



TENDÊNCIAS E OPORTUNIDADES NA FERMENTAÇÃO DE PRODUTOS VEGETAIS

O processo de fermentação, método milenar de conservação de alimentos, garante a estabilidade e segurança dos mesmos, prolongando o seu período de vida. Os produtos vegetais fermentados são produtos de elevado valor nutricional, elevada digestibilidade e palatabilidade, satisfazendo para além disso a preferência dos consumidores enquanto produtos naturais e livres de aditivos alimentares “clean label”. Este artigo pretende dar uma visão abrangente sobre o processo de fermentação láctica, enquanto metodologia de conservação, importante na obtenção de produtos vegetais seguros e nutricionalmente benéficos para a saúde, como também enquanto estratégia viável para a valorização de subprodutos de origem vegetal.

Elsa M. Gonçalves^{1,2}, Marta Abreu^{1,3}, Ana Cristina Ramos^{1,2}

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



² GeoBioTec, Universidade Nova de Lisboa



³ LEAF, ISA – Universidade de Lisboa



Princípios da fermentação láctica

Os produtos fermentados são conhecidos desde a antiguidade, havendo registos do consumo de pão e cerveja pelos povos da Babilónia (6000 a.C.). No séc. XIX, Louis Pasteur contribuiu bastante para este conhecimento, apoiando a opinião que cada tipo de fermentação era realizado por um microrganismo e não de forma espontânea, como a maioria dos cientistas acreditava.

A fermentação de alimentos é utilizada como um processo de conservação, contribuindo para a estabilização e transformação das matérias-primas por meio da atividade metabólica de microrganismos, especialmente em diferentes tipos de alimentos perecíveis como leite, vegetais ou frutas, ou de quaisquer outros produtos com elevado conteúdo em água.

Os produtos fermentados são muito dependentes da atividade da flora microbiana e da sua função específica, que estão naturalmente presentes nas matérias-primas que dão origem aos produtos fermentados ou no ambiente envolvente, como é o caso das azeitonas de mesa fermentadas. Esta flora difere também, dependendo das condições de crescimento, condições climáticas e condições de colheita e pós-colheita nos produtos vegetais. Nestas matrizes, o processo de fermentação é normalmente da responsabilidade das bactérias lácticas (BAL), embora outros microrganismos possam estar também envolvidos, como são disso exemplo as leveduras e/ou fungos, dependendo de diferentes fatores como atividade da água, concentração de sal, anaerobiose e temperatura. Os géneros de bactérias lácticas mais comuns envolvidos neste processo incluem *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Oenococcus*, *Enterococcus* e *Leuconostoc*. Nas bactérias do género *Lactobacillus* podem ser enumeradas diferentes espécies, destacando-se na fermentação dos produtos vegetais as *L. plantarum*, *L. casei*, *L. paracasei* e a *L. rhamnosus*. Durante a fermentação, a oxidação inicial de hidratos de carbono e seus derivados não só diminui a fonte de carbono, disponível para o crescimento celular, como gera produtos finais ácidos que promovem a redução do pH, os quais previnem a deterioração de alimentos e o desenvolvimento

de bactérias patogênicas, ajudando a prolongar a vida útil dos produtos alimentares.

As leveduras, por sua vez, têm neste processo um papel fundamental na alteração da matriz original a nível organolético, físico e nutricional, produzindo vários produtos metabólicos (e.g. vitaminas, carotenoides, lípidos, antioxidantes e compostos aromáticos). No processo metabólico, as leveduras produzem uma enzima invertase que hidrolisa a sacarose em glucose e frutose, que são posteriormente utilizadas no seu desenvolvimento e no desenvolvimento das BAL. No contexto da fermentação, a interação entre as leveduras e as BAL revela-se vantajosa ao nível da qualidade nutricional e organolética dos produtos, bem como na produção de substâncias, também elas, com potencial bactericida (e.g. ácidos voláteis e orgânicos, peróxido de hidrogénio).

