

12º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2021

Revisão bibliográfica sobre o potencial de produção de cerveja utilizando sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*)

Carolina Carla Valera Sanchez¹; Jean Carlos Rodrigues da Silva²

¹ Cursando Técnico em Química, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Sertãozinho, c.sanchez@aluno.ifsp.edu.br

² Doutor em Bioquímica, Professor do IFSP, Câmpus Sertãozinho, jeanrodrigues@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 5.07.02.03-3 Tecnologia de bebidas

RESUMO: O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) evidencia características potenciais para a produção cervejeira com aplicabilidade adjuvante ou como constituinte maltado integral da cerveja. O grão já é utilizado nesta indústria de modo a suprimir gastos e balancear novos sabores e aromas. Nesse sentido, o presente trabalho explora, por meio da revisão bibliográfica, as possibilidades deste cenário. Alguns impasses bioquímicos provenientes do grão como ingrediente inviabilizam o processamento cervejeiro adequado, tais quais: grande perda de malte durante a malteação, altas temperaturas de gelatinização, baixo rendimento de extrato, baixo poder diastático (DP), baixo Nitrogênio Amínico Livre (*Free amino-nitrogen* - FAN), alta viscosidade do mosto e problemas de filtração. Porém, inferiu-se que a maior parte de tais limitações foram solucionadas por técnicas caracterizadas por método de infusão controlado, maceração por infusão dupla, extrusão dos grãos, submersão a soluções alcalinas de espécies melhoradas, bioacidificação, utilização controlada de enzimas exógenas e seleção de leveduras especiais adaptadas ao teor de açúcares do sorgo, bem como estudos da fisiologia do grão que permitem a constatação de melhores meios para se obter boas cervejas. Nota-se, assim, que a produção cervejeira utilizando sorgo sacarino é possível e resulta na economia de custos e novas opções de qualidade no mercado.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor*; Adjuvante cervejeiro; Cereal maltado; Mosturação; Inovação cervejeira

Literature review on the potential of beer production using sweet sorghum (*Sorghum bicolor*)

ABSTRACT: Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) shows potential characteristics for brewing with adjuvant applicability or as an integral malted constituent of beer. The grain is already used in this industry in order to suppress expenses and balance new flavors and aromas. In this sense, the present work explores, through literature review, the possibilities of this scenario. Some biochemical problems from the grain as an ingredient make the proper brewing process unfeasible, such as: large malt loss during malting, high gelatinization temperatures, low extract yield, low diastatic power (DP), low Free Amino Nitrogen (FAN), high wort viscosity and filtration problems. However, it was inferred that most of these limitations were solved by techniques characterized by controlled infusion method, double infusion maceration, grain extrusion, submersion in alkaline solutions of improved species, bioacidification, controlled use of exogenous enzymes and selection of special yeasts adapted to the sugar content of sorghum, as well as studies of the physiology of the grain that allow the finding of better ways to obtain good beers. Thus, it can be seen that brewing process using sweet sorghum is possible and results in cost savings and new quality options in the market.

KEYWORDS: *Sorghum bicolor*; Beer adjunct; Malted cereal; Mashing; Brewing innovation

INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida alcoólica, produzida a partir da levedura cervejeira *Saccharomyces cerevisiae*, decorrente da fermentação do mosto de cevada malteada ou extrato de malte, submetido previamente a um processo de cozimento de lúpulo ou extrato de lúpulo. No Brasil, de acordo com os padrões de identidade e qualidade para produtos de cerveja, parte da cevada malteada ou do extrato de malte pode ser substituída por até 45% de adjuntos. Os adjuntos cervejeiros são a cevada cervejeira não malteada e toda matéria-prima, malteada ou não, conveniente para o consumo humano (BRASIL, 2019).

Em geral, os adjuntos tendem a reduzir o custo da produção, por serem mais baratos que o malte da cevada, bem como possibilitam a produção de cervejas com sabores e aromas diversos. O Brasil, como terceiro maior produtor e um dos grandes consumidores de cerveja do mundo, compra cerca de 400 mil t/ano de cevada importada a fim de suprir a demanda dos fabricantes e, destarte, são fundamentais pesquisas acerca de adjuntos cervejeiros (VASCONCELOS, 2017). Entre a variedade de adjuntos, o Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) evidencia características potenciais.

