

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SABRINA SILVA DOS SANTOS

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO ÁCIDO KÓJICO A PARTIR DA
FERMENTAÇÃO DO ARROZ E DESAFIOS NA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

PATO BRANCO

2025

SABRINA SILVA DOS SANTOS

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO ÁCIDO KÓJICO A PARTIR DA
FERMENTAÇÃO DO ARROZ E DESAFIOS NA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

**DETERMINATION OF KOJIC ACID CONCENTRATION FROM RICE
FERMENTATION AND CHALLENGES IN SCIENTIFIC DISSEMINATION**

Trabalho de conclusão de graduação apresentada
como requisito para obtenção do título de Bacharel em
Química da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Orientador: Vanderlei Aparecido de Lima.

PATO BRANCO

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
Departamento de Química
Curso de Bacharelado em Química



FOLHA DE APROVAÇÃO

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO ÁCIDO KÓJICO A PARTIR DA
FERMENTAÇÃO DO ARROZ E DESAFIOS NA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

por

SABRINA SILVA DOS SANTOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 10 de fevereiro de 2025 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Química. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Vanderlei Aparecido de Lima
Prof. Orientador

Mário Antônio Alves da Cunha
Membro titular

Daiane Meneguzzi
Membro titular

Nota: O Documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se no SEI processo 23064.002094/2025-79 e documento 4698413.

Dedico este trabalho à minha família e a todos que
estiveram ao meu lado.

Não espere o futuro mudar sua vida porque o
futuro será a consequência do presente

Parasita hoje,

Um coitado amanhã

Corrida hoje,

Vitória amanhã.

(ALVES, E. P., 2002).

RESUMO

A produção de ácido kójico, composto bioativo amplamente utilizado na indústria cosmética devido às suas propriedades clareadoras de pele e antioxidantes, ocorre predominantemente pela fermentação de substratos como arroz por fungos do gênero *Aspergillus* ou *Penicillium*. No entanto, vídeos na internet têm popularizado tutoriais para produção caseira desse composto, frequentemente sem considerar os riscos associados, como contaminação microbiológica e formação de compostos tóxicos. Nesse trabalho de conclusão de curso foram conduzidos experimentos seguindo tutoriais da internet, porém seguindo padrões metodológicos e científicos utilizando o fungo *Aspergillus niger* e uma cepa selvagem com características semelhantes ao *Aspergillus* isolada de amostras de arroz cozido, em diferentes meios de cultura, sendo eles: Meio de cultivo sólido composto de 20 g de arroz cozido; Meio de cultivo A composto por 20 g de arroz cozido para 1 L de água destilada; Meio de cultivo B composto por 100 g de glicose, 1 g de KH_2PO_4 , 0,5 g de MgSO_4 , 0,1 g de ZnSO_4 e 2,5 g de extrato de levedura, composição para 1 L de água destilada e Meio de cultivo C composto por 20 g de arroz cozido, 100 g de glicose, 1 g de KH_2PO_4 , 0,5 g de MgSO_4 , 0,1 g de ZnSO_4 e 2,5 g de extrato de levedura. As concentrações de ácido kójico foram quantificadas por espectrofotometria UV-VIS, os resultados demonstraram que o meio sólido foi o mais eficiente, apresentando 22,19 g/L para *Aspergillus niger* e 18,35 g/L para a cepa isolada. Por outro lado, o meio B apresentou a menor produção detectável de ácido kójico. Nos métodos caseiros, embora tenha ocorrido crescimento de microrganismos, não foi detectada a formação de ácido kójico, evidenciando a inviabilidade da técnica sem condições rigorosas de controle, como assepsia, temperatura e pH. Além dos experimentos, foi produzido um vídeo para redes sociais com o objetivo de conscientizar o público sobre os perigos e limitações de práticas caseiras de fermentação com fungos. No vídeo, o conteúdo abordado foi mostrado a ausência de resultados positivos nos experimentos domésticos, e relatado sobre os perigos dos altos índices de contaminação microbiológica observados e a necessidade de infraestrutura adequada para a produção segura do ácido kójico. Os resultados deste trabalho evidenciam que a produção de ácido kójico depende de condições específicas, como controle do pH, temperatura, assepsia, e uso de meios de cultivos adequados. Essas condições de

cultivo para processos fermentativos são difíceis e improváveis de serem reproduzidas com segurança em práticas caseiras.

Palavras-chave: ácido kójico; *Aspergillus*; divulgação científica; fermentação.

ABSTRACT

The production of kojic acid, a bioactive compound widely used in the cosmetic industry due to its skin-lightening and antioxidant properties, predominantly occurs through the fermentation of substrates such as rice by fungi of the genus *Aspergillus* or *Penicillium*. However, internet videos have popularized tutorials for the homemade production of this compound, often without considering the associated risks, such as microbiological contamination and the formation of toxic compounds. In this thesis, experiments were conducted following internet tutorials while adhering to methodological and scientific standards. The fungus *Aspergillus niger* and a wild strain isolated from cooked rice samples were used in different culture media, as follows: Solid cultivation medium composed of 20 g of cooked rice; Cultivation medium A, composed of 20 g of cooked rice per 1 L of distilled water; Cultivation medium B, composed of 100 g of glucose, 1 g of KH_2PO_4 , 0.5 g of MgSO_4 , 0.1 g of ZnSO_4 , and 2.5 g of yeast extract, formulated for 1 L of distilled water; Cultivation medium C, composed of 20 g of cooked rice, 100 g of glucose, 1 g of KH_2PO_4 , 0.5 g of MgSO_4 , 0.1 g of ZnSO_4 , and 2.5 g of yeast extract. Kojic acid concentrations were quantified using UV-VIS spectrophotometry. The results demonstrated that the solid medium was the most efficient, yielding 22.19 g/L for *Aspergillus niger* and 18.35 g/L for the wild strain. Conversely, medium B exhibited the lowest detectable kojic acid production. In the homemade methods, although microorganism growth was observed, no kojic acid formation was detected, highlighting the impracticality of the technique without strict control conditions, such as asepsis, temperature, and pH regulation. In addition to the experiments, a video was produced for social media to raise public awareness about the dangers and limitations of home fermentation practices involving fungi. The video highlighted the absence of positive results in domestic experiments, reported the high levels of microbiological contamination observed, and emphasized the need for adequate infrastructure for the safe production of kojic acid. The results of this study demonstrate that kojic acid production depends on specific conditions, including pH control, temperature regulation, asepsis, and the use of appropriate culture media. These fermentation conditions are difficult and unlikely to be safely replicated in homemade practices.

Keywords: kojic acid; *Aspergillus*; scientific dissemination; fermentation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 3 Fórmula estrutural do ácido kójico	27
Figura 2 3 Inibição das atividades da tirosinase por AK.....	28
Figura 3 3 Teste qualitativo que indica a presença de ácido kójico após a adição de solução ácida de Fe^{3+}.....	29
Figura 4 3 Estruturas possíveis após a complexação da molécula de ácido kójico com íons Al^{3+}.....	30
Figura 5 3 Estrutura geral do fungo <i>Aspergillus</i>	33
Figura 6 3 Vias prováveis para a biossíntese do ácido kójico	35
Figura 7 3 Estrutura molecular do amido.....	38
Figura 8 3 Teste qualitativo para detecção do ácido kójico.....	43
Figura 9 3 Microrganismos presentes na fermentação caseira.....	44
Figura 10 3 Cepa selvagem isolada com características semelhantes ao fungo de gênero <i>Aspergillus</i>.....	44
Figura 11 3 Desenvolvimento das cepas em meio de cultivo sólido após 2 dias de inoculação, a uma temperatura de 28 °C em frascos de vidro de 200 mL	45
Figura 12 3 Mudança na coloração das soluções fermentadas em meio de cultivo submerso com as cepas de <i>Aspergillus</i> selvagem e <i>Aspergillus niger</i>	45
Figura 13 3 Mudança na coloração no meio de cultivo sólido utilizando as cepas de <i>Aspergillus</i> selvagem e <i>Aspergillus niger</i>	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 3 Composição dos meios de cultivo para 1 L de água destilada. 40