Existem, essencialmente, duas formas de iniciar processos de fermentação: a) fermentação natural, em que o processo fermentativo é apenas da responsabilidade dos microrganismos presentes na microflora natural das matérias-primas de origem, desde que se criem as condições necessárias para o seu desenvolvimento (por exemplo, condições anaeróbicas na produção de pickles ou azeitonas) e/ou a supressão da microflora competitiva (por exemplo, com a adição de sal ou vinagre aos produtos), garantindo sempre que sejam minimizadas as flutuações nas suas características sensoriais e de segurança; e b) fermentação controlada, um processo realizado pela inoculação de culturas puras de microrganismos, adicionadas intencionalmente aos produtos – designadas por culturas *starters*. Esta fermentação inicia-se com a adição de um inóculo adequado da cultura *starter* em concentrações elevadas, para garantir que estes prevaleçam sobre os outros microrganismos presentes. Assim, com a adição de *starters*, podemos garantir o controlo do processo de fermentação, promover uma acidificação rápida do meio, prevenindo o desenvolvimento de microrganismos de deterioração e garantindo a padronização da qualidade do produto. No entanto, os produtos fermentados com culturas *starters* têm sido criticados por terem um sabor menos intenso em comparação com o paladar rico dos mesmos

produtos fermentados naturalmente e onde se encontra uma grande variedade de microrganismos.

A importância dos produtos fermentados para a saúde do consumidor

Nos dias de hoje, a fermentação não é considerada simplesmente um método de preservação de alimentos. Como já foi referido, os alimentos fermentados são produtos que foram sujeitos à ação de microrganismos que, ao fermentarem o substrato, provocaram alterações bioquímicas e organoléticas agradáveis e atrativas ao consumidor. Adicionalmente, resultante da presença e ação dos microrganismos, obtêm-se também alimentos com maior valor nutricional (maior concentração de proteínas, aminoácidos essenciais, ácidos gordos essenciais, vitaminas e minerais) e, por outro lado, alimentos onde foi possível a eliminação de compostos indesejáveis, nomeadamente fatores antinutricionais. Os alimentos fermentados podem ainda exercer efeitos benéficos à saúde, através da presença de compostos bioativos, pequenas moléculas que conferem ao alimento uma ação biológica, e que podem ser disponibilizados durante o processo de fermentação. Compostos bioativos bem conhecidos, produzidos e biodisponibilizados através da fermentação incluem compostos fenólicos, que podem atuar como antioxidantes naturais e moduladores imunológicos (Martins *et al.*, 2011).

Outro ponto de extrema relevância para a saúde humana acontece pelo facto de os produtos fermentados conterem naturalmente microrganismos vivos em elevadas concentrações ($>10^{-7}$), em particular BAL, cuja atividade no trato digestivo do consumidor, pode conferir diferentes benefícios à sua saúde. Consequentemente, e segundo a definição do *Europe International Life Sciences Institute (ILSI)* (EC, 2010), podem conferir efeito probiótico, efeito este que tem sido extensivamente mencionado em estudos, efetuados *in vivo* e *in vitro*, surgindo como uma importante estratégia dietética para melhorar a saúde humana.

Por todas as razões anteriormente referidas, os efeitos benéficos dos produtos vegetais fermentados na saúde são descritos e estão associados à prevenção de múltiplas doenças relacionadas com alterações

metabólicas, nomeadamente, a obesidade, várias alergias e intolerâncias alimentares (intolerância à lactose, intolerância ao glúten, etc.). Para além destas, contribuem para a redução do risco de certos tipos de cancro, melhorando o sistema imunológico, protegem a saúde do sistema gastrointestinal e do trato urogenital e aliviam os sintomas de certas doenças, como a doença de Crohn. Por outro lado, estes produtos estão frequentemente associados a estilos de vida, como o vegetarianismo e veganismo, que se têm evidenciado consideravelmente nos últimos tempos. Assim, esta tecnologia, sendo uma ferramenta aplicada à conservação de vegetais e criadora de atributos organoléticos, permite *per si* obter alimentos com elevado valor nutricional e funcional, contribuindo, de forma significativa, para a dieta das populações em geral e podendo, ainda, ser considerada um método de veicular nutrientes específicos a determinados grupos populacionais singulares. Reflexo destes conhecimentos, os consumidores têm demonstrado um crescente interesse por produtos vegetais fermentados, sendo estes considerados produtos naturais e promotores de saúde e longevidade.

A fermentação como método de sustentabilidade

O desperdício de alimentos é uma questão global de crescente preocupação. O termo “desperdício alimentar” refere-se a todos os desperdícios produzidos durante a cadeia alimentar, colheita, processamento e distribuição de produtos alimentares, e ainda gerados na preparação doméstica e/ou comercial. Existe um interesse generalizado em encontrar novas formas de valorização destes desperdícios, em particular de desperdícios de hortofrutícolas, e transformá-los em produtos de valor acrescentado, como ingredientes alimentares, nutracêuticos e novos produtos alimentares. Pretende-se, assim, encontrar alternativas aos métodos vulgarmente usados, como a compostagem, incineração, depósito em aterro ou utilização na alimentação animal. Com estes objetivos, a aplicação do processo de fermentação aos desperdícios hortofrutícolas agroindustriais tem sido avaliada em diversos estudos e poderá vir a desempenhar um papel significativo na transição

PUB



SUBSCREVA A NEWSLETTER SEMANAL



TENHA ACESSO A:

- Notícias, artigos e entrevistas sobre agronegócios
- Casos práticos, opiniões de especialistas e informação técnica
- Convites para eventos exclusivos da VIDA RURAL

Fique connosco!



WWW.VIDARURAL.PT

da economia linear atual para uma economia circular. As matrizes vegetais com elevado conteúdo de compostos de interesse, como são disso exemplo os compostos bioativos e as fibras, podem ser extraídos e recuperados destes subprodutos e valorizados em ingredientes alimentares, suplementos e/ou formulações nutraceuticas e de novos alimentos funcionais. Deste modo, as empresas transformadoras podem receber um retorno financeiro, ao invés de incorrer em custos de descarte, para além de contribuir para a redução destes desperdícios com benefícios ambientais. Estudos recentes têm demonstrado a viabilidade da aplicação da fermentação como estratégia de valorização de diferentes desperdícios de hortofrutícolas. No estudo desenvolvido por Cantatore *et al.* (2019) em resíduos de maçã, recorrendo a BAL, foi produzido um ingrediente adequado para fortificar pão de trigo; Ricci *et al.* (2019) utilizou subprodutos da polpa da cenoura e tomate para produzir compostos antimicrobianos que ao serem inseridos noutros alimentos auxiliam na garantia da segurança e na extensão do tempo de vida dos mesmos. Por sua vez, Nanis *et al.* (2020) descreve que pastas fermentadas de azeitona, obtidas a partir de resíduos de lagar por fermentação espontânea, resultam num ingrediente funcional que pode ser usado na indústria alimentar. Em resumo, a aplicação da fermentação permitiu aumentar a digestibilidade, aumentar o valor nutricional e diminuir os níveis dos fatores antinutricionais destes substratos. No entanto, o maior interesse da aplicação dos processos de fermentação nos desperdícios de hortofrutícolas advém do seu potencial para a recuperação de compostos subutilizados benéficos para a saúde que podem ser introduzidos em alimentos ou usados diretamente como nutraceuticos. Assim, pelo exposto, prevê-se que a fermentação de resíduos agroalimentares por BAL apresente grandes oportunidades para uma economia circular sustentável. Em Portugal, a indústria do tomate está focada na obtenção de um único produto de elevado valor acrescentado – concentrado de tomate, na qual são laborados, apenas, frutos em completo estado de maturação. Consequentemente, são descartadas, logo ao nível do campo, quantidades elevadas de tomate não amadurecido (tomate ‘verde’) (Fig. 1). Criar o conhe-



Figura 1 – Tomate indústria não amadurecido (tomate ‘verde’).

cimento científico necessário para definir e estabilizar a produção industrial com base na fermentação ácido-lática de tomate ‘verde’ é o principal objetivo do projeto GreenTaste, grupo operacional promovido pelo PDR2020 e cofinanciado pelo FEADER, em que o INIAV é parceiro. Numa visão socioeconómica, este projeto consubstancia uma estratégia para a redução do desperdício alimentar e de promoção da diferenciação no setor de novos alimentos funcionais que acrescentem mais-valias aos atores deste setor, aos produtores nacionais de tomate e à indústria agroalimentar. Os principais resultados obtidos demonstraram que esta matriz é viável para a obtenção de fermentados ácido-láticos com qualidade nutricional, funcional, sensorial e com reduzidos níveis de glicoalcalóides (solanina e tomatina) (Fig. 2), compostos antinutricionais que estão presentes na matéria-prima. Foram selecionadas estirpes de bactérias lácticas (Fig. 3) e de leveduras, com potencial de



Figura 2 – Fermentado ácido lácticos de tomate não amadurecido.

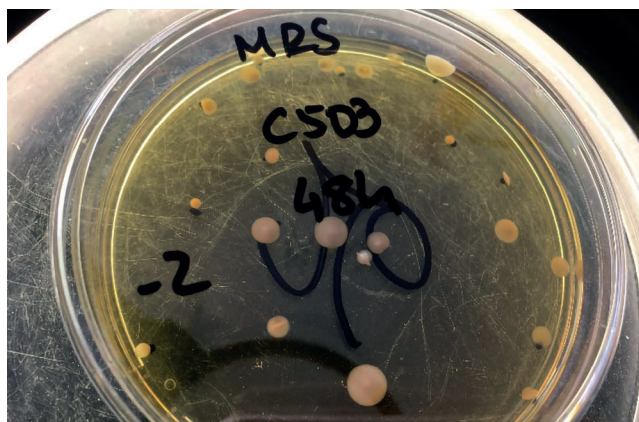


Figura 3 – Estirpes de bactérias lácticas com potencial de utilização como starters.

utilização como starters, a partir de culturas puras da coleção do INIAV (BAL: *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*; Leveduras: *Candida guilliermondii*, *Rhodotorula glutinis*, *Pichia membranaefaciens*, *Debaryomyces hansenii* e *Pichia fermentans*), bem como a partir da microbiota endógena do tomate. O isolamento, caracterização e identificação molecular permitiu ainda confirmar o potencial probiótico para as estirpes de bactérias lácticas: *Weisella paramesenteroides* (C1090) da coleção do INIAV e da estirpe *Lactiplantibacillus plantarum* (BAL 97), isolada da microbiota endógena do tomate verde. Foram definidas as condições operacionais do processo de fermentação e desenvolvidos protótipos de fermentados com potencial probiótico (*Weisella paramesenteroides* e *Lactiplantibacillus plantarum*), a partir dos quais serão elaboradas novas formulações de molhos e temperos pela empresa Italogro.

Considerações finais

A aplicação da fermentação para a conservação de produtos de origem vegetal representa um método eficaz de prolongar o seu período de vida, garantindo a sua segurança e promovendo características organolépticas desejadas. Tradicionalmente, os alimentos eram preservados por meio de fermentações que ocorriam espontaneamente, no entanto, a produção atual explora também a utilização de culturas starter com vista a garantir consistência e padronização da qualidade no produto final.

Na fermentação láctica de hortofrutícolas, a seleção adequada de estirpes de bactérias lácticas pode permitir ainda aumentar o valor nutricional, as funções probióticas e a digestibilidade das matérias que lhe deram origem. Finalmente, os processos de fermentação otimizados, aplicados a resíduos de matrizes vegetais, podem permitir a produção de ingredientes funcionais para formulações de novos alimentos, extração de compostos de elevado valor e desenvolvimento de novos produtos, contribuindo para a transição para um modelo de bioeconomia. 🌱

Referências bibliográficas

- Cantatore, V.; Filannino, P.; Gambacorta, G.; De Pasquale, I.; Pan, S.; Gobbetti M.; Di Cagno, R. (2019). Lactic Acid Fermentation to Re-cycle Apple By-Products for Wheat Bread Fortification. *Frontiers in Microbiology*, **10**:2574–2587.
- European Commission (EC) (2010). *Functional foods*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/238407ee-0301-4309-9fac-e180e33a3f89> [acesso a 05-05-2021].
- Martins, S.; Mussatto, S.I.; Martinez-Avila, G.; Montanez-Saenz, J.; Aguilar, C.N.; Teixeira, J.A. (2011). Bioactive phenolic compounds: production and extraction by solid-state fermentation. A review. *Biotechnology Advances*, **29**:365–373.
- Nanis, I.; Hatzikamari, M.; Katharopoulos, E.; Boukouvala, E.; Ekateriniadou, L.; Litopoulou-Tzanetaki, E.; Gerasopoulos, D. (2020). Microbiological and physicochemical changes during fermentation of solid residue of olive mill wastewaters: Exploitation towards the production of an olive paste – type product. *LWT – Food Science and Technology*, **117**:108671.
- Ricci, A.; Bernini, V.; Maoloni, A.; Cirlini, M.; Galaverna, G.; Neviani, E.; Lazzi, C. (2019). Vegetable By-Product Lacto-Fermentation as a New Source of Antimicrobial Compounds. *Microorganisms*, **7**:607–618.



Cofinanciado por:

