau é considerada uma estratégia de adaptação promissora às mudanças nas condições climáticas e um meio de reduzir o impacto socioambiental negativo da produção de cacau. Tais complexidades dificultam a formulação de recomendações sobre a produção de cacau em sistemas agroflorestais (Niether *et al.*, 2020).

Diversas alternativas têm sido propostas para manter o equilíbrio econômico do mercado cacauero preservando a biodiversidade local, como a diversificação da produção e, no caso da agricultura familiar, o uso de sistemas agroflorestais. capacidade e, independentemente do cenário atual, a tendência aponta para uma demanda crescente por chocolate com alto teor de cacau e produtos com experiências diferenciadas de consumo (Djuideu *et al.*, 2021).

3.2 Produtos à base de cacau

Os produtos obtidos a partir do processamento das sementes de cacau, como licor de cacau, cacau em pó e chocolate, têm recebido muita atenção devido ao seu alto e variado teor de compostos bioativos. Em particular, as metilxantinas e os compostos fenólicos têm sido amplamente associados a efeitos favoráveis nos sistemas nervoso central, gastrointestinal, respiratório, cardiovascular e renal (Cinar *et al.*, 2021; Martin & Ramos, 2021; Becerra *et al.*, 2023).

O chocolate é um doce indulgente, muito apreciado pela sua qualidade sensorial. O chocolate fornece lipídios, proteínas e minerais (potássio, magnésio, cobre e ferro). Também fornece propriedades funcionais e sensoriais que podem ser atribuídas principalmente a compostos fenólicos e nitrogenados, incluindo aminoácidos e aminas bioativas (Arunkumar & Jegadeeswari, 2019; Barišić *et al.*, 2020; Deus *et al.*, 2020; Spizzirri *et al.*, 2019).

Os compostos polifenólicos fornecem propriedades fisiológicas essenciais devido aos grupos hidroxila e ligações duplas em sua estrutura, permitindo-lhes sequestrar ou inibir espécies reativas de oxigênio (ROS) e transferir elétrons para radicais livres. As metilxantinas inibem as fosfodiesterases, bloqueiam os receptores de adenosina, reduzem o estresse oxidativo celular e regulam a expressão gênica. Esta evidência científica permite que este grupo de compostos seja reconhecido como um indicador de qualidade nutricional em chocolate e produtos afins (Platzer *et al.*, 2022; Schuster & Mitchell, 2019; Becerra *et al.*, 2021).

O cacau em pó é usado globalmente como ingrediente em vários alimentos e bebidas processados. O pó de cacau é obtido pela moagem da torta de cacau que foi separada da manteiga de cacau em licor de cacau, que por sua vez é derivado de grãos de cacau. Os grãos são fermentados, secos e torrados antes da moagem, para atingir as características ideais do cacau em relação ao aroma e sabor (Eijlander, *et al.*, 2020).

Entre essas gorduras e óleos, a manteiga de cacau é o material mais valioso e uma das gorduras mais caras. A manteiga de cacau é um ingrediente essencial usado para a produção de chocolate e responsável por perfis de fusão desejáveis, brilho e forma β polimórfica desejável de produtos típicos de chocolate. A manteiga de cacau obtida do cacau é predominantemente utilizada na fabricação de chocolate. A manteiga de cacau possui ácidos graxos (FAs) únicos, ou seja, esteárico (36,5%), oleico (33,5%), palmítico (25,8%) e linoléico (2,4%) e triacilgliceróis (TAG), ou seja, 1-palmitoil-2-oleoil-3-estereoil-glicerol (POS: 40,2%), 1,3-distearoil-2-oleoil-glicerol (SOS: 25,7%) e 1-palmitoil-2-oleoil-3-palmitoil-glicerol (POP: 17,6 %), tornando-o adequado para ser aplicado como base para produtos de confeitaria (Norazlina *et al.*, 2022; Chang *et al.*, 2022).

O licor de cacau é o produto obtido das sementes fermentadas, secas, torradas e moídas de *Theobroma cacao L.* Juntamente com a manteiga de cacau e o açúcar, é o principal ingrediente do chocolate amargo. Embora os produtos de cacau e chocolate alcancem um amplo mercado e sejam um alimento popularmente consumido por pessoas de todas as idades, é importante reconhecer a representatividade limitada da amostra da população consumidora de cacau (TUENTER, *et al.*, 2020; Hamada *et al.*, 2020).