Tabela 2 3 Valores da curva de calibração. 46

Tabela 3 3 Leitura das medidas das amostras. 48

Tabela 4 3 Concentração de ácido kójico nas amostras 49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

abs	Absorbância
AK	Ácido kójico
AN	<i>Aspergillus niger</i>
m.o.	Microrganismo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	24
2	OBJETIVO.....	25
2.1	Objetivo geral.....	25
2.2	Objetivos específicos	25
3	REFERENCIAL TEÓRICO	26
3.1	Propagação Científica pela internet.....	26
3.1.1	PERIGO NO USO DE RECEITAS CASEIRAS	26
3.2	Ácido kójico	27
3.2.1	USOS E APLICAÇÕES DO ÁCIDO KÓJICO.....	28
3.2.2	QUANTIFICAÇÃO DO ÁCIDO KÓJICO A PARTIR DA COMPLEXAÇÃO POR ÍONS DE FERRO.....	29
3.3	Processos fermentativos	30
3.3.1	FERMENTAÇÃO SUBMERSA	31
3.3.2	FERMENTAÇÃO SÓLIDA	32
3.4	Fungos do gênero <i>Aspergillus</i>	32
3.4.1	PRODUÇÃO DE ÁCIDO KÓJICO A PARTIR DE FUNGOS DO GÊNERO <i>ASPERGILLUS</i>	33
3.4.2	CONDIÇÕES IDEAIS PARA A PRODUÇÃO DE ÁCIDO KÓJICO UTILIZANDO FUNGOS DO GÊNERO <i>ASPERGILLUS</i>	36
3.4.3	NUTRIENTES ESSENCIAIS PARA O CULTIVO DE <i>ASPERGILLUS</i>: FONTES DE CARBONO, NITROGÊNIO, VITAMINAS E MINERAIS	36
3.5	Arroz como Substrato para Fermentação: Composição e Aplicações Biotecnológicas	37
4	METODOLOGIA.....	38
4.1	Protocolo de Fermentação de Arroz Baseado em Conteúdos Digitais 38	
4.2	Isolamento de cepa selvagem de <i>Aspergillus</i>	39
4.3	Cepa fúngica utilizada para a fermentação submersa e sólida	39
4.3.1	FERMENTAÇÃO SUBMERSA DE <i>ASPERGILLUS</i> COM SUBSTRATO DE ARROZ.....	40
4.3.2	FERMENTAÇÃO SÓLIDA DE <i>ASPERGILLUS</i> COM SUBSTRATO DE ARROZ	41
4.4	Construção da curva de calibração para dosagem do ácido kójico	41
4.4.1	PREPARAR DA SOLUÇÃO PADRÃO DE ALUMÍNIO (III)	41
4.4.2	PREPARO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO	41

4.4.3	PREPARO E DILUIÇÃO DAS AMOSTRAS.....	42
4.5	Divulgação Científica: Vídeo Informativo sobre os Riscos da Fermentação Caseira	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS.....	52
	APÊNDICE A - Vídeo referente à produção caseira de ácido kójico	60

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento das redes sociais, conteúdos científicos vêm ganhando espaço na internet, tanto por profissionais qualificados quanto por influenciadores sem formação na área. Entre esses vídeos, destacam-se aqueles que apresentam tutoriais sobre a produção de substâncias químicas em casa, como o ácido kójico. Essas apresentações, muitas vezes são mostradas de forma simplificada e sem considerar os riscos envolvidos. Embora a democratização do acesso à ciência seja positiva, a disseminação de informações incompletas ou incorretas pode levar a práticas perigosas.

O ácido kójico é um composto bioativo produzido por fungos do gênero *Aspergillus* durante a fermentação de substratos como o arroz. Ele é amplamente utilizado na indústria cosmética por suas propriedades clareadoras de pele e antioxidantes o que traz destaque ao composto. No entanto, sua produção segura exige controle rigoroso de condições como temperatura, pH e assepsia, algo difícil de alcançar em práticas caseiras. A ausência desse controle pode resultar na contaminação com outros microrganismos prejudiciais à saúde ou na produção de compostos tóxicos.

Diante desse cenário, este trabalho busca investigar a produção de ácido kójico por fermentação caseira seguindo tutoriais de vídeos encontrados na internet comparando-se aos métodos de fermentação laboratorial utilizando fungos do gênero *Aspergillus* em condições controladas. Além disso, o trabalho se propõe a desmistificar informações inadequadas amplamente compartilhadas nas redes sociais, promovendo o uso responsável e seguro de tecnologias científicas na produção de ácido kójico.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Quantificar a concentração de ácido kójico produzido a partir da fermentação do arroz utilizando diferentes meios de cultivo (fermentação sólida e submersa), avaliando o impacto de distintas cepas de *Aspergillus* e comparando-se métodos caseiros com métodos laboratoriais.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar a fermentação de arroz, utilizando tutoriais da internet e métodos empregados em laboratórios de microbiologia.
- Isolar uma cepa com características semelhantes de *Aspergillus* capaz de produzir quantidades satisfatórias do metabólito de interesse.
- Realizar a fermentação sólida e submersa a partir de cepas de *Aspergillus niger* e cepa selvagem isolada com características semelhantes aos fungos do gênero *Aspergillus* utilizando o arroz branco cozido como substrato principal.
- Dosar a concentração de ácido kójico por meio do método de Espectrofotometria UV-VIS.
- Produzir um conteúdo explicativo por meio de vídeo, em redes sociais para a conscientização do público em relação ao uso de receitas caseiras.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Propagação Científica pela internet

Atualmente, a internet tem um papel fundamental na disseminação da ciência (DACOS e MOUNIER, 2009), já que facilita o acesso à informação e permite uma colaboração mais ágil entre pesquisadores (PALETTA, 2023). Além disso, plataformas digitais, com apresentações de vídeos e divulgação em redes sociais, ajudam a simplificar conceitos complexos, usando uma linguagem mais acessível, o que aumenta o interesse do público pela ciência (SALMANTON-GARCÍA *et al.*, 2023) (ZAKHLEBIN e HORVAT, 2020).

Apesar dos benefícios mencionados, a facilidade de acesso às redes também traz aspectos negativos, como a proliferação de desinformação, impulsionada pela disseminação de informações imprecisas sobre temas científicos (WARIN, 2024); o efeito bolha, que restringe o usuário a conteúdos que reforçam suas crenças prévias (BAGNOLI, 2021); e o charlatanismo, frequentemente propagado por supostos "especialistas" sem qualificação, que divulgam propagandas enganosas (SILFIA e IRWANYAH, 2022).

A confiança na opinião de blogueiros e influenciadores é capaz de moldar o comportamento do consumidor (MORTEO, 2017), o que pode levar os mesmos a hábitos perigosos, entre eles, alegações enganosas sobre o uso de receitas caseiras, tais como, óleo de coco como protetor solar o que pode causar queimaduras na pele (KANELLIS, 2020) ou fórmula infantil caseira usando água de coco, sementes de cânhamo, tâmaras, musgo marinho e água alcalina, que foi popularizada em várias plataformas, porém causou episódios críticos em pacientes bebês (VIEIRA *et al.*, 2021).

3.1.1 PERIGO NO USO DE RECEITAS CASEIRAS

Recentemente tem sido incentivado por criadores de conteúdo digital, o uso da água de arroz fermentada para tratamento da pele ou cabelos, pois os mesmos alegam conter diversos nutrientes, dentre eles, o ácido kójico, um clareador natural da pele.

Apesar de estudos que comprovem os benefícios do uso da água fermentada de arroz, como o aumento de nutrientes presentes (ARAVIND *et al.*, 2024),

melhoramento da saúde intestinal (PANDEY e VIDYA, 2023) e efeito antioxidante e anti-inflamatório para a pele (JA *et al.*, 2020), existem perigos iminentes na fermentação caseira que muitos *influencers* podem não comunicar ao seu público.

Realizar uma fermentação em casa sem as devidas orientações pode causar uma contaminação microbiana (AJLOUNI, 2021) ou resultar na produção de substâncias tóxicas que podem se acumular pelo preparo inadequado, no momento do processo fermentativo (WELNA *et al.*, 2023).

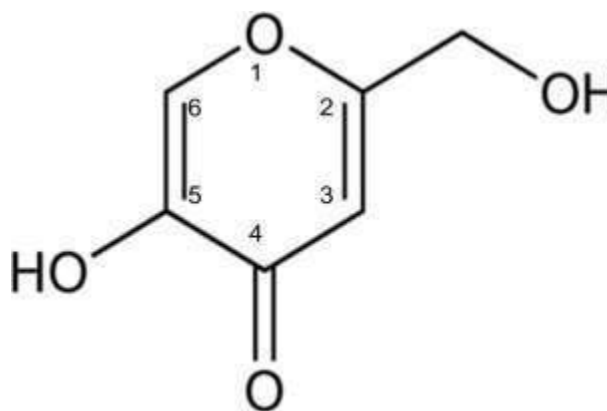
Além disso, não há garantia de que a fermentação natural do arroz resulte na produção de ácido kójico. A presença desse composto indica a existência de fungos dos gêneros *Aspergillus* (MOHAMED *et al.*, 2024) e *Penicillium* (CHEN *et al.*, 2023), algumas de suas espécies sendo patogênicas e capazes de causar desde infecções graves (EGBUTA *et al.*, 2017) até reações alérgicas (LINARES *et al.*, 2023).

3.2 Ácido kójico

Ácido kójico é um ácido orgânico e um metabólito secundário proveniente principalmente da fermentação aeróbica das cepas do gênero *Aspergillus* (SOUJANYA *et al.*, 2022). O nome científico desse ácido é: ácido 5-hidroxi-2-hidroximetil-4-pirona e possui fórmula e peso molecular $C_6H_6O_4$ e $142,11 \text{ g mol}^{-1}$, respectivamente (RAKU e TOKIWA, 2003).

A molécula de ácido kójico (Figura 1) apresenta em sua estrutura central um anel pirano, um grupo cetona ($C=O$) na posição 4, um grupo hidroxila ($-OH$) ligado ao carbono 3, e um grupo hidroximetil ($-CH_2OH$) na posição 2.

Figura 1 3 Fórmula estrutural do ácido kójico



Fonte: THE MERCK INDEX (2024).

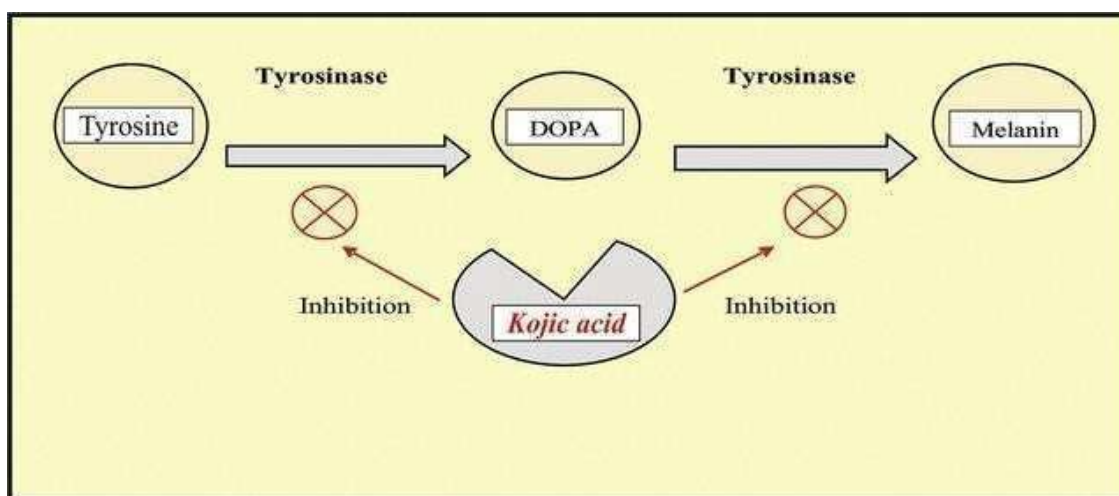
Essas estruturas permitem que o ácido kójico sofra diversas reações químicas como adição, oxidação e redução, devido à presença de oxigênio e a possibilidade da abertura de anel (SARAEI *et al.*, 2017). Além disso, a molécula possui diversos sítios ativos que podem formar uma variedade de compostos, dentre eles, quelatos metálicos e éteres (ANNAN *et al.*, 2019). O ácido kójico é solúvel em água, metanol, acetona e moderadamente solúvel em clorofórmio e éter (CHILB, *et al.*, 2023).

3.2.1 USOS E APLICAÇÕES DO ÁCIDO KÓJICO

O ácido kójico exibe atividade antibacteriana contra patógenos como *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (Mahmoud *et al.*, 2024). Também têm demonstrado efeitos citotóxicos contra linhagens de células cancerígenas do tipo HepG2 (câncer derivado de células do fígado) (EL-METWALLY *et al.*, 2020) e do tipo A375 (câncer de pele) (KARAKAYA *et al.*, 2019) causando estresse oxidativo e morte celular programada em células cancerígenas sem prejudicar células saudáveis (ÖNCÜL *et al.*, 2019).

O ácido kójico (AK) é utilizado em cosméticos por sua capacidade de inibir a tirosinase - enzima que catalisa a pigmentação da pele - reduzindo o escurecimento pós trauma (DÉVI *et al.*, 2023). O AK compete com o substrato natural DOPA, um aminoácido que atua como intermediário na produção de melanina (Figura 2) pelo sítio ativo da tirosinase, estabilizando o complexo (NAJAFI *et al.*, 2024).

Figura 2 3 Inibição das atividades da tirosinase por AK.



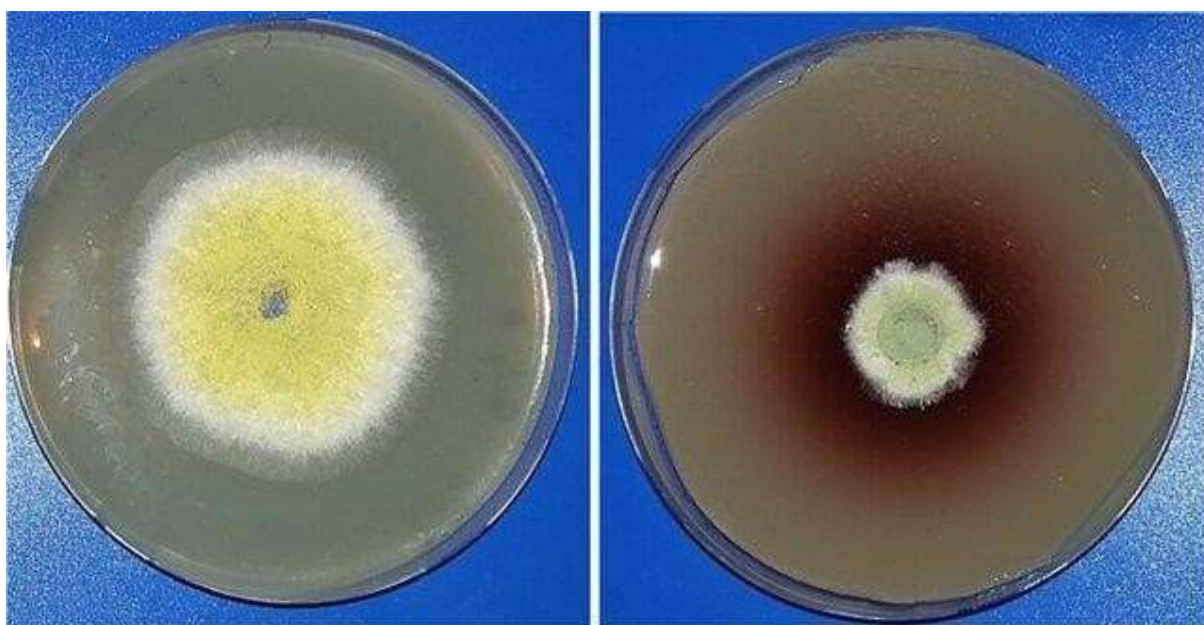
Fonte: ESLMIFAR, *et al.* (2019).

Na agricultura, o ácido kójico foi identificado como um componente eficaz no controle do crescimento de larvas e ovos de nematoides (CHEOL *et al.*, 2017), promovendo o aumento na produção e qualidade de safras (SHEN *et al.*, 2009).

3.2.2 QUANTIFICAÇÃO DO ÁCIDO KÓJICO A PARTIR DA COMPLEXAÇÃO POR ÍONS DE FERRO

O ácido kójico forma complexos com íons metálicos, dentre eles, os íons de Al^{3+} e Fe^{3+} que forma complexos de coloração avermelhada (Figura 3). Esses complexos apresentam propriedades espectrais distintas, com deslocamento para comprimentos de onda maiores em comparação ao ácido kójico livre. Enquanto o ácido kójico exibe absorção máxima em $\lambda = 269 \text{ nm}$, seu complexo aquoso com Al^{3+} apresenta absorção máxima em $\lambda = 305 \text{ nm}$ e o complexo com Fe^{3+} absorção máxima em $\lambda = 494 \text{ nm}$ (PIANTAVINI *et al.*, 2017) (CALAÇA *et al.*, 2011). Essa complexação permite a utilização do método espectrofotométrico UV-VIS para a quantificação do ácido kójico de forma precisa e eficiente.

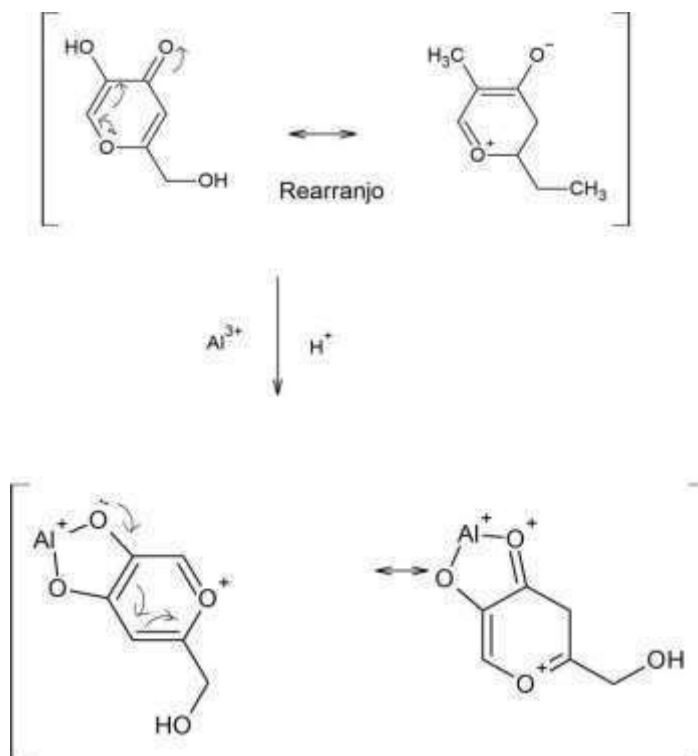
Figura 3 3 Teste qualitativo que indica a presença de ácido kójico após a adição de solução ácida de Fe^{3+} .



Fonte: CHILB *et al.* (2023).

A reação de complexação do AK com íons de Al^{3+} encontra-se na Figura 4.4.

Figura 4.3 Estruturas possíveis após a complexação da molécula de ácido kójico com íons Al^{3+} .



Fonte: PIANTAVINI (2010).

3.3 Processos fermentativos

A fermentação é um processo bioquímico no qual microrganismos transformam substratos orgânicos em produtos de alto valor agregado, amplamente utilizados em diversas indústrias, como álcoois, ácidos orgânicos e gases (DAMASO, 2021). Dentre os tipos de fermentação conhecidos, destacam-se: (1) a fermentação homolática, que converte açúcares em ácido láctico, sendo realizada principalmente por espécies do gênero *Lactobacillus* e amplamente empregada na produção de iogurte (AKILA, 2024); e (2) a fermentação alcoólica, que transforma açúcares em etanol e dióxido de carbono, conduzida principalmente pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, sendo essencial para a produção de vinhos e cervejas (SHAHARAJABIAN e SUN, 2023).

O processo de fermentação pode ocorrer de duas formas principais: fermentação submersa (FS), em que os microrganismos atuam em um meio líquido, ou fermentação em estado sólido (FES), na qual o processo ocorre em um substrato sólido com umidade controlada. Ambas as abordagens apresentam vantagens e aplicações específicas, dependendo do produto desejado e das condições do processo.

3.3.1 FERMENTAÇÃO SUBMERSA

A fermentação submersa é um processo biotecnológico no qual microrganismos crescem em um meio líquido, onde os nutrientes estão dissolvidos na solução (NAZIR *et al.*, 2024). O processo se inicia com a preparação do meio de cultivo, contendo substratos adequados, seguida da esterilização de todo o equipamento utilizado na fermentação (LOPES *et al.*, 2024). Em seguida, ocorre a inoculação dos microrganismos desejados (SHUANGFENG *et al.*, 2019), dando início à fase de fermentação, durante a qual parâmetros físicos são rigorosamente controlados. Por fim, o material resultante é colhido e processado para sua aplicação final (KUN *et al.*, 2015).

Esse método apresenta diversas vantagens, pois permite a otimização de condições ambientais essenciais, como temperatura, pH, oxigenação e agitação (SHANMYGAM *et al.*, 2022), resultando no aumento da produtividade de compostos de interesse, incluindo bioativos (KE e LEE, 2019), enzimas (LINFENG *et al.*, 2015) e alimentos fermentados (RAMIRES *et al.*, 2022), entre outros.

Além disso, resíduos alimentares são amplamente utilizados como substratos na fermentação submersa devido à sua composição rica em nutrientes e à sua alta disponibilidade, uma vez que são frequentemente descartados (ZHANG *et al.*, 2023; KUMAR *et al.*, 2018).

3.3.2 FERMENTAÇÃO SÓLIDA

A fermentação sólida (FS) ou fermentação em estado sólido (FES) é um bioprocesso no qual microrganismos crescem em substratos sólidos úmidos, na ausência de fluxo livre de água (Zarnegar, 2022). As principais etapas da fermentação sólida incluem: preparo e esterilização do substrato e do recipiente, inoculação do meio com o microrganismo de interesse, fermentação sob condições controladas e, finalmente, colheita do produto (NINNA e SILAS, 2021).

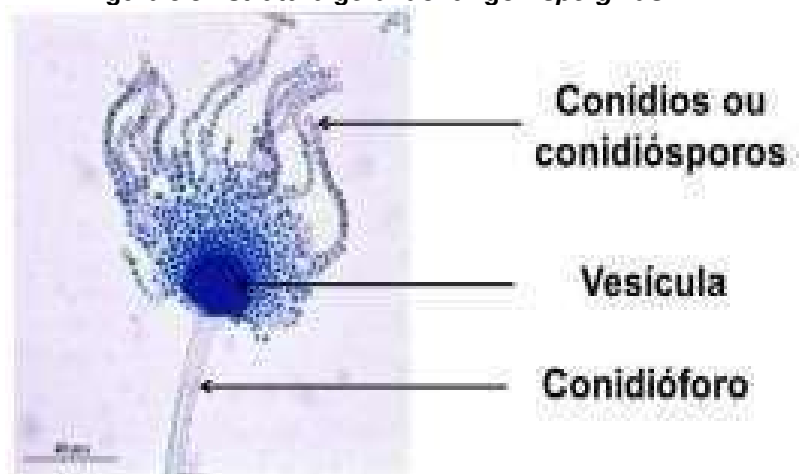
Como substratos, são comumente utilizados resíduos agroindustriais, como casca de arroz (GUIMARÃES *et al.*, 2024), farelo de trigo (PB *et al.*, 2023), bagaço de uva (SILLER-SÁNCHEZ *et al.*, 2024), entre outros. Além de sua aplicação na produção de compostos de interesse, a FES também é empregada no tratamento de resíduos, promovendo a decomposição de matéria orgânica complexa em compostos mais simples e aumentando sua biodegradabilidade (CHAKRABORTY *et al.*, 2020). Essa abordagem é vantajosa tanto do ponto de vista ambiental, ao reduzir resíduos, quanto econômico, ao agregar valor aos subprodutos da agroindústria.

Os produtos resultantes da fermentação sólida são diversificados e incluem, por exemplo, a fermentação do germe de trigo com *Rhizopus oryzae*, que promove a formação de compostos fenólicos e flavonoides (HUANG *et al.*, 2024), além do enriquecimento de produtos à base de soja com isoflavonas por meio da ação de *Lactobacillus rhamnosus*, melhorando seu valor nutricional (DEZA *et al.*, 2019). Outros exemplos incluem a produção de aromatizantes naturais (LINDSAY *et al.*, 2022), entre diversos outros produtos de interesse biotecnológico.

3.4 Fungos do gênero *Aspergillus*

Aspergillus é um gênero de fungos filamentosos que se reproduzem por esporos assexuados, conhecidos como conídios (PARACHIN *et al.*, 2011). Sua capacidade de formar esporos facilita tanto a preservação quanto a inoculação, além de permitir sua sobrevivência em uma ampla variedade de condições ambientais (GÓMEZ *et al.*, 2016). A estrutura desse fungo pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 3 Estrutura geral do fungo *Aspergillus*.



Fonte: CAVACO (2015).

O gênero *Aspergillus* é um dos mais estudados dentro da micologia, devido à sua ampla aplicabilidade industrial, potencial biotecnológico e impacto na saúde pública. Enquanto algumas espécies são fundamentais para a produção de alimentos, enzimas (LÓPEZ-GÓMEZ e PÉREZ-RIVEIRO, 2019) e metabólitos de interesse comercial, como o ácido kójico (FELIPE *et al.*, 2023), outras representam riscos significativos devido à produção de toxinas e ao potencial patogênico como *Aspergillus flavus* e *Aspergillus formigatus* (SPAGNOLO, 2025) Dessa forma, compreender os mecanismos fisiológicos e genéticos desse grupo fúngico é essencial para maximizar seus benefícios e minimizar seus riscos, promovendo sua utilização segura e sustentável em diferentes áreas do conhecimento (DU e WEBB, 2011).

3.4.1 PRODUÇÃO DE ÁCIDO KÓJICO A PARTIR DE FUNGOS DO GÊNERO *ASPERGILLUS*

O ácido kójico (AK) é um metabólito secundário produzido principalmente por fungos do gênero *Aspergillus* (RODRIGUES, 2016). Sua biossíntese a partir da glicose ocorre por meio de três vias distintas (MUKHERJEE *et al.*, 2024), conforme ilustrado na Figura 6.

A primeira via (via principal) envolve as reações (1), (2.2) e (3.2). Inicialmente, a glicose sofre uma desidrogenação catalisada pela enzima glicose desidrogenase, formando ácido glucônico- α -lactona (1). Em seguida, o ácido glucônico- α -lactona passa por oxidações e rearranjos estruturais (2.2), resultando em ácido oxikójico. Por

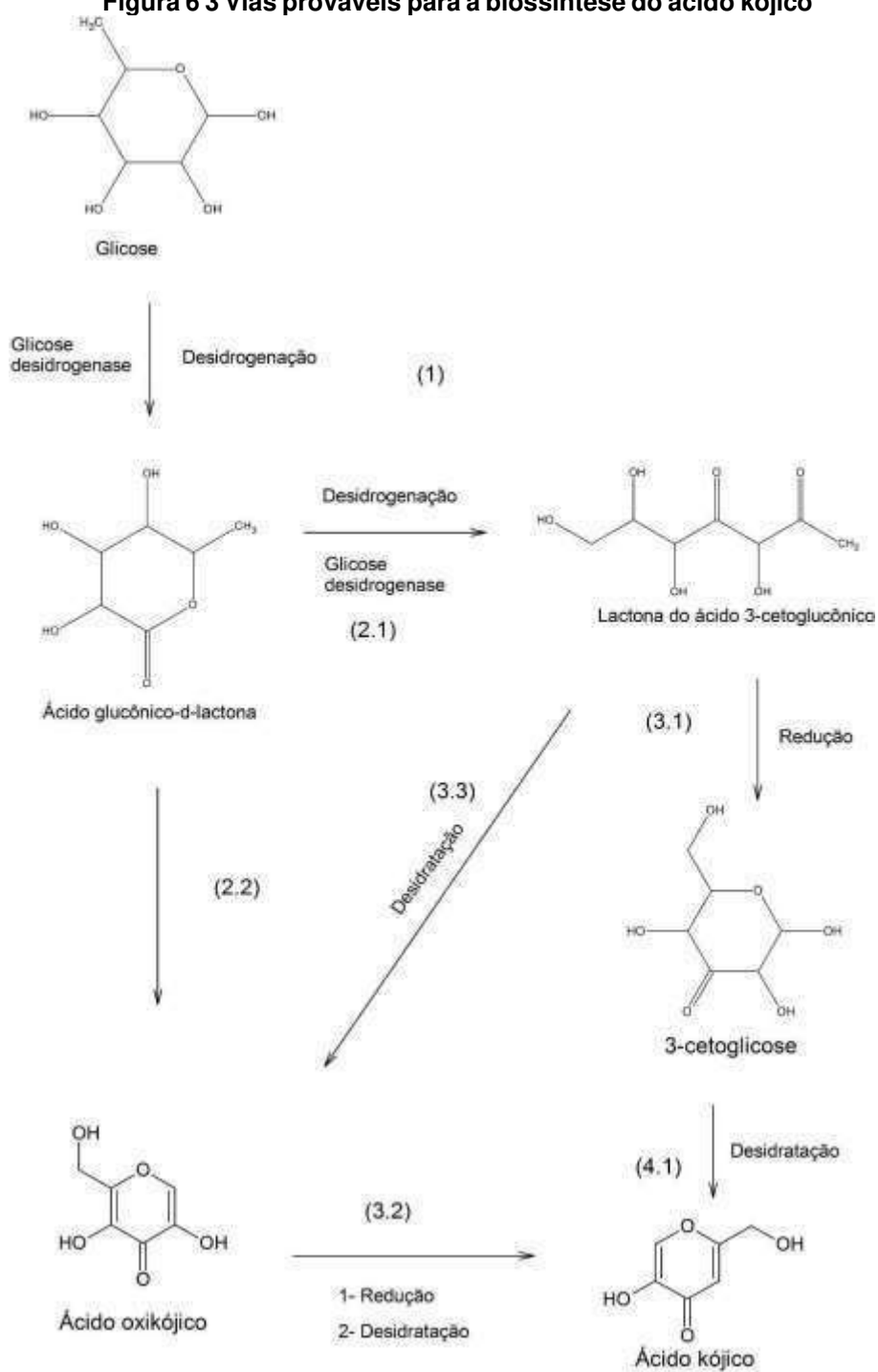
fim, o ácido oxikójico é submetido a redução e desidratação (3.2), culminando na formação do ácido kójico.

A segunda via (via alternativa) compreende as reações (1), (2.1), (3.1) e (4.1). Após a formação do ácido glucônico- α -lactona (1), este sofre uma desidrogenação mediada pela enzima glicose desidrogenase (2.1), gerando a lactona do ácido 3-cetoglucônico. Em seguida, a lactona é reduzida (3.1), formando 3-cetoglicolise, que sofre desidratação (4.1), resultando na produção de ácido kójico.

A terceira via (também alternativa) envolve as reações (1), (2.1), (3.3) e (3.2). Nessa via, a lactona do ácido 3-cetoglucônico, formada a partir do ácido glucônico- α -lactona (1 e 2.1), sofre desidratação (3.3), convertendo-se em ácido oxikójico. Posteriormente, o ácido oxikójico é submetido a redução e desidratação (3.2), produzindo ácido kójico.

Todas as vias metabólicas descritas têm em comum a formação do ácido glucônico- α -lactona como intermediário essencial na biossíntese do ácido kójico.

Figura 6 3 Vias prováveis para a biossíntese do ácido kójico



Fonte: Adaptado de SINGH *et al.* (2022).

3.4.2 CONDIÇÕES IDEAIS PARA A PRODUÇÃO DE ÁCIDO KÓJICO UTILIZANDO FUNGOS DO GÊNERO *ASPERGILLUS*

As condições ideais para a produção de ácido kójico envolvem parâmetros físico-químicos específicos, como pH, temperatura e tempo de fermentação, os quais variam conforme a cepa de *Aspergillus* utilizada. Cada cepa apresenta requisitos distintos para maximizar a síntese do metabólito, destacando a importância de otimizar essas variáveis para obter maior eficiência no processo fermentativo.

De modo geral, o pH inicial ideal para a produção de ácido kójico varia entre 3,5 e 4,5, dependendo da espécie utilizada. A temperatura em torno de 30°C costuma ser favorável tanto para o crescimento quanto para a produção do metabólito (BADAR *et al.*, 2021). Já o tempo de fermentação pode oscilar entre 8 e 20 dias (CHIB *et al.*, 2019).

As variações nesses parâmetros físico-químicos e na duração do processo ressaltam a importância da otimização personalizada para cada cepa e condição específica.

3.4.3 NUTRIENTES ESSENCIAIS PARA O CULTIVO DE *ASPERGILLUS*: FONTES DE CARBONO, NITROGÊNIO, VITAMINAS E MINERAIS

Para um cultivo eficaz de espécies de *Aspergillus*, é fundamental fornecer uma variedade de nutrientes essenciais, incluindo fontes de carbono, macronutrientes, micronutrientes, vitaminas e minerais.

As fontes de carbono mais comuns incluem açúcares como sacarose e extrato de malte, que desempenham um papel crucial na produção de energia (KHUDER e NIZAMI, 2024).

O nitrogênio é essencial para a síntese de proteínas, contribuindo para o crescimento e a atividade antioxidante das espécies de *Aspergillus*. Dentre as fontes mais eficazes de nitrogênio estão a ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$), o sulfato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) (PB. e NAIK, 2021) e o extrato de levedura (QUITERIO-GUITÉRREZ *et al.*, 2023).

O cultivo de *Aspergillus* requer uma variedade de vitaminas e minerais (micronutrientes). As vitaminas do complexo B, por exemplo, atuam como auxiliares no crescimento do fungo (FRIES, 1943). Além disso, minerais como zinco (Zn) (PEREZ-CUESTA *et al.*, 2021), manganês (Mn) e cobre (Cu) desempenham um papel essencial na ativação de enzimas envolvidas em processos metabólicos (MITRA *et al.*, 2013).

Meios nutritivos, como caldo de dextrose de batata e ágar de suco de tomate, fornecem vitaminas e minerais essenciais para o crescimento dos fungos, eliminando a necessidade do uso de antibióticos inibidores de bactérias (AIGBOGUN *et al.*, 2018). No entanto, a escolha das vitaminas deve ser criteriosa, pois algumas podem inibir o crescimento de *Aspergillus*, como as vitaminas A, C e E (HANNA *et al.*, 2013) e a vitamina D (DAI *et al.*, 2018). Além disso, altas concentrações de vitaminas e minerais podem ter um efeito inibitório semelhante (DANA *et al.*, 2018).

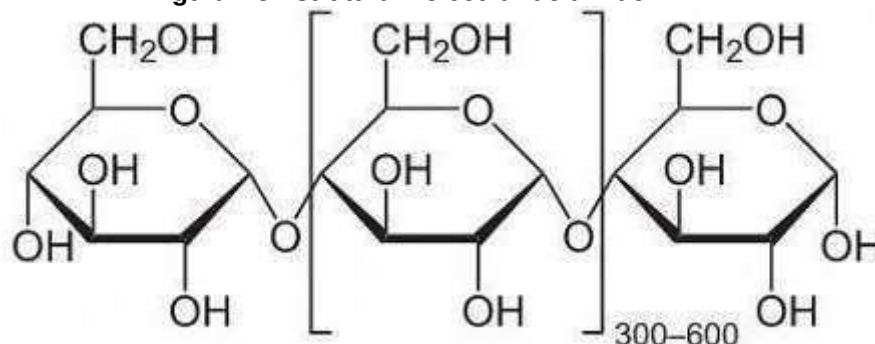
Alternativamente, resíduos agrícolas podem ser utilizados como meio de crescimento para fungos, pois são fontes ricas em proteínas e açúcares, promovendo um ambiente favorável ao desenvolvimento de *Aspergillus* (KHUDER e NIZAMI, 2024).

3.5 Arroz como Substrato para Fermentação: Composição e Aplicações Biotecnológicas

O arroz é um dos cereais mais consumidos no mundo e tem sua origem no continente asiático. Quando fermentado, torna-se uma matéria-prima versátil para diversas produções, incluindo bebidas alcoólicas, como saquês e vinhos (KOAY *et al.*, 2022), vinagres (PAZUCH *et al.*, 2020), koji (um tipo de fermento amplamente utilizado na culinária japonesa) (XIN, 2018) e alguns tipos de molho de soja (JIANGLAN *et al.*, 2017).

Rico em amido (RAVIKUMAR e THOMAS, 2023), um polissacarídeo complexo composto por longas cadeias de glicose (Figura 7), o arroz também contém proteínas (WANASUDARA *et al.*, 2023), lipídios, fibras e minerais (SIVAMARUTHI *et al.*, 2023). Essa composição nutritiva faz dele um excelente substrato para processos fermentativos, sendo adequado tanto para fermentação sólida (ANIMASHAHUM *et al.*, 2024) quanto para fermentação submersa (CHEIRSILP *et al.*, 2023).

Figura 7 3 Estrutura molecular do amido.



Fonte: NEUROtiker (2007).

Para aumentar a eficiência da fermentação do arroz, alguns tratamentos prévios são essenciais. A lavagem do arroz ajuda a remover impurezas, como sujeira, poeira e possíveis contaminantes (JUNPING, 2015). O cozimento, além de aumentar a disponibilidade de nutrientes (RAJENDRAN e RAMESH, 2024), promove a permeabilização dos grãos, facilitando o acesso aos minerais presentes (SIVAKUMAR, 2024).

4 METODOLOGIA

4.1 Protocolo de Fermentação de Arroz Baseado em Conteúdos Digitais

Foi realizado um levantamento de vídeos disponíveis em plataformas digitais, como YouTube e Instagram. Com base nas informações coletadas, foi elaborado um protocolo seguindo as etapas descritas nos vídeos mais visualizados.

Para o processo, aproximadamente 300 mL de água mineral foram fervidas e resfriadas antes de serem transferidos para um recipiente de vidro. Em seguida, foram adicionadas cinco colheres de arroz branco. A solução foi coberta com um pano e deixada para fermentar por 48 horas. Após esse período, o recipiente foi vedado e armazenado sob refrigeração.

4.2 Isolamento de cepa selvagem de *Aspergillus*

Para o isolamento de uma cepa selvagem de *Aspergillus*, 25 g de arroz branco cozido e previamente exposto ao ambiente foram adicionados a 225 mL de solução salina (0,9% p/v). A mistura foi submetida à centrifugação por 30 minutos a 120 rpm (centrífuga Novatecnica, lote NT 820), resultando em uma suspensão de 0,1 g mL⁻¹, que foi posteriormente diluída nas concentrações de 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴ e 10⁻⁵ g mL⁻¹.

De cada uma das diluições, uma alíquota de 100 µL foi retirada e estriada, com o auxílio de uma alça bacteriológica, em placas de Petri contendo meio ágar batata dextrose (BDA). As placas foram incubadas a 28°C por aproximadamente quatro dias em uma estufa bacteriológica (Novatecnica, lote NT 523).

Após o período de incubação, colônias com características morfológicas típicas do gênero *Aspergillus* foram selecionadas, isoladas e transferidas para novas placas de Petri contendo meio BDA. Essas placas foram novamente incubadas a 28°C por aproximadamente quatro dias, sob as mesmas condições descritas anteriormente.

4.3 Cepa fúngica utilizada para a fermentação submersa e sólida

Para dar início às etapas de fermentação, tanto submersa quanto sólida, foram utilizadas duas cepas distintas do gênero *Aspergillus*: uma cepa de *Aspergillus niger*, doada pelo Centro Universitário de Pato Branco (UNIDEP), e a cepa selvagem previamente isolada.

4.3.1 FERMENTAÇÃO SUBMERSA DE *ASPERGILLUS* COM SUBSTRATO DE ARROZ

A fermentação submersa foi realizada utilizando três meios de cultivo distintos, conforme descrito na Tabela 1. O Meio B foi formulado com base em uma adaptação do meio mínimo de Vogel, visando à simplificação da composição do meio de cultivo. Todas as preparações dos meios de cultivo foram realizadas em volume final de 1 L de água destilada esterilizada em autoclave.

Tabela 1 3 Composição dos meios de cultivo utilizados na fermentação

Meio A	Meio B	Meio C
		20 g de arroz
20 g de arroz	100 g de glicose	100 g de glicose
	1 g KH_2PO_4	1 g KH_2PO_4
	0,5 g MgSO_4	0,5 g MgSO_4
	0,1 g ZnSO_4	0,1 g ZnSO_4
	2,5 g de extrato de levedura	2,5 g de extrato de levedura

Fonte: de autoria própria (2024).

Ao final de cada preparo, o pH do meio foi ajustado para aproximadamente 4,5. Para isso, foi utilizada uma solução de NaOH 0,5 M nos casos em que o pH estava abaixo do valor desejado e uma solução de HCl 0,5 M quando o pH estava acima do esperado. Em seguida, os meios foram autoclavados para esterilização.

Para cada cepa fúngica, foram preparados quatro meios de cultivo de cada formulação (quadruplicata), utilizando Erlenmeyers contendo 200 mL da solução. Em cada frasco, foram adicionados seis fragmentos de inóculo obtidos a partir do cultivo em placas de Petri.

Os Erlenmeyers foram tampados com tecido não tecido (TNT), papel kraft e fixados com elástico. Posteriormente, foram submetidos à agitação a 120 rpm, a 28°C, por um período de 10 dias. Durante todo o processo, o pH foi monitorado continuamente.

4.3.2 FERMENTAÇÃO SÓLIDA DE *ASPERGILLUS* COM SUBSTRATO DE ARROZ

A fermentação sólida foi conduzida em recipientes de vidro, cobertos com TNT, papel kraft e fixados com elástico. Como substrato, foram utilizados aproximadamente 10 g de arroz cozido, previamente autoclavado, com adição de água destilada até a completa umidificação dos grãos de arroz.

Foram preparados quatro recipientes para cada microrganismo: *Aspergillus niger* e a cepa selvagem. Em cada recipiente, foi adicionado um fragmento de inóculo.

Os frascos foram incubados em estufa bacteriológica a 28°C por aproximadamente 10 dias. Sempre que necessário, a umidade foi mantida por meio da borrifação de água.

4.4 Construção da curva de calibração para dosagem do ácido kójico

4.4.1 PREPARAR DA SOLUÇÃO PADRÃO DE ALUMÍNIO (III)

Para a quantificação do ácido kójico, foi preparada uma solução padrão de Fe^{3+} , utilizada como reagente para formar um complexo de coloração vermelha, permitindo a análise espectrofotométrica. A solução foi obtida dissolvendo 1 g de FeCl_3 em 100 mL de uma solução 1 M de ácido clorídrico.

4.4.2 PREPARO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO

Seguindo a metodologia descrita por PIANTAVINI (2010), foi utilizado um padrão de ácido kójico de pureza PA, obtido na Farmácia Alternativa, para a preparação de uma solução padrão de 2000 $\mu\text{g/mL}$.

A partir dessa solução, foram preparadas soluções de diferentes concentrações (5, 10, 15, 20 e 25 $\mu\text{g/mL}$), com a adição de 1,5 mL da solução padrão de Fe^{3+} . Para a solução branco, foram utilizados 10 mL da solução padrão de Fe^{3+} em 25 mL de água destilada 0,4% (v/v).

As análises espectrofotométricas foram realizadas em um espectrofotômetro UV-Vis, com medições no comprimento de onda de 494 nm.

4.4.3 PREPARO E DILUIÇÃO DAS AMOSTRAS

Após o período de fermentação, foram realizados os procedimentos para a extração e quantificação do metabólito. Nos fermentados submersos, foram adicionados 80 mL da solução padrão de Fe^{3+} , seguidos de filtração para a separação do sobrenadante. No caso da fermentação sólida, foram adicionados 100 mL de água destilada e 40 mL da solução padrão de Fe^{3+} , com posterior agitação para solubilização do metabólito presente na matriz sólida. Em seguida, a solução foi filtrada para a obtenção do extrato.

Para garantir que as leituras espectrofotométricas permanecessem dentro da faixa linear do instrumento, as amostras foram submetidas a diluições sucessivas. Inicialmente, uma alíquota de 10 mL foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, completando-se o volume com água destilada até o menisco. A partir dessa solução, foram retirados 1 mL e transferidos para um balão de 10 mL, sendo novamente completado o volume com água destilada. Em seguida, 1 mL dessa solução foi diluído em outro balão de 10 mL, resultando em um fator de diluição de 1000. Por fim, as leituras espectrofotométricas foram realizadas no comprimento de onda de 494 nm, utilizando um espectrofotômetro UV-Vis.

4.5 Divulgação Científica: Vídeo Informativo sobre os Riscos da Fermentação Caseira

Foi produzido um vídeo para a plataforma Instagram com o objetivo de conscientizar o público sobre os riscos associados à fermentação caseira. O conteúdo foi elaborado com base nos resultados obtidos dessa pesquisa e na revisão bibliográfica, utilizando uma linguagem acessível e explicações simplificadas para facilitar a compreensão do tema.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a fermentação, foi realizado um teste qualitativo para verificar a presença de ácido kójico. O teste está representado na Figura 8, na qual o tubo de ensaio à direita contém a solução ácida de Fe^{3+} , enquanto o tubo à esquerda contém a amostra da solução teste. A turbidez observada na solução teste indica um resultado negativo para a presença de ácido kójico, sugerindo a ausência do composto.

Após o teste qualitativo, foi realizada a leitura no espectrofotômetro UV-Vis, que confirmou a não detecção do ácido kójico na amostra analisada.

Figura 8 3 Teste qualitativo para detecção do ácido kójico



Fonte: de autoria própria (2024).

Além desses testes, foi realizado um cultivo em meio BDA, no qual 100 μL da solução de fermentação foram inoculados e incubados a 28°C por 48 horas, com o objetivo de identificar os microrganismos presentes no meio.

Na Figura 9, é possível observar a diversidade de colônias, evidenciada principalmente pelas variações de coloração.

Figura 9 3 Microrganismos presentes na fermentação caseira



Fonte: de autoria própria (2024).

Durante uma tentativa de fermentação caseira, observou-se uma contaminação significativa do substrato, sem a formação do composto de interesse. Embora sejam necessários testes mais precisos para identificar os microrganismos presentes no meio, esse resultado destaca os riscos envolvidos na realização de processos biotecnológicos fora de ambientes controlados, reforçando a importância de condições adequadas para a segurança e a eficiência da fermentação.

Paralelamente, dois cultivos sólidos também foram realizados: (1) uma cepa selvagem isolada foi transferida para outra placa contendo meio de cultivo (Figura 10)

Figura 10 3 Cepa selvagem isolada com características semelhantes ao fungo de gênero *Aspergillus*.



Fonte: de autoria própria (2024).

A segunda fermentação sólida foi realizada com uma cepa de *Aspergillus niger*. A Figura 11 mostra o desenvolvimento dos fungos no substrato de arroz cozido após 2 dias de inoculação a 28 °C.

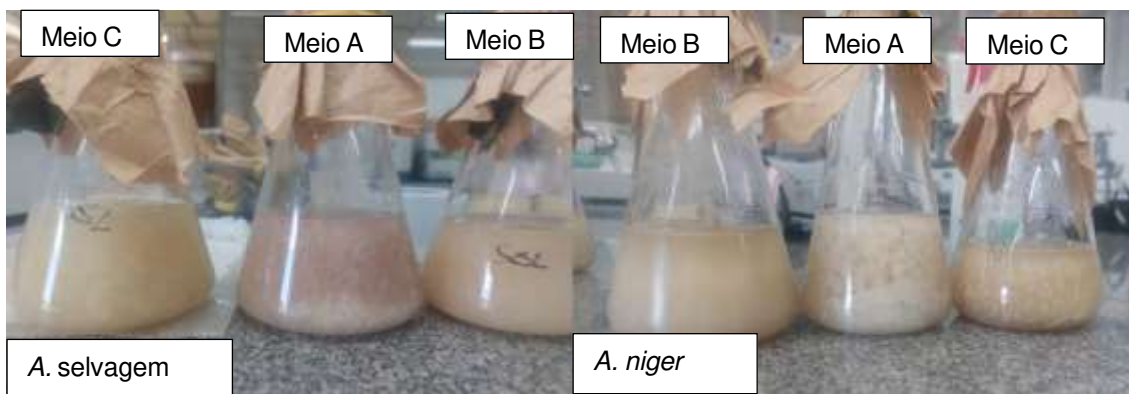
Figura 11 3 Desenvolvimento das cepas em meio de cultivo sólido após 2 dias de inoculação, a uma temperatura de 28 °C em frascos de vidro de 200 mL



Fonte: de autoria própria (2024).

As figuras 12 e 13 mostram a mudança na coloração do líquido fermentado ao adicionar o padrão de Fe^{3+} . É possível notar uma mudança de coloração mais sutil nos frascos de fermentação submersa, devido à turbidez da solução, enquanto a fermentação sólida a mudança na coloração é mais nítida.

Figura 12 3 Mudança na coloração das soluções fermentadas em meio de cultivo submerso com as cepas de *Aspergillus selvagem* e *Aspergillus niger*.



Fonte: de autoria própria (2024).

Figura 13 3 Mudança na coloração no meio de cultivo sólido utilizando as cepas de *Aspergillus* selvagem e *Aspergillus niger*.



Fonte: de autoria própria (2024).

As fermentações líquidas foram utilizadas para dosagem do ácido kójico por método espectrofotométrico. Os dados da curva de calibração obtidos a partir da leitura em espectrofotômetro UV-Vis na faixa de 309 nm encontram-se na Tabela 2.

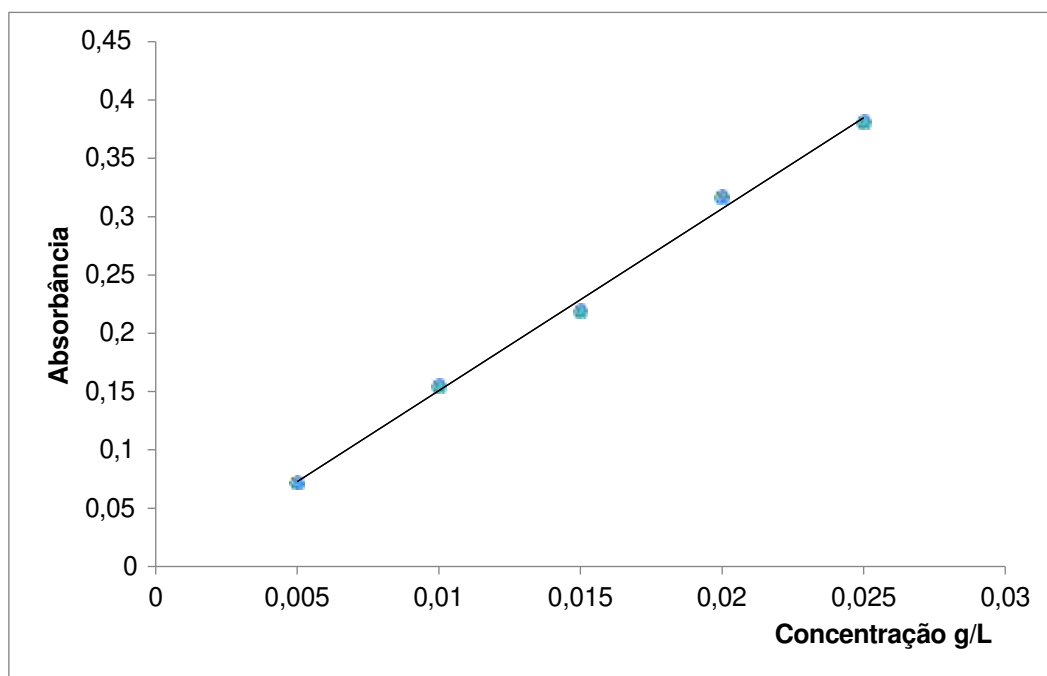
Tabela 2 3 Valores da absorbância da curva de calibração da solução do padrão de ácido kójico.

Concentração (µg/mL)	Absorbância
5	0,072
10	0,155
15	0,219
20	0,317
25	0,381

Fonte: de autoria própria (2024).

Os dados da absorbância da curva de calibração do cloreto férrico foram plotados em um gráfico, onde no eixo x encontram-se os valores das concentrações e no eixo y, os valores das absorbâncias. O modelo linear que correlaciona esses dois eixos, com o valor de coeficiente de correlação R^2 de 0,9962, é apresentado na equação 1.

$$y = 15,6 * x - 0,0052 \text{ (equação 1)}$$

Gráfico 1 3 Curva de calibração dos padrões de ácido kójico.

Fonte: de autoria própria (2024).

Os resultados das leituras do ácido kójico nas fermentações em espectrofotômetro UV-VIS encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 3 Leitura das medidas do ácido kójico nas amostras fermentadas

	Meio	Absorbância
<i>Aspergillus niger</i>	Sólido	0,341
	Meio A	0,275
	Meio B	0,004
	Meio C	0,225
Cepa selvagem	Sólido	0,281
	Meio A	0,229
	Meio B	0,172
	Meio C	0,232

Fonte: de autoria própria (2024).

Utilizando-se das leituras realizadas e da equação da reta, foi possível determinar a concentração de ácido kójico presente em cada meio de cultivo:

$$y = 15,6x + 0,0052 \text{ sendo,}$$

$$y = \text{absorbância e}$$

$$x = \text{concentração (g/L)}$$

Substituindo o valor de x da amostra *A.niger* meio sólido:

$$x = \frac{0,341 + 0,0052}{15,6} = 0,02219$$

Multiplicando pelo fator diluição:

$$0,02219 \times 1000 = \boxed{22,19 \text{ g/L}}$$

As concentrações de AK de cada amostra encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 3 Concentração de ácido kójico nas amostras fermentadas

	Meio	Concentração (g/L)
<i>Aspergillus niger</i>	Sólido	22,19
	Meio A	17,96
	Meio B	0,60
	Meio C	14,75
Cepa selvagem	Sólido	18,34
	Meio A	15,02
	Meio B	11,36
	Meio C	15,20

Fonte: de autoria própria, 2024.

Os resultados da concentração de ácido kójico nas diferentes condições de fermentação utilizando *Aspergillus niger* e uma cepa selvagem apresentaram diferentes padrões (Tabela 4). Os resultados indicam que a fermentação sólida proporcionou os maiores rendimentos para ambas as cepas, com 22,19 g/L para *Aspergillus niger* e 18,34 g/L para a cepa selvagem. Esse desempenho reforça a eficácia do cultivo sólido na produção de ácido kójico, corroborando estudos como o de Badar *et al.* (2021), que destacam que condições estáticas favorecem maior rendimento em comparação com meios líquidos sob agitação.

Entre os meios líquidos, observou-se uma variação significativa nas concentrações de AK. No Meio A, as concentrações foram de 17,96 g/L para *A. niger* e 15,02 g/L para a cepa selvagem, valores relativamente altos em comparação com os outros meios líquidos. No entanto, no Meio B, houve uma redução acentuada na produção, com apenas 0,60 g/L para *A. niger* e 11,36 g/L para a cepa selvagem, indicando que este meio pode ter sido menos adequado para a síntese do ácido kójico. Já no Meio C, os valores foram intermediários (14,75 g/L e 15,20 g/L, respectivamente), sugerindo que esse meio apresenta melhores condições do que o Meio B, mas ainda inferiores ao Meio A e ao cultivo sólido.

Comparando esses dados com os de Chib *et al.* (2019), que relataram uma produção de 18 ± 2 g/L utilizando *Aspergillus sojae*, observa-se que os valores obtidos para o cultivo sólido das duas cepas testadas neste estudo são compatíveis com os

da literatura, reforçando a viabilidade dessa abordagem para a produção de ácido kójico. Esses resultados destacam a importância da seleção do meio de cultivo e das condições operacionais para otimizar a biossíntese desse metabólito.

Como parte das ações de divulgação científica, foi produzido e publicado um vídeo educativo na plataforma Instagram, na página @giectutfpr, vinculada a um Projeto de Extensão da UTFPR 3 Campus Pato Branco. O vídeo destacou a ausência de ácido kójico na fermentação caseira realizada, evidenciou a contaminação observada e alertou sobre os riscos de seguir receitas caseiras, especialmente aquelas que envolvem processos biotecnológicos, ressaltando a importância de ambientes controlados para a segurança e eficácia dessas técnicas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho avaliou a viabilidade da produção de ácido kójico a partir de tutoriais disponíveis na internet, comparando-os a métodos laboratoriais em condições controladas. Os resultados indicaram que a fermentação sólida apresentou a maior concentração de ácido kójico para ambas as cepas utilizadas, evidenciando a superioridade desse meio em relação à produção do composto. Os cultivos submersos também mostraram resultados satisfatórios, com exceção do meio de cultivo B, que apresentou uma queda significativa na produção de ácido kójico.

Além dos resultados experimentais, a produção de conteúdo explicativo para o Instagram contribuiu para a conscientização do público e destacou a importância da divulgação científica na promoção do conhecimento e na correção de informações equivocadas. A disseminação de tutoriais sobre processos fermentativos nas redes sociais, muitas vezes simplificados e sem embasamento técnico, tem incentivado a realização dessas práticas em ambiente doméstico, sem controle adequado. Esse cenário pode acarretar riscos à saúde humana e à segurança, devido à possível contaminação por microrganismos indesejados e à falta de parâmetros essenciais, como controle de temperatura, pH, assepsia adequada e uso de cepas apropriadas.

Por fim, os experimentos demonstraram que a fermentação caseira apresentou elevada contaminação por microrganismos indesejados e não resultou na produção de ácido kójico, evidenciando que a obtenção desse composto requer parâmetros rigorosos, como controle de temperatura, pH e o uso de cepas específicas para a

produção de AK. Esses resultados ressaltam a necessidade de métodos científicos adequados para garantir a eficiência e a segurança na produção do ácido kójico.

REFERÊNCIAS

ADEKUNLE, A. R. et al. Determining the Ideal Temperature and Fermentation Duration to Enhance Crude Protein Content and Reduce Crude Fiber in Rice Bran Using Solid-State Fermentation with *Aspergillus niger* (USM F4). **World s Veterinary Journal**, v. 14, n. 3, p. 3183327, 25 set. 2024.

AIGBOGUN, I. E. *et al.* Tomato Juice Agar: An Alternative Media for the Cultivation of some *Aspergillus* Species. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 7, n. 05, p. 7883793, 10 maio 2018.

AJLOUNI, Said. (2021). Improving the Nutritional Value and Shelf-life of Fermented Rice Water. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, doi: 10.30954/2277-9396.01.2021.2

AKILA, N