

UTILIZAÇÃO DE COALHO VEGETAL OBTIDO A PARTIR DAS FLORES DE ALCACHOFRA (*Cynara scolymus* L.) PARA PRODUÇÃO DE QUEIJO

Leduan R. Alcantara¹, Sibelli P. B. Ferrão²

¹Bacharelado em Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Laboratório de Leite e Derivados, ²Orientadora, Programa de pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos.

RESUMO

Os avanços tecnológicos na indústria de alimentos permitem a diversificação dos derivados lácteos, tornando o queijo um produto estratégico nutricional e economicamente. A escolha da espécie do leite é determinante para o perfil e a qualidade do produto final. O leite de vaca apresenta menor concentração de sólidos, produz queijos de sabor suave e textura uniforme, enquanto o leite de ovelha possui maior teor de sólidos, resultando em queijos de maior rendimento, sabor e aroma intensos. O extrato da flor da alcachofra (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*), surge como alternativa à quimosina animal ou microbiana, devido à sua capacidade de coagular e hidrolisar caseínas. O presente estudo avaliou o processo de proteólise em queijos de leite de vaca e de ovelha, produzidos com extrato de alcachofra, utilizando cultura láctica mesofílica. A degradação de caseínas e formação de peptídeos foram monitorados por SDS-PAGE aos 0, 15 e 30 dias. Os queijos de leite de ovelha mostraram maior degradação e acúmulo de peptídeos de baixo peso molecular, enquanto os de vaca apresentaram proteólise menos intensa, confirmando o potencial tecnológico do extrato das flores de alcachofra.

PALAVRAS-CHAVE: Coagulante vegetal, leite de ovelha, leite, proteólise, queijo.

TITLE: USE OF VEGETABLE RENNET OBTAINED FROM ARTICHOKE (*Cynara scolymus* L.) FLOWERS FOR CHEESE PRODUCTION.

ABSTRACT

Technological advances in the food industry allow for the diversification of dairy products, making cheese a strategic nutritional and economic product. Milk from different species influences the final product. Cow's milk has a lower solids concentration, producing cheeses with a mild flavor and uniform texture, while sheep's milk has higher solids, resulting in higher-yielding cheeses with an intense flavor and characteristic aroma. Plant-based coagulants, such as artichoke extract (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*), are emerging as an alternative to animal or microbial chymosin due to their ability to coagulate and hydrolyze caseins. This study evaluated the proteolysis of cow's and sheep's milk cheeses coagulated with artichoke extract, from pasteurized milk and mesophilic lactic acid culture. Casein degradation and soluble peptide formation were monitored by SDS-PAGE at 0, 15, and 30 days. Sheep cheeses showed greater degradation and accumulation of low molecular weight peptides, while cow cheeses showed less intense proteolysis, confirming the technological potential of the vegetable coagulant.

KEYWORDS: Vegetable coagulant, sheeps milk, milk, proteolysis, cheese.

1. INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos na indústria de alimentos têm possibilitado a diversificação dos derivados lácteos, tornando o queijo um produto estratégico para o setor econômico e fonte relevante de nutrientes (FAO, 2025). Além das técnicas de fabricação, a espécie produtora do leite exerce influência direta nas características finais dos queijos. O leite de vaca, por apresentar menor concentração de sólidos, produz queijos de sabor suave e textura uniforme, enquanto o leite de ovelha, com maior teor de sólidos, resulta em queijos de maior rendimento, aroma característico e sabor mais intenso (PINTO, 2022).

O processo de fabricação baseia-se na concentração dos sólidos do leite, com retenção de proteínas e lipídios na coalhada, sendo a coagulação uma etapa determinante para a qualidade do queijo (PAULA; CARVALHO; FURTADO, 2009). Tradicionalmente utilizava-se coalho animal e, atualmente a quimosina microbiana também é amplamente empregada devido à sua maior disponibilidade comercial. No entanto, tanto a versão animal quanto a microbiana podem apresentar limitações de aceitação em determinados contextos culturais, éticos e religiosos, o que tem motivado a busca por coagulantes vegetais (DE JESUS et al., 2023). A flor da alcachofra é uma fonte vegetal de enzimas capaz de coagular leite, despertando interesse por sua fácil extração e por influenciar a composição e as características sensoriais dos queijos (De Jesus et al., 2024).