O mel de cacau é um suco translúcido produzido durante o processo de fermentação do cacau, com características químicas e sensoriais semelhantes à polpa do cacau. Este suco possui altos teores de pectina, minerais e frutose e prevê-se

potencial tecnológico para desenvolvimento de novos produtos. Seu sabor doce, por exemplo, pode ser explorado em preparações alimentícias como substituto natural do açúcar refinado (Guirlanda, *et al.*, 2021).

A polpa de cacau consiste em 82 a 87% de água, 10 a 15% de açúcar, 2 a 3% de pentosanos, 1 a 3% de ácido cítrico e 1 a 1,5% de pectina. A fermentação da polpa ainda é um processo tradicional descontrolado realizado por uma mistura de leveduras indígenas, bactérias do ácido láctico e bactérias do ácido acético. Durante a fermentação do grão de cacau, microrganismos crescem na polpa e produzem uma diversidade de metabólitos como etanol e ácidos orgânicos, juntamente com o aumento da temperatura da massa fermentadora, que pode chegar até 50 °C (Garcia-Rios, *et al.*, 2021).

A demanda mundial por cacau está aumentando, mas, na cadeia de abastecimento, vários casos de adulteração, geralmente de cacau fino com cacau a granel, são relatados enquanto a indústria exige estoques de cacau com aromas e qualidade constantes. Na cadeia do cacau, adulterações e erros de identificação de lotes podem acontecer ao longo de toda a cadeia, desde a amêndoa até a produção do licor (Stagnati, *et al.*, 2020).

Os métodos tradicionais para identificar ou quantificar compostos relacionados à qualidade em matrizes de cacau são cromatografia líquida ou gasosa e espectroscopia (Becerra *et al.*, 2021).

3.3 Cacau e os efeitos benéficos na saúde

O cacau é um produto altamente valorizado, consumido em todo o mundo não só pelo seu sabor e aroma agradáveis, mas também pelos benefícios nutricionais e para a saúde que apresenta. É composto por uma grande variedade de compostos como carboidratos, proteínas, gorduras, polifenóis, metilxantinas, minerais, vitaminas e aminoácidos. Essas propriedades tornam o cacau um ingrediente adequado na indústria de alimentos e produtos de higiene pessoal. (Greño, *et al.*, 2022; Sioriki *et al.*, 2021; Valverde *et al.*, 2020).

Apesar dos efeitos biológicos promissores, o sabor amargo característico do cacau puro resulta em uma rejeição por partes dos consumidores. Por esse motivo, a fabricação do chocolate geralmente envolve a adição de grandes quantidades de açúcar. Como resultado, os produtos de chocolate oferecem atualmente uma variedade de composições nutricionais diferentes, variando de alto teor de cacau que pode ser incluído em uma dieta saudável a produtos com alto teor de açúcar que devem ser evitados (Yusuf *et al.*, 2021; García-Díez *et al.*, 2022).

Um bom exemplo de material de origem vegetal com potencial excepcional para intervenção na capacidade antioxidante é *Theobroma cacao L.* devido ao grande grupo de compostos fenólicos relatados no cacau. Embora a maioria dos estudos concorde que sejam flavonóides (principalmente epicatequina e catequina), além de flavonóis (como a quercetina e alguns de seus derivados), os demais compostos do grupo dos polifenóis (como antocianinas, flavanonas, flavonas e ácidos fenólicos) são relatados em concentrações de traços ou não relatado na maioria dos artigos (Gil *et al.*, 2021; Cerri *et al.*, 2019; Rojo-Poveda, *et al.*, 2019).

Estudos têm demonstrado que, com baixo teor de polifenóis totais, o cacau tem efeito protetor devido a sua propriedade funcional de capacidade antioxidante. Além disso, a sinergia alimentar pode ser responsável pelo potencial biológico dos derivados do cacau, apesar de serem submetidos a transformações químicas e físicas que provocam a diminuição de polifenóis (Álvarez-Cilleros *et al.*, 2019; Baranowska *et al.*, 2020).

Segundo Martin e Ramos (2021) o cacau é fonte de flavonoides, e esses compostos fenólicos exercem efeitos benéficos na saúde e no envelhecimento, além de reduzir o risco de sofrer doenças crônicas (doenças cardiovasculares, distúrbios metabólicos, câncer). Um crescente corpo de evidências surgiu para sugerir que os flavonoides do cacau são potencialmente importantes agentes quimiopreventivos naturais.

O estudo de Sorrenti *et al.* (2020) acerca da interação bidirecional entre os flavonoides do cacau e a microbiota gastrointestinal é impulsionada pelo fato de que essa interação parece ter um papel crucial na promoção ou inibição do crescimento microbiano, a fim de produzir efeitos subsequentes na saúde.