Na Nigéria, sorgo sacarino é amplamente utilizado para a produção cervejeira desde a década de 1990, de modo a suprimir os gastos e balancear novos sabores e aromas (TOKPOHOZIN, FISCHER e BECKER, 2019).

Desse modo, em consequência a um mercado altamente atrativo do sorgo no país, assim como tendo em consideração suas características, a espécie faz-se um desafiador e inovador adjuvante de cerveja.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aplicada no presente trabalho fundamentou-se na revisão bibliográfica sobre as propriedades do sorgo sacarino e suas potencialidades aplicadas à produção cervejeira do grão como adjunto ou para cervejas integralmente feitas a partir de sorgo. A busca de dados baseou-se nas bases de dados Science Direct e Scopus por meio do Portal de Periódicos CAPES, com a pesquisa dos seguintes termos: “sorghum and brewing”; “sorghum and beer adjunct”; “sorghum and malting”; “sorghum and mashing”; “sorghum wort”. A pesquisa limitou-se à língua inglesa, com os termos pesquisados nos campos “título”, “abstract” e “palavras-chave”, e os artigos selecionados e analisados foram demarcados pelo nível de relevância, de acordo com a quantidade de citações, sendo estes publicados entre 2006 e 2021.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de fabricação de cerveja artesanal consiste nas etapas de: moagem do malte, mosturação, fervura, resfriamento, fermentação, maturação e envase. Além disso, o controle da temperatura durante a fabricação da cerveja, do mesmo modo que a qualidade dos insumos, tem demasiada influência no produto final (AFONSO, FLUSENER, RECH, et al., 2020). Conforme a Revista Inovações Cervejeiras (2017), a substituição do malte de cevada por adjuvantes na fabricação de cervejas tem o potencial de reduzir o custo da produção e ainda criar sabores e aromas únicos.

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é um dos cereais que podem ser utilizados na produção de cerveja, segundo Aguilar, Rodriguez e Silva (2018) tanto como substituto da cevada, resultando em uma cerveja sem glúten, quanto na forma de adjunto. Assim, tendo em vista utilizar o sorgo na produção de cervejas, para aproveitar suas potencialidades, é necessário o conhecimento dos fatores que influenciam na qualidade da produção.

Malteação

A perda de maltagem reflete as perdas de matéria seca como resultado da translocação de materiais solúveis para as raízes e brotos necessários ao crescimento. Tal condição participa do desequilíbrio dos teores de materiais solúveis e não solúveis dos grãos de sorgo durante a germinação. Um método de infusão controlado mostrou-se positivo para a diminuição das perdas de malte de sorgo, o qual consiste em um regime de germinação que combina ciclos de descanso de ar e a adição de água quente. No regime aplicado por Badau, Nkama e Jideani (2006), os grãos limpos foram mergulhados

em água por 12 horas a 30°C em uma proporção de grãos para água de 1:10, com uma hora de repouso – grãos não mergulhados – a cada 6 horas de embebição. Ao final de 12 horas, os grãos foram esterilizados por imersão em uma solução de hipoclorito de sódio a 1% por 20 minutos. Os grãos foram colocados para germinar em temperatura ambiente por 0, 24, 48, 72 e 96 horas. Com isso, observou-se melhoras significativas no âmbito da perda de malte, a qual melhora progressivamente em paralelo ao aumento do tempo de germinação (BADAU, NKAMA, JIDEANI, 2006).

Ademais, infere-se o baixo rendimento do extrato e o baixo poder diastático como fatores possivelmente limitantes na produção de cerveja a partir de malte de sorgo. O extrato primitivo é definido como a quantidade de substâncias dissolvidas no mosto que dão origem a cerveja. O poder diastático (DP) é a capacidade das enzimas α e β -amilase de converterem o amido em açúcares. A α -amilase promove a quebra do amido em unidades menores de açúcares solúveis, as quais, por meio da β -amilase, podem ser adequadamente hidrolisadas em açúcares fermentescíveis, sendo estes consumidos pelas leveduras para que seja possível o processo de fermentação. A má modificação do endosperma é causada por atividades enzimáticas hidrolíticas inadequadas, transformações estas que acontecem, especialmente, pela β -amilase, a qual atua como principal enzima na sacarificação do malte de cevada, e está presente em menor quantidade nos grãos de sorgo, o que o torna, naturalmente, menos fermentescível. Contudo, estudos sugerem que, para as variedades ICSV400 e KSV8, o rendimento do extrato cresceu significativamente quando os grãos foram maltados pelo regime de maltagem supracitado. Valores ainda maiores de rendimento de extrato foram relatados a partir do uso de cloridrato de cisteína como extratante. Tais resultados sugerem que o rendimento do extrato com a utilização de malte de sorgo pode ser semelhante ou maior do que o obtido a partir de malte de cevada (OGBONNA, 2011).