Durante a maturação, ocorrem proteólise, lipólise e metabolismo da lactose residual, resultando na formação de ácidos graxos livres, peptídeos e aminoácidos que contribuem para textura e desenvolvimento de aroma e sabores (MOHSIN et al., 2024). O acompanhamento desse processo pode ser realizado por SDS-PAGE, que permite avaliar degradação de caseínas e surgimento de peptídeos bioativos (ARDÖ et al., 2017; ÖZTÜRK et al., 2021). Assim, o presente estudo objetivou avaliar por meio de eletroforese o perfil proteolítico de queijos de vaca e de ovelha produzidos com extrato de alcachofra e maturados por até 30 dias.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Obtenção do extrato vegetal

Flores maduras de alcachofra (*Cynara cardunculus L. var. scolymus*), cultivadas em São Roque – SP, foram utilizadas para obtenção do extrato enzimático. Para isso, 7 g de pistilos secos foram macerados em 100 mL de água destilada, mantidos em repouso por 1 h à temperatura ambiente (25°C) e ao abrigo da luz. Em seguida, os extratos foram homogeneizados, filtrados e aplicados na coagulação do leite (De Jesus et al., 2024).

2.2. Produção dos queijos

Foram utilizados 8 L de leite cru de vaca (Girolando) e 8 L de leite cru de ovelha (Santa Inês), processados separadamente. Após filtração, pasteurização (64 °C/30 min) e resfriamento a 32 °C, adicionaram-se cultura láctica mesofílica (1%), NaCl (1,3 g/L) e CaCl₂ (0,4 mL/L). A coagulação foi promovida com extrato de alcachofra (8 mL/L), formando coalhada em 40 min, posteriormente cortada, repousada, aquecida e drenada. A massa foi prensada, enformada (10 cm) e seca por 5 dias. Os queijos foram maturados a 13 °C e 58% de umidade relativa por até 30 dias, com análises realizadas nos tempos T0, T15 e T30.

2.3. Extração de peptídeos solúveis em água (PSA).

A extração dos PSA foi realizada em queijos de vaca e ovelha com 1, 15 e 30 dias de maturação, conforme Gonçalves et al. (2017), com adaptações. Para isso, 10 g de queijo foram homogeneizados em 50 mL de água ultrapura por 1 h, seguidos de três centrifugações a 4000 g e 4 °C. O sobrenadante foi filtrado, liofilizado por 48 h e armazenado a 4 °C até as análises.

2.4. Perfil eletroforética

Foi realizada eletroforese em gel Dodecil Sulfato de Sódio-Poliacrilamida (SDSPAGE) das amostras de PSA, gel de separação de poliácridamida 12% e de empilhamento 4% de acordo com Gonçalves et al. (2017). Alíquotas de 10 µL foram transferidas para os géis, e as corridas realizadas a 4 °C por 150 min a 250 V, 30 mA e 15 W (Apelex PS 304 Minipac II, França). Padrão de peso molecular (Bio-Rad, Hércules, CA, EUA) foi utilizado como marcador. Após a corrida, as proteínas foram coradas com Coomassie Blue G-250 0,1% (m/v) (Sigma-Aldrich St. Louis, MO) e descoradas com solução de etanol 30% (v/v) (Dinâmica Química Contemporânea Ltda., São Paulo, Brazil) e ácido acético 7,5% (v/v) (Dinâmica Química Contemporânea Ltda., São Paulo, Brazil), e os géis digitalizados. Os pesos moleculares das proteínas migradas no gel foram determinados de acordo com Iizuka & Faust (1982).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise eletroforética (SDS-PAGE) dos peptídeos solúveis em água (PSA) permitiu acompanhar a evolução da proteólise durante a maturação dos queijos de vaca e de ovelha elaborados com extrato de flores de alcachofra (Figura 1). Em ambos os casos, foram observadas bandas predominantes entre 20 e 30 kDa, correspondentes às principais caseínas, que apresentaram redução gradual de intensidade ao longo do processo de maturação, acompanhada pelo surgimento de bandas em regiões de menor peso molecular. Esse comportamento reflete a hidrólise progressiva das proteínas

maiores em peptídeos de médio e baixo peso, resultado tanto da ação residual do coagulante quanto da atividade de enzimas bacterianas.

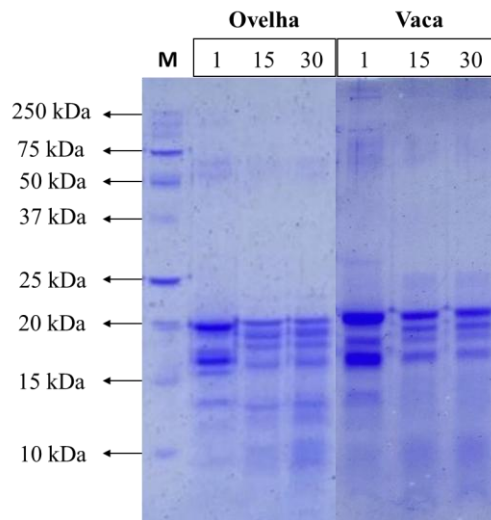


FIGURA 1. Gel de SDS-PAGE do marcador de peso molecular (M) e PSA dos queijos de ovelha e vaca coagulados com extrato da flor da alcachofra (*Cynara cardunculus* L. var *scolymus*) com diferentes tempos de maturação: 1 dia, 15 dias e 30 dias.