Ren *et al.*, (2019) avaliaram que o alto consumo de chocolate estava associado a uma diminuição do risco de infarto do miocárdio e doença isquêmica do coração. Curiosamente, a metanálise mais recente, incluindo 23 estudos prospectivos, também avaliou associações dose-resposta entre o consumo de chocolate e a incidência de doenças cardiovasculares.

Sun *et al.* (2019) avaliaram os efeitos dos principais flavonoides bioativos contidos em produtos derivados do cacau. Postula-se que estes influenciam positivamente a função endotelial e o estudo procurou descobrir as doses ideais. Esta revisão sistemática atualizada e meta-análise de 15 ensaios clínicos forneceu mais informações sobre a melhora da função endotelial observada após a ingestão de flavanol de cacau em estudos com duração superior a 2 semanas.

Nishiwaki *et al.* (2019) demonstraram recentemente em um grupo de jovens saudáveis que a ingestão regular de chocolate com alto teor de cacau pode reduzir diretamente a rigidez arterial sem afetar a pressão arterial.

Jafari-Azad *et al.* (2020) avaliaram o efeito da ingestão de cacau na rigidez vascular. Eles relataram que o consumo de produtos de cacau reduziu acentuadamente a velocidade da onda de pulso em estudos de curto e longo prazo. Este foi especialmente o caso em homens, ingestão crônica de ≤ 4 semanas e ingestão aguda de ≤ 120 min. Esses achados sugerem que o consumo regular de chocolate pode melhorar a rigidez arterial, promovendo a saúde vascular e, assim, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares.

Ebaditabar *et al.* (2020) indicaram o efeito benéfico do consumo agudo e crônico de chocolate amargo e flavonóides na dilatação mediada por fluxo. Associações não lineares devem ser consideradas ao investigar os efeitos da ingestão alimentar na dilatação mediada por fluxo.

No entanto, demonstrar a eficácia da capacidade antioxidante de alguns alimentos ou matérias-primas (como o cacau e seus derivados) na saúde de quem os consome requer estudos mais avançados. Isso porque uma das maiores limitações dos bioativos de origem vegetal compostos para produzir benefícios relacionados à saúde é o mecanismo complexo que regula sua bioacessibilidade e biodisponibilidade. Evidências mostram que a interação do cacau e seus derivados com outros xenobióticos e a matriz alimentar, fatores relacionados ao hospedeiro e a interação com a microbiota intestinal estão diretamente envolvidos em sua bioacessibilidade e biodisponibilidade (Teng & Chen, 2019; Sorrenti, *et al.*, 2020).

3.4 Aplicação do cacau em produtos lácteos caprinos

Borges *et al.* (2021) produziram em seu estudo bebida fermentada com potencial probiótico utilizando o cacau, através da caracterização físico-química foi possível confirmar que o produto estava dentro dos parâmetros da legislação, se mostrando assim viável para incorporação em produtos alimentícios.

de Jesus Silva *et al.* (2020) desenvolveram chocolate ao leite caprino com diferentes concentrações de cacau, as correlações entre os atributos sensoriais e as medidas analíticas mostraram que a análise de cinzas, gordura e pH pode descrever as características sensoriais de sabor doce, sabor amargo e cor marrom dos chocolates, os resultados obtidos indicam aceitação e intenção de compra dos chocolates, destacando-se a formulação com 45% de massa de cacau.

O estudo de Agustina *et al.* (2021) objetivou identificar as preferências do consumidor de várias combinações de atributos do leite caprino da marca Bumiku Hijau, Yogyakarta, através dos resultados obtidos, os autores constataram que os consumidores preferiram produtos de leite de cabra em pó com variantes de sabor (baunilha, chocolate).

Islam *et al.* (2022) conduziram um estudo para investigar as propriedades físico-químicas, atributos sensoriais e viabilidade probiótica em chocolates ao leite caprino durante o armazenamento e digestão gastrointestinal *in vitro*. Conclui-se

que a matriz de chocolate ao leite pode potencialmente ser usada como portadora de novos probióticos *L. acidophilus* com ótima viabilidade probiótica e propriedades físico-químicas inalteradas.

Menezes *et al.* (2019) desenvolveram, iogurte de leite caprino com probiótico sabor Chocolate com café para avaliação das suas propriedades físico-químicas e microbiológicas. Os ensaios físico-químicos comprovaram a qualidade do iogurte produzido, com os parâmetros dentro das faixas exigidas pela legislação brasileira. Do ponto de vista microbiológico, o fermentado apresentou valores de acordo com regulamento técnico IN nº 46/2007 e a RDC nº12/2001.

