

## CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE BAGAÇO DE MALTE E SEU POTENCIAL PARA FERMENTAÇÃO POR *TRICHODERMA REESEI*

Isabela Gomes Rossi (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Lucas Correa Silva, Larine Kupski, Beatriz Cervejeira Bolanho Barros (Orientadora). E-mail: bcbolanho@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Umuarama, PR.

### Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Palavras-chave:** Subproduto; Proteínas; Compostos fenólicos.

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar as características químicas do bagaço de malte (BM) antes e após a fermentação por *Trichoderma reesei*. O bagaço de malte utilizado foi seco, moído e padronizado quanto a sua granulometria (0,50 mm). A fermentação com *T. reesei* ( $7 \times 10^7$  esporos  $g^{-1}$ ) ocorreu em biorreatores do tipo bandeja a 30°C, por 72 h e com umidade do BM de 64%. As análises químicas realizadas foram: compostos fenólicos totais, proteínas, fibras alimentares, lipídios e cinzas. A fermentação do BM por *T. reesei* aumentou os teores de proteínas (14,02 para 23,91 g 100g<sup>-1</sup>) e de compostos fenólicos totais (34,87 para 405,26 mg 100g<sup>-1</sup>), os quais são nutrientes importantes para a saúde humana. Houve também aumento no teor lipídico (7,02 para 13,40 g 100g<sup>-1</sup>) e redução de ~22 e 40% nos teores de fibras alimentares e cinzas, respectivamente. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade da fermentação realizada para modificar a composição do BM, o qual pode ser aplicado no desenvolvimento de formulações alimentícias, visando o enriquecimento nutricional em termos de proteínas e compostos fenólicos.

### INTRODUÇÃO

As agroindústrias desempenham um papel de fundamental importância no mercado, pois os produtos derivados influenciam diretamente na economia do país. Entretanto, além dos produtos, também há geração de subprodutos, principalmente nas indústrias de alimentos e bebidas, como é o caso das cervejarias. As indústrias cervejeiras têm como principal subproduto o bagaço de malte, responsável por 85% de todo subproduto gerado no processamento. O bagaço de malte úmido é constituído majoritariamente por cevada malteada e outros adjuntos, o qual possui carboidratos, proteínas e fibras alimentares, nutrientes que possibilitam sua utilização para diversas finalidades (Parchami, Ferreira e Taherzadeh, 2021). Para a fermentação do bagaço malte como meio de cultura, existem diversos microrganismos com diferentes potenciais que podem ser utilizados. O gênero *Trichoderma*, por exemplo, tem a capacidade de produzir celulasas e alguns tipos de enzimas hidrolíticas. O *Trichoderma reesei* se caracteriza por ser um produtor natural de diversos sistemas extracelulares de enzimas envolvidas na hidrólise de

polissacarídeos, que podem modificar a composição química do substrato, melhorando o seu valor nutricional, por exemplo, produzindo compostos fenólicos. O desenvolvimento do *T. reesei* em diferentes substratos também pode aumentar o teor de proteínas (Aghcheh et al., 2014). Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar as características químicas do bagaço de malte antes e após a fermentação com *T. reesei* a fim de elevar o valor agregado deste subproduto e expandir sua utilização nas áreas da alimentação humana.

## MATERIAIS E MÉTODO

### *Obtenção da matéria prima e fermentação*

A pesquisa foi realizada nas dependências da Universidade Estadual de Maringá UEM, Campus Umuarama (Paraná-Brasil). O bagaço de malte (BM) utilizado no experimento foi obtido na cervejaria Divino Malte - Umuarama-PR. Este foi levado à estufa de secagem convectiva a 60° C até a umidade final >10 % (m/m), em seguida foi moído e a granulometria foi padronizada em 0,50 mm. O microrganismo, *Trichoderma reesei*, foi obtido na Fundação André Tosello. A manutenção da cepa foi efetuada com repiques mensais em meio Ágar Batata Dextrose até o momento do uso.

O BM foi fermentado em biorreatores do tipo bandeja com dimensões adequadas onde se obteve uma camada de 2 cm de substrato. O BM foi esterilizado e suplementado com solução nutriente ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  8 g L<sup>-1</sup>,  $\text{MgSO}_4$  4 g L<sup>-1</sup>,  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$  7,2 g L<sup>-1</sup>) e a umidade foi ajustada para 64%. A fermentação com *T. reesei* ( $7 \times 10^7$  esporos g<sup>-1</sup>) foi realizada por 72h a 30°C. Após este processo, o material foi congelado a -18° C até o momento das análises.

### *Composição química e compostos fenólicos*

O BM antes e após a fermentação com *T. reesei* foi caracterizado quanto a composição química e o teor de compostos fenólicos totais (CFT). Os teores de cinzas, fibras alimentares, proteínas e lipídeos foram determinados seguindo as metodologias oficiais da *Association of Official Agricultural Chemists* – AOAC (Horwitz e Latimer, 2005).

Para a determinação de CFT foi realizada a extração com metanol (99.9%, Anidrol) por agitador orbital a 200 rpm em temperatura ambiente. A solução foi centrifugada e filtrada para a obtenção do sobrenadante. Foram adicionados 0,5 mL do sobrenadante, 2,5 mL de Folin-Ciocalteu 10% (v/v) e 2,0 mL de carbonato de sódio a 7,5% (m/v) em um tubo de ensaio seguido de agitação. Os tubos foram levados ao banho Maria (SSD, Solid Steel) a 50 °C por 5 minutos, após esse tempo foram realizadas as leituras a 760 nm (espectrofotômetro UV-VIS 1800, Shimadzu), usando como branco a mistura do reagente de Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio (Shahidi e Zhong, 2015). Uma curva analítica, obtida com diferentes concentrações de ácido gálico (25 a 500 mg L<sup>-1</sup>), foi utilizada para calcular os resultados.

Os resultados foram calculados em base seca (b.s), expressos em média ± desvio padrão e analisados quanto ao teste *t-Student* (p=0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos da composição química do bagaço de malte antes e após a fermentação. O BM é rico em nutrientes, e sua composição variou após a fermentação por *T. reesei*, em decorrência da geração de enzimas exocelulares pelo inóculo, podendo variar de acordo com os componentes do fungo utilizado e os nutrientes presentes no meio (Dey et al., 2018).

**Tabela 1** Composição química e compostos fenólicos totais do bagaço de malte não fermentado e fermentado

Componente	Bagaço de malte não fermentado	Bagaço de malte fermentado
Proteínas (g 100g <sup>-1</sup> b.s.)	14,02±0,13 <sup>b</sup>	23,91±0,21 <sup>a</sup>
Lipídios (g 100g <sup>-1</sup> b.s.)	7,02±0,40 <sup>b</sup>	13,40±0,74 <sup>a</sup>
Cinzas (g 100g <sup>-1</sup> b.s.)	3,50±0,12 <sup>a</sup>	2,08±0,08 <sup>b</sup>
Fibras alimentares (g 100g <sup>-1</sup> b.s.)	50,05±2,52 <sup>a</sup>	38,79±1,08 <sup>b</sup>
Compostos fenólicos totais (mg 100g <sup>-1</sup> b.s.)	34,87±1,05 <sup>b</sup>	405,26±9,04 <sup>a</sup>

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste t-Student ( $p < 0,05$ ), b.s.= base seca.

O teor de proteínas aumentou 70% após a fermentação do BM, o qual pode ser associado principalmente à produção de enzimas xilanolíticas pelo *T. reesei*. Além da alta produção enzimática, que contribui para o aumento no teor proteico, o desenvolvimento ou multiplicação do fungo no substrato também pode justificar o maior teor de proteínas obtido após a fermentação (Aghchek et al., 2014).

O teor de lipídios aumentou 91% após a fermentação do BM. A síntese de lipídios por alguns microrganismos pode ser realizada para atender suas funções básicas e formação de membranas celulares. O aumento no teor lipídico dos substratos cultivados pode ocorrer através de uma via direta de conversão da biomassa lignocelulósica, por um conjunto de enzimas celulolíticas, em açúcares e consequentemente em lipídios (Dey et al., 2018).

Quanto ao teor de fibras alimentares e de cinzas, a fermentação ocasionou redução de 22 e 40%, respectivamente, em relação ao BM não fermentado. Isso pode ser devido ao consumo destes componentes nos processos metabólicos desenvolvidos pelo *T. reesei*. Por outro lado, o teor de CFT do BM fermentado foi ~12 vezes maior em relação ao não fermentado. O aumento dos fenóis durante a fermentação é causado principalmente pela clivagem dos compostos complexados com a lignina e pela degradação dos demais componentes das fibras alimentares. O aumento no teor de CFT é importante devido a ação antioxidante destes compostos, os quais interagem com a espécie reativas de oxigênio, contribuindo para a redução do estresse oxidativo, comum em doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, câncer, entre outras. Em alimentos, os fenóis também desempenham o papel de prevenir reações oxidativas, as quais podem ocasionar o aparecimento de sabores e odores indesejáveis, que limitam a vida útil dos produtos (Kupski et al., 2012).

## CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que a fermentação por *T.reesei* possibilitou o aumento de nutrientes importantes do bagaço de malte, sendo estes as proteínas e os compostos fenólicos. Também houve o aumento no teor lipídico, cuja composição em ácidos graxos pode ser avaliada em estudos futuros, para averiguar os impactos à saúde humana. Por outro lado, houve redução no teor de fibras alimentares e cinzas, decorrente do metabolismo microbiano. Portanto, a fermentação do bagaço de malte modificou sua composição química, o qual pode ser considerado um ingrediente promissor para aplicação em diversas áreas alimentícias.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro, e ao Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC-UEM.

## REFERÊNCIAS

AGHCHEH, R. K.; NÉMETH, Z.; ATANASOVA, L.; FEKETE, E.; SÁNDOR, E.; AQUINO, B.; PAHOLCSEK, M.; DRUZHININA, I. S.; KARAFFÁ, L.; KUBICEK, C. P. The VELVET A orthologue VEL1 of *Trichoderma reesei* regulates fungal development and is essential for cellulase gene expression. **PLoS ONE** n.9, 2014.

DEY, P.; SINGH, J.; SCARIA, J.; ANAND, A. P. Improved production of cellulase by *Trichoderma reesei* (MTCC 164) from coconut mesocarp-based lignocellulosic wastes under response surface-optimized condition. **3 Biotech**, v. 8, 2018.

HORWITZ, W.; LATIMER, G. W. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18. ed. **Maryland: Association of Official Analytical Chemistry International**, 2005.

KUPSKI, L.; CIPOLATTI, E.; ROCHA, M. DA, OLIVEIRA; M. DOS, SOUZA-SOARES; L. A.; BADIALE-FURLONG, E. Solid-State Fermentation for the Enrichment and Extraction of Proteins and Antioxidant Compounds in Rice Bran by *Rhizopus oryzae*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n. 6, p. 937-942, 2012.

PARCHAMI M.; FERREIRA J. A.; TAHERZADEH M. J. Starch and protein recovery from brewer's spent grain using hydrothermal pretreatment and their conversion to edible filamentous fungi A brewery biorefinery concept. **Bioresource Technology** v. 337, 2021.

SHAHIDI F.; ZHONG Y. Measurement of antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, n.18, p. 757–781, 2015.