Na comparação entre espécies, os queijos de ovelha apresentaram, aos 30 dias, maior número de bandas na região de baixo peso molecular, indicando proteólise mais intensa. Tal resultado pode estar associado à maior concentração proteica do leite ovino, resultando em maior número de peptídeos ou ação enzimática específica (Pinto, 2022). Nos queijos de vaca, embora também se observasse degradação proteica, verificou-se preservação relativa das bandas intermediárias mesmo após 30 dias, sugerindo que a extensão da proteólise foi mais lenta. Esse perfil pode influenciar diretamente as características sensoriais, uma vez que a formação e o acúmulo de peptídeos hidrossolúveis estão relacionados ao desenvolvimento de aromas e sabores típicos da maturação (Ardö et al., 2014).

De forma geral, o coagulante vegetal mostrou-se eficiente em induzir a proteólise, confirmada pela intensificação das bandas de baixo peso molecular ao longo do tempo. Esses resultados são consistentes com relatos de que extratos de *Cynara* spp. hidrolisam especificamente as caseínas, favorecendo a geração de peptídeos bioativos capazes de contribuir para atributos sensoriais e funcionais dos queijos (Öztürk et al., 2021; De Jesus et al., 2023). Assim, a utilização do extrato de alcachofra demonstrou potencial tecnológico tanto em queijos de vaca quanto de ovelha, embora com diferenças no grau de proteólise entre as espécies.

4. CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

O extrato de flores de alcachofra demonstrou eficácia como coagulante no leite de vaca e de ovelha, promovendo a coagulação e a proteólise durante a maturação. A

análise por SDS-PAGE evidenciou degradação das caseínas e formação de peptídeos solúveis em água ao longo de 30 dias. Os queijos de ovelha apresentaram maior acúmulo de fragmentos de baixo peso molecular, enquanto os de vaca mostraram proteólise mais gradual. Esses resultados confirmam que a espécie de leite influencia o padrão de degradação proteica e reforçam o potencial tecnológico de coagulantes vegetais como alternativa à quimosina animal e microbiana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARDÖ, Y.; MCSWEENEY, P. L. H.; MAGBOUL, A. A. A.; UPADHYAY, V. K.; FOX, P. F. Biochemistry of Cheese Ripening: Proteolysis. Cheese (Fourth edition) - Chemistry, Physics and Microbiology, [<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00018-1>].
2. FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Dairy development*. Roma: FAO, ~~2025[s.d.]~~. Disponível em: <https://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/dairy-development/en>. Acesso em: 11 set. 2025.
3. GONÇALVES, B. H. R. F.; SILVA, G. J.; CONCEIÇÃO, D. G.; EGITO, A. S.; FERRÃO, S. P. B. Buffalo mozzarella chemical composition and authenticity assessment by electrophoretic profiling. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 38, n. 4, p. 18411851, 2017.
4. IIZUKA, T.; FAUST, R. M. Comparative Profiles of Plasmid DNA and Morphology of Parasporal Crystals in Four Strains of *Bacillus thuringiensis* subsp. *darmstadiensis*. *Applied Entomology and Zoology*, v. 60, p. 263, 1982.
5. JESUS, Josane Cardim de. Caracterização de coagulante vegetal obtido da flor da alcachofra (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* L.) e sua influência na produção e maturação do queijo. 2023. 93 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2023.
6. JESUS, J. C., Tolentino, I. C. S. A., REIS, L. C. C., CONCEIÇÃO, D. G., ONELLI, R. R. V. O., SANTOS, L. S., FERRÃO, S. P. B. Biofunctional, chemical and sensory profile of mature cheese produced with artichoke flower coagulant (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*). *International Dairy Journal*, v. 156, v. 7, p. 105976, 2024.
7. MOHSIN, A. Z.; NORSAH, E.; MARZLAN, A. A.; RAHIM, M. H. A.; HUSSIN, A. S. M. Exploring the applications of plant-based coagulants in cheese production: A review. *International Dairy Journal*, v. 148, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105792>.
8. ÖZTÜRK, H. I.; GÖKTEPE, Ç. K.; AKIN, N. Proteolysis pattern and functional peptides in artisanal Tulum cheeses produced from Mut province in Turkey. *LWT - Food Science and Technology*, v. 149, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111642>
9. PAULA, J. C. J. DE; CARVALHO, A. F. DE; FURTADO, M. M. Princípios básicos de fabricação de queijo: do histórico à saga. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 64, n. 367/368, p. 19–25, 2009.
10. PINTO, Rafaela Guimarães. Qualidade físico-química, sensorial e análise econômica do queijo Minas Padrão produzido com leite de ovelha e vaca. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/69f01693-25eb-4b79-bcd6-bf4993d325a0>. Acesso em: 11 set. 2025.