Quirós-Martínez *et al.* (2023) avaliaram as características físico-químicas e sensoriais de barras de chocolate elaboradas com diferentes proporções de leite caprino e bovino. O maior teor de leite caprino teve impacto no chocolate e reduziu o tempo de conchagem, a viscosidade, a leveza e a umidade, pois foi associado ao aumento da maciez. Os resultados sensoriais sugeriram que, pode haver um possível nicho de mercado disposto a consumir chocolates com algum teor de leite caprino, sendo assim o comércio desse tipo de produto pode ser explorado.

Dolatowska-Żebrowska *et al.* (2019) investigaram gordura de leite de cabra relativamente inexplorada e chocolate de leite de cabra para melhorar as propriedades térmicas de ambos. A característica de fusão determinada para a gordura extraída do chocolate ao leite de cabra revelou maior teor de manteiga de cacau na mistura do que o teor de gordura do leite de cabra. A qualidade do chocolate ao leite de cabra é satisfatória. Esse tipo de chocolate pode ser recomendado para consumo devido às suas propriedades hipoalergênicas, bom sabor e digestibilidade um pouco melhor em comparação com o chocolate ao leite típico.

Baquero-Saldarriaga e Chacón-Villalobos (2022) analisaram o efeito de diferentes proporções de leite caprino e bovino nas propriedades físico-químicas e sensoriais de leites aromatizados. Os autores concluíram que à medida que a proporção de leite caprino aumentou, observou-se em muitas amostras uma diminuição do pH e um aumento da acidez, bem como um aumento da viscosidade dos leites achocolatados.

de Jesus Silva *et al.* (2019) estudaram as características microestruturais de chocolates ao leite de cabra formulados com diferentes concentrações de massa de cacau por meio de medidas reológicas e microscopia. As análises realizadas indicaram que existem diferentes poros microscópicos na superfície dos chocolates, e que com o aumento da concentração da massa de cacau, tem uma estrutura com maiores interações.

Peres *et al.* (2020) analisaram a aceitabilidade do leite caprino, comparado ao leite bovino, por crianças e jovens entre 06 e 21 anos, em escolas da rede pública de Bambuí-MG, residentes em diferentes níveis socioeconômicos, a fim de verificar se existe diferença, na aceitação, entre esses dois tipos de leite. Amostras foram preparadas com chocolate em pó e submetidas à avaliação sensorial por um grupo de 330 alunos consumidores de leite. Embora o leite caprino apresente algumas características composicionais e propriedades físico-químicas diferentes do leite bovino, não houve diferença entre eles, devido à aceitabilidade entre alunos da rede pública de ensino médio e fundamental. Sendo assim O leite bovino convencional pode ser substituído pelo leite caprino na alimentação escolar, independentemente da faixa etária e nível socioeconômico dos alunos.

4. Considerações Finais

Através do estudo foi possível analisar a cadeia produtiva do cacau em termos de panorama mundial, compreendendo que apesar da pandemia do COVID-19 o cacau continua relevante, promissor e com demanda no mercado. Utilizando o mesmo como base é possível desenvolver uma gama de produtos com alto teor de compostos bioativos e atividade antioxidante trazendo assim benefícios a saúde do consumidor. Também pode-se constatar a viabilidade da adição de cacau associado a outras substâncias probióticas e prebióticas em produtos lácteos caprinos, resultando assim em produtos acessíveis a sociedade com características nutricionais e sensoriais satisfatórias.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugerimos pesquisas experimentais avaliando a adição de cacau em diferentes

produtos lácteos como bebida láctea fermentada e não fermentada, iogurte, frozen yoghurt, sorvete, como também o desenvolvimento de revisões narrativas acerca da adição de cacau em produtos lácteos bovinos e bubalinos.