O mesmo procedimento citado anteriormente – regime que incorpora ciclos de descanso de ar e água quente no final – quando aplicado nas variedades citadas, demonstrou êxito em amplificar a atividade das enzimas α e β -amilase. Ademais, com um processo de maltagem com germinação de duração de até 96 horas, o poder diastático, o nitrogênio amínico livre, extrato e perda de malte melhoraram com o aumento do tempo de germinação (ABUJAH, OGBONNA, SONDE, OFFIA-OLUA, OWHOEKE, 2015).

Gelatinização

Em concordância com Arendt e Schnitzenbaumer (2014), os grãos de sorgo não têm casca e possuem elevada concentração de amido, além de que os grânulos de amido no grão de sorgo são incorporados por uma matriz de proteína densa rica em ligações do tipo dissulfeto, que os tornam altamente resistentes à fermentação microbiana e digestão enzimática (MA, HE, CAO, BAI, LI, 2016). Dessa forma, eles apresentam altas temperaturas de gelatinização, entre 65,8 – 71,0 °C, em comparação com o malte de cevada, cerca de 10-20 °C inferior. A gelatinização é o desordenamento térmico das estruturas cristalinas nos grânulos de amido nativo (ARENDR, SCHNITZENBAUMER, 2014). Por consequência da temperatura ótima e de inativação das enzimas do sorgo, a gelatinização e hidrólise simultâneas do amido, como verifica-se no malte de cevada, não são eficientes. Em função disso, o cereal na forma de grão cru ou malte, deve ser cozido para gelatinizar seu amido, resfriado e, em seguida, sacarificado com malte de cevada ou enzimas comerciais (DLAMINI, KRUGER, TAYLOR, 2013).

Por conseguinte, conclui-se que a fermentação do sorgo requer o uso de um procedimento de esmagamento por infusão dupla, em que o amido do sorgo é pré-gelatinizado por cozimento antes de sua conversão enzimática em açúcares fermentáveis, a fim de permitir uma hidrólise enzimática eficaz (ARENDR, SCHNITZENBAUMER, 2014). Contudo, Arendt e Schnitzenbaumer apontam que, a fermentação com sorgo utilizando até 50% de farinha de grãos inteiros comercial, por um processo de mosturação por infusão comum, demonstrou êxito.

Fermentação

Ao realizar a mosturação com grãos de sorgo crus, está presente o farelo, o qual contém níveis substanciais de fitato (hexafosfato de mio-inositol). O fitato é um agente quelante que, por meio de ligações múltiplas, forma moléculas insolúveis complexas com algumas proteínas ou, particularmente, íons metálicos bivalentes. Contudo, alguns metais são importantes para o desempenho da fermentação da levedura, tais quais ferro, zinco, magnésio, fósforo e cálcio, e seus níveis podem limitar-se por conta da quelação de fitato. Esses minerais atuam em um importante papel no desempenho da fermentação de

levedura. Nesse sentido, Kruger, Oelofse, Taylor e Taylor (2012), avaliaram o potencial de melhoria na nutrição da levedura em grãos crus de sorgo para a fabricação de cerveja e produção de bioetanol através de manipulação genética do sorgo visando a melhoria da digestibilidade proteica e redução de fitato por tratamento com fitase exógena. As modificações genéticas relevantes para este estudo foram a supressão da síntese de mio-inositol quinase, que diminui o ácido fítico e a capacidade sintética da planta durante o desenvolvimento da semente, e a supressão da síntese de kafirinas, o que resulta em melhorias na digestibilidade da proteína (KRUGER, OELOFSE, TAYLOR, TAYLOR, 2012).

Em concordância com os objetivos iniciais, os sorgos modificados geneticamente apresentaram níveis mais baixos do conteúdo de fitato e melhor digestibilidade proteica em comparação com seus controles. No trabalho, como a fitase foi adicionada no início da mosturação, ela possivelmente hidrolisou o fitato, reduzindo este a complexos proteicos e aumentando a digestibilidade destes. Também é possível que houve uma maior atividade da protease, o que poderia ter resultado em aumento da hidrólise proteica (KRUGER, OELOFSE, TAYLOR, TAYLOR, 2012).

Ademais, no sorgo, os grânulos de amido são rodeados por uma matriz de proteína, sobretudo a prolamina. Foi descoberto que a matriz proteica do sorgo impede a plena expansão do grânulo de amido, restringindo fisicamente o inchaço deste. Melhoras na digestibilidade proteica das proteínas da matriz, aumentam o acesso da α -amilase ao amido, o que, consequentemente, melhora a hidrólise destes grãos, potencializando a sacarificação. Portanto, infere-se que a modificação genética melhorou significativamente a digestibilidade proteica, que, por sua vez, atuou na melhora do conteúdo do extrato do mosto cervejeiro de sorgo e aumento do conteúdo de fitase. Para mais, como consequência direta da hidrólise proteica, as melhorias neste quesito aumentaram também o conteúdo de nitrogênio amino livre no mosto (KRUGER, OELOFSE, TAYLOR, TAYLOR, 2012).

Filtração

A alta viscosidade do mosto de sorgo, bem como problemas na filtração da cerveja produzida a partir deste material, foram reportados. A viscosidade característica do mosto de sorgo provém de atividades inadequadas da endo- β -1,3;1,4-glucanase das paredes celulares do endosperma do grão, acarretando em maiores níveis de β -glucano. Os β -glucanos foram associados com o aumento da viscosidade do mosto, baixo desempenho de filtração e de bombeamento, rendimento de extrato reduzido e precipitados gelatinosos na cerveja maturada (ABUJAH, OGBONNA, SONDE, OFFIA-OLUA, OWHOEKE, 2015).

Após a mosturação e fermentação, a filtração é uma importante etapa do processo. Foi retratado que a mosturação com 100% de malte de sorgo resultou em filtrações lentas. Contudo, notou-se que a bioacidificação do sorgo reduz o tempo de filtração, o que se deve à produção de protease e β -glucanase por bactérias lácticas e a consequente degradação de β -glucanos, aumentando, assim, a passagem de líquido através da membrana (TOKPOHOZIN, FISCHER, BECKER, 2019).

O estudo de Abuajah, Ogbonna, Sonde, Offia-Olua e Owheoke (2015), elucidou os níveis de componentes do tipo β -glucano e β -glucanases das variedades SK5912, KSV8 e ICSV400 de sorgo melhoradas, bem como o tempo de germinação adequado para cada uma das variedades e a relação desses níveis com a viscosidade específica do mosto de sorgo produzido. Foi reportado um melhor desempenho na filtração do mosto cervejeiro de sorgo em termos de redução do tempo de filtração, aumento do volume total e rendimento de extrato pelo uso de uma preparação enzimática que continha atividade degradante de celulose. O principal efeito das celulasas pode ser o enfraquecimento da estrutura da parede celular através da degradação de celulose, o que pode causar solubilização de mais amido (ABUJAH, OGBONNA, SONDE, OFFIA-OLUA, OWHOEKE, 2015).

CONCLUSÕES

Em síntese aos estudos, constata-se que a produção de cerveja utilizando sorgo sacarino é viável. Percebe-se que grande parte dos problemas bioquímicos relacionados a este processo podem ser solucionados a partir da aplicação de técnicas que minimizam significativamente os impasses, sendo métodos que englobam regimes especiais de maltagem, extrusão, modificação genética, bioacidificação, aditivos exógenos e variabilidade do uso de cepas de levedura, além de estudos da fisiologia do grão que permitem melhores meios de se obter boas cervejas. Nota-se, a partir disto, redução da perda de malte, manutenção da temperatura de gelatinização, maiores rendimentos do extrato, potencialização do

poder diastático, maiores níveis de nitrogênio amínico livre, regulação da viscosidade e filtração do produto final. Portanto, a fabricação de cerveja de sorgo sacarino, seja este maltado ou como adjunto não maltado não só é tecnicamente realizável e interessante, levando-se em conta as características específicas do grão, mas também tem grande potencial, e resulta em cervejas de qualidade eficientemente produzidas, o que acarretará no melhor aproveitamento de matérias-primas diversas, economia de custos e possibilidade de novas opções no mercado.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, pela oportunidade e empenho dedicado à elaboração deste trabalho. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

- ABUAHAJ, C. I.; OGBONNA, A. C.; SONDE, C. U.; OFFIA-OLUA, B.; OWHOKE, E.; Variety and germination time effect on total β -glucan, water-insoluble β -glucan, water-soluble β -glucan components and β -glucanase levels in improved sorghum varieties SK5912, KSV8 and ICSV400 before and after malting and their relationships to wort viscosity, *Journal of the Institute of Brewing*, v. 122, p. 93-101, 2016.
- AFONSO, T.; KLUSENER, A.; RECH, C.; et al. Utilização do sorgo na produção de cerveja artesanal sem glúten: Uma revisão sistemática da literatura. *Cippus Revista de Iniciação Científica*, Canoas, v.8, n.2, p.2s-3s, 2020. Disponível em: <<https://svr-net15.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/view/7643>>. Acesso em: 26 nov. 2020.
- AGUILAR, I.; RODRIGUEZ, Y.; SILVA, J.; Utilização do malte de sorgo na produção de cerveja: revisão bibliográfica. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v.21, p.1s-7s, 2018. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85058181124&doi=10.1590%2f1981-6723.19817&partnerID=40&md5=0>>. Acesso em: 09 nov. 2020.
- ARENDT, K. E.; KASPAR, J.; SCHNITZENBAUMER, B.; TITZE, J.; Implementation of commercial oat and sorghum flours in brewing. 2014. 11 f. *Eur Food Res Technol*. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez338.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00217-013-2129-0>> Acesso em: 15 dez. 2020.
- ARENDT, K. E.; SCHNITZENBAUMER, B.; Brewing with up to 40% unmalted oats (*Avena sativa*) and sorghum (*Sorghum bicolor*): a review. 2014. 16 f. *The Institute of Brewing & Distilling*. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jib.152>>. Acesso em: 10 nov. 2020.
- BRASIL. Instrução normativa nº65, de 10 de dezembro de 2019. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil, 2019 b. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>>. Acesso em: 13 nov. 2020.
- DLAMINI, C. B.; KRUGER, J.; TAYLOR, R. N. J.; 125th Anniversary Review: The science of the tropical cereals sorghum, maize and rice in relation to lager beer brewing. 2013. 14 F. *The Institute of Brewing & Distilling*. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez338.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/jib.68>> Acesso em: 11 dez. 2020.
- KRUGER, J.; OELOFSE, A.; TAYLOR, J.; TAYLOR, J. R. N.; Potential for improvement in yeast nutrition in raw whole grain sorghum and maize lager brewing and bioethanol production through grain genetic modification and phytase treatment, *Journal of the Institute of Brewing*, v. 118, p. 70-75, 2012.
- MA, C.; HE, Y.; CAO, Y.; BAI, X.; LI, H., Analysis of flavour compounds in beer with extruded sorghum as an adjunct using headspace solid-phase micro-extraction and gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of the Institute of Brewing*, v. 122, p. 251-260, 2016.
- OGBONNA, A. C.; Current Developments in Malting and Brewing Trials with Sorghum in Nigeria: A Review, *Journal of the Institute of Brewing*, v. 117, n. 3, p. 394-400, 2011.
- TOKPOHOZIN, S. E.; FISCHER, S.; BECKER T.; Optimization of malting conditions for two landraces of West African sorghum and influence of mash bio-acidification on saccharification improvement, *Journal of Cereal Science*, v. 85, p. 192-198, 2019.
- VASCONCELOS, Y. Inovações Cervejeiras. *Rev Pesquisa Fapesp*, Edição 251, p.19-24, janeiro de 2017. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/inovacoes-cervejeiras/>>. Acesso em: 11 nov. 2020.