Referências

- Agustina, Y., Mulyo, J. H., Waluyati, L. R., & Mazwan, M. Z. (2021). Consumer preferences toward goat milk. *Agriecobis: Journal of Agricultural Socioeconomics and Business*, 4(2), 100-109.
- Ajagun, E. O., Ashiagbor, G., Asante, W. A., Gyampoh, B. A., Obirikorang, K. A., & Acheampong, E. (2021). Cocoa eats the food: expansion of cocoa into food croplands in the Juabeso District, Ghana. *Food Security*, 1-20.
- Alordiah, C. O., Osagiede, M. A., Omumu, F. C., Okokoyo, I. E., Emiko-Agbajor, H. T., Chenube, O., & Oji, J. (2023). Awareness, knowledge, and utilisation of online digital tools for literature review in educational research. *Heliyon*, e12669.
- Álvarez-Cilleros, D., López-Oliva, M. E., Morales-Cano, D., Barreira, B., Pérez-Vizcaino, F., Goya, L., ... & Martín, M. Á. (2019). Dietary cocoa prevents aortic remodeling and vascular oxidative stress in diabetic rats. *Molecular nutrition & food research*, 63(18), 1900044.
- Arunkumar, K., Jegadeeswari, V., Balakrishnan, S., & Jeyakumar, P. (2019). Evaluation of plus trees in cocoa (*Theobroma cacao* L.) for growth, flower, yield and yield contributing characters during the initial growth phase. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 10(1), 318-323.
- Baquero-Saldarriaga, L. M., & Chacón-Villalobos, A. (2022). Physicochemical and sensory characteristics of flavored milks made with goat and bovine milk. *Agronomía Mesoamericana*, 33(1).
- Baranowska, M., Suliborska, K., Todorovic, V., Kusznierevicz, B., Chrzanowski, W., Sobajic, S., & Bartoszek, A. (2020). Interactions between bioactive components determine antioxidant, cytotoxic and nutrigenomic activity of cocoa powder extract. *Free Radical Biology and Medicine*, 154, 48-61.
- Barišić, V., Flanjak, I., Križić, I., Jozinović, A., Šubarić, D., Babić, J., ... & Ačkar, Đ. (2020). Impact of high-voltage electric discharge treatment on cocoa shell phenolic components and methylxanthines. *Journal of food process engineering*, 43(1), e13057.
- Becerra, L. D., Quintanilla-Carvajal, M. X., Escobar, S., & Ruiz, R. Y. (2023). Correlation between color parameters and bioactive compound content during cocoa seed transformation under controlled process conditions. *Food Bioscience*, 102526.
- Becerra, L. D., Rufz, R. Y., Rodríguez Cortina, J., Quintanilla-Carvajal, M. X., Coy-Barrera, E., & Escobar Parra, S. (2021). Chemical Characterization of Quality-Related Compounds in Cocoa Matrices: An Overview of Analytical Methods Applied for Their Analysis. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 1-29.
- Black, E., Pinnington, E., Wainwright, C., Lahive, F., Quaipe, T., Allan, R. P., ... & Vidale, P. L. (2020). Cocoa plant productivity in West Africa under climate change: a modelling and experimental study. *Environmental Research Letters*, 16(1), 014009.
- Borges, E. M. E. S., da Silva, F. L. H., de Oliveira Ferreira, A. L., & de Medeiros, L. L. (2021). Polpa do cacau (*Theobroma cacao* L.) como substrato na elaboração de bebidas funcionais potencialmente probióticas. *Research, Society and Development*, 10(11), e01101119002-e01101119002.
- Brainer, M. S. D. C. P. (2021). Produção de cacau. *Caderno Setorial ETENE*, Ano 6, Nº 149.
- Cañas, G.J.S.; Braibante, M.E.F. (2019). A química dos alimentos funcionais. *Química e Sociedade*, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 216-223.
- Cerri, M., Reale, L., & Zadra, C. (2019). Metabolite storage in *Theobroma cacao* L. seed: Cyto-histological and phytochemical analyses. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1599.
- Chang, Y., Chan, L. Y., Kong, F., Zhang, G., & Peng, H. (2022). An innovative approach for real-time authentication of cocoa butter using a combination of rapid evaporative ionization mass spectrometry and chemometrics. *Food Control*, 133, 108617.
- Cinar, Z. Ö., Atanassova, M., Tumer, T. B., Caruso, G., Antika, G., Sharma, S., ... & Pezzani, R. (2021). Cocoa and cocoa bean shells role in human health: An updated review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 103, 104115.
- Conceição, R. L. C. D., Macedo, R. D., Gomes, A. D. S., Pires, M. D. M., Lisboa, G. J., & Santo, M. M. D. E. (2020). Specialization and competitiveness: analysis of Brazilian exports of cocoa beans and products. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(6), 1207-1219.
- Dala-Paula, B. M., Deus, V. L., Tavano, O. L., & Gloria, M. B. A. (2021). In vitro bioaccessibility of amino acids and bioactive amines in 70% cocoa dark chocolate: What you eat and what you get. *Food Chemistry*, 343, 128397.
- Deus, V. L., Bispo, E. S., Franca, A. S., & Gloria, M. B. A. (2020). Influence of cocoa clones on the quality and functional properties of chocolate-Nitrogenous compounds. *Lwt*, 134, 110202.
- de Cerqueira, A. B., Marques, E. D. L. S., & Rezende, R. P. (2022). A Fermentação do cacau e o uso de inóculos leveduriformes. *Brazilian Journal of Development*, 8(4), 26456-26471.
- de Jesus Silva, G., Gonçalves, B. H. R. F., Conceição, D. G., Fontan, G. C. R., Santos, L. S., & Ferrão, S. P. B. (2020). Multivariate analysis applied for correlations between analytical measures and sensory profile of goat milk chocolate. *Journal of food science and technology*, 57, 444-453.
- de Jesus Silva, G., Gonçalves, B. H. R. F., de Jesus, J. C., Vidigal, M. C. T. R., Minim, L. A., Ferreira, S. O., ... & Ferrão, S. P. B. (2019). Study of the structural properties of goat's milk chocolates with different concentrations of cocoa mass. *Journal of texture studies*, 50(6), 547-555.

- de Paula, C. M., dos Santos, K. M. O., Oliveira, L. S., da Silva Oliveira, J., Buriti, F. C. A., & Saad, S. M. I. (2020). Fat substitution by inulin in goat milk ice cream produced with cajá (*Spondias mombin*) pulp and probiotic cultures: influence on composition, texture, and acceptability among consumers of two Brazilian regions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 140-149.
- Djuideu, C. T., Bisseleua, H. D., Kekeunou, S., & Ambele, F. C. (2021). Rehabilitation practices in cocoa agroforestry systems mitigate outbreaks of termites and support cocoa tree development and yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 311, 107324.
- Dolatowska-Żebrowska, K., Ostrowska-Ligeza, E., Wirkowska-Wojdyla, M., Bryś, J., & Górska, A. (2019). Characterization of thermal properties of goat milk fat and goat milk chocolate by using DSC, PDSC and TGA methods. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 138, 2769-2779.
- Ebaditabar, M., Djafarian, K., Saeidifard, N., & Shab-Bidar, S. (2020). Effect of dark chocolate on flow-mediated dilatation: Systematic review, meta-analysis, and dose-response analysis of randomized controlled trials. *Clinical nutrition ESPEN*, 36, 17-27.
- Eijlander, R. T., Breitenwieser, F., De Groot, R., Hoornstra, E., Kamphuis, H., Kokken, M., ... & Wells-Bennik, M. H. (2020). Enumeration and identification of bacterial spores in cocoa powders. *Journal of Food Protection*, 83(9), 1530-1539.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *Banco de dados FAOSTAT*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL/visualize>
- FAOSTAT Production; cocoa; beans; West Africa; South America; Centre Amrica. (2019). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (2021)
- Febrianto, N. A., & Zhu, F. (2020). Changes in the composition of methylxanthines, polyphenols, and volatiles and sensory profiles of cocoa beans from the Sul 1 genotype affected by fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(32), 8658-8675.
- García-Díez, E., Sánchez-Ayora, H., Blanch, M., Ramos, S., Martín, M. Á., & Pérez-Jiménez, J. (2022). Exploring a cocoa-carob blend as a functional food with decreased bitterness: Characterization and sensory analysis. *LWT*, 165, 113708.
- Garcia-Rios, E., Lairon-Peris, M., Muniz-Calvo, S., Heras, J. M., Ortiz-Julien, A., Poirot, P., ... & Guillamón, J. M. (2021). Thermo-adaptive evolution to generate improved *Saccharomyces cerevisiae* strains for cocoa pulp fermentations. *International Journal of Food Microbiology*, 342, 109077.
- Gil, M., Uribe, D., Gallego, V., Bedoya, C., & Arango-Varela, S. (2021). Traceability of polyphenols in cocoa during the postharvest and industrialization processes and their biological antioxidant potential. *Heliyon*, 7(8), e07738.
- Ginata, G., Vignati, F., & del Carmen Rodríguez, M. (2020). *Iniciativa Latinoamericana del Cacao*: Boletín No. 9.
- Greño, M., Herrero, M., Cifuentes, A., Marina, M. L., & Castro-Puyana, M. (2022). Assessment of cocoa powder changes during the alkalization process using untargeted metabolomics. *LWT*, 172, 114207.
- Guirlanda, C. P., da Silva, G. G., & Takahashi, J. A. (2021). Cocoa honey: Agro-industrial waste or underutilized cocoa by-product?. *Future Foods*, 4, 100061.
- Guo M.R. (2020). Goat milk chemistry and its product manufacturing technology S. Jiang (Ed.), *Goat Milk Products and Their Manufacturing Technology*, Nova Science Publishers, pp. 152-153.
- Hamada, T. Y., Brown, A., Hopfer, H., & Ziegler, G. R. (2020). Flavor and mouthfeel of pseudo-cocoa liquor: effects of polyphenols, fat content, and training method. *Journal of Sensory Studies*, 35(1), e12541.
- ICCO (2021). *ICCO Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics*, Vol. XLVII, Cocoa year 2020/21.
- Islam, M. Z., Masum, A. K. M., & Harun-ur-Rashid, M. D. (2022). Milk chocolate matrix as a carrier of novel *Lactobacillus acidophilus* LDMB-01: Physicochemical analysis, probiotic storage stability and in vitro gastrointestinal digestion. *Journal of Agriculture and Food Research*, 7, 100263.
- Jafari Azad, B., Daneshzad, E., Meysamie, A. P., & Koohdani, F. (2021). Chronic and acute effects of cocoa products intake on arterial stiffness and platelet count and function: A systematic review and dose-response Meta-analysis of randomized clinical trials. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(3), 357-379.
- John, W. A., Böttcher, N. L., Aßkamp, M., Bergounhou, A., Kumari, N., Ho, P. W., ... & Ullrich, M. S. (2019). Forcing fermentation: Profiling proteins, peptides and polyphenols in lab-scale cocoa bean fermentation. *Food Chemistry*, 278, 786-794.
- Lahive, F., Hadley, P., & Daymond, A. J. (2019). The physiological responses of cacao to the environment and the implications for climate change resilience. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39, 1-22.
- Lahive, F., Handley, L. R., Hadley, P., & Daymond, A. J. (2021). Climate change impacts on cacao: genotypic variation in responses of mature cacao to elevated CO₂ and water deficit. *Agronomy*, 11(5), 818.
- Martin, M. Á., & Ramos, S. (2021). Impact of cocoa flavanols on human health. *Food and Chemical Toxicology*, 151, 112121.
- Menezes, M. U. F. O., Vale, N. M. D. S. D., Nascimento, Í. R. D. S., Ximenes, G. N. D. C., & Cortez, N. M. D. S. (2019). Desenvolvimento de iogurte de leite de cabra com probiótico sabor Chocolate com café e avaliação das suas propriedades físico-químicas e microbiológicas. *Hig. aliment*, 3002-3006.
- Messina, G., Polito, R., Monda, V., Cipolloni, L., Di Nunno, N., Di Mizio, G., ... & Sessa, F. (2020). Functional role of dietary intervention to improve the outcome of COVID-19: a hypothesis of work. *International journal of molecular sciences*, 21(9), 3104.
- Misevic, P., Volarevic, H., & Peric, M. (2020, April). The trend analysis of less sugar chocolate confectionery markets. In *Economic and Social Development (Book of Proceedings)*, 52nd *International Scientific Conference on Economic and Social Development* (p. 654).

- Naujorks, S., Knob, G. H., Dotto, P. P., Henn, R., & Zamberlan, C. (2022). Analgesia and sedation for intratracheal intubation in the neonatal period: an integrative literature review. *Jornal de Pediatria*.
- Niether, W., Jacobi, J., Blaser, W. J., Andres, C., & Armengot, L. (2020). Cocoa agroforestry systems versus monocultures: a multi-dimensional meta-analysis. *Environmental Research Letters*, 15(10), 104085.
- Nishiwaki, M., Nakano, Y., & Matsumoto, N. (2019). Effects of regular high-cocoa chocolate intake on arterial stiffness and metabolic characteristics during exercise. *Nutrition*, 60, 53-58.
- Norazlina, M. R., Jahurul, M. H. A., Hasmadi, M., Mansoor, A. H., Patricia, M., & Ramlah, M. R. G. (2022). Physicochemical properties of bambangan kernel fat and its stearin mixtures with cocoa butter. *LWT*, 153, 112556.
- Peres, F. D., Andrade, P. A. D., Valentim, J. K., Parreira, D. P., Oliveira, D. D. S., Paula, K. L. C. D., ... & Ziemniczak, H. M. (2020). Acceptability of goat's milk in high and elementary school networks. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 42.
- Platzer, M., Kiese, S., Tybussek, T., Herfellner, T., Schneider, F., Schweiggert-Weisz, U., & Eisner, P. (2022). Radical scavenging mechanisms of phenolic compounds: A quantitative structure-property relationship (QSPR) study. *Frontiers in Nutrition*, 663.
- Quirós-Martínez, M. C., Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Alfaro-Álvarez, I. (2023). Physicochemical and sensory characteristics of goat and bovine milk chocolates. *Agronomía Mesoamericana*, 34(1).
- Ren, Y., Liu, Y., Sun, X. Z., Wang, B. Y., Zhao, Y., Liu, D. C., ... & Hu, D. S. (2019). Chocolate consumption and risk of cardiovascular diseases: a meta-analysis of prospective studies. *Heart*, 105(1), 49-55.
- Rigling, M., Yadav, M., Yagishita, M., Nedele, A. K., Sun, J., & Zhang, Y. (2021). Biosynthesis of pleasant aroma by enokitake (*Flammulina velutipes*) with a potential use in a novel tea drink. *LWT*, 140, 110646.
- Rojo-Poveda, O., Barbosa-Pereira, L., Mateus-Reguengo, L., Bertolino, M., Stévigny, C., & Zeppa, G. (2019). Effects of particle size and extraction methods on cocoa bean shell functional beverage. *Nutrients*, 11(4), 867.
- Schuster, J., & Mitchell, E. S. (2019). More than just caffeine: Psychopharmacology of methylxanthine interactions with plant-derived phytochemicals. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 89, 263-274.
- Shahsavari, Z., & Kourepaz, H. (2020). Postgraduate students' difficulties in writing their theses literature review. *Cogent Education*, 7(1), 1784620.
- Singh, R. S., Singh, T., & Kennedy, J. F. (2020). Enzymatic synthesis of fructooligosaccharides from inulin in a batch system. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 1, 100009.
- Sioriki, E., Lemarcq, V., Alhakim, F., Triharyogi, H., Tuenter, E., Cazin, C. S., ... & Dewettinck, K. (2021). Impact of alkalization conditions on the phytochemical content of cocoa powder and the aroma of cocoa drinks. *LWT*, 145, 111181.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 104, 333-339.
- Sorrenti, V., Ali, S., Mancin, L., Davinelli, S., Paoli, A., & Scapagnini, G. (2020). Cocoa polyphenols and gut microbiota interplay: bioavailability, prebiotic effect, and impact on human health. *Nutrients*, 12(7), 1908.
- Souza, E. M. D., Silva, D. P. P., & Barros, A. S. D. (2021). Educação popular, promoção da saúde e envelhecimento ativo: uma revisão bibliográfica integrativa. *Ciência & Saúde Coletiva*, 26, 1355-1368.
- Spizzirri, U. G., Ieri, F., Campo, M., Paolino, D., Restuccia, D., & Romani, A. (2019). Biogenic amines, phenolic, and aroma-related compounds of unroasted and roasted cocoa beans with different origin. *Foods*, 8(8), 306.
- Stagnati, L., Soffritti, G., Martino, M., Bortolini, C., Lanubile, A., Busconi, M., & Marocco, A. (2020). Cocoa beans and liquor fingerprinting: A real case involving SSR profiling of CCN51 and "Nacional" varieties. *Food Control*, 118, 107392.
- Sun, Y., Zimmermann, D., De Castro, C. A., & Actis-Goretta, L. (2019). Dose-response relationship between cocoa flavanols and human endothelial function: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Food & function*, 10(10), 6322-6330.
- Teng, H., & Chen, L. (2019). Polyphenols and bioavailability: An update. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(13), 2040-2051.
- Tosto, A., Morales, A., Rahn, E., Evers, J. B., Zuidema, P. A., & Anten, N. P. (2023). Simulating cocoa production: A review of modelling approaches and gaps. *Agricultural Systems*, 206, 103614.
- Tuenter, E., Delbaere, C., De Winne, A., Bijttebier, S., Custers, D., Foubert, K., & Pieters, L. (2020). Non-volatile and volatile composition of West African bulk and Ecuadorian fine-flavor cocoa liquor and chocolate. *Food Research International*, 130, 108943.
- Valverde, D., Behrends, B., Pérez-Esteve, É., Kuhnert, N., & Barat, J. M. (2020). Functional changes induced by extrusion during cocoa alkalization. *Food Research International*, 136, 109469.
- Ye, Z., Chen, X., He, Y., Jin, M., & Ye, M. (2021). Antidiabetic effects of fermented milk contained with *Gardenia jasminoides* water extracts on streptozotocin-induced mice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2), e14785.
- Yusuf, E. H., & Pérez-Jiménez, J. (2021). Labels on bars of solid chocolate and chocolate bar sweets in the Polish market: A nutritional approach and implications for the consumer. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102, 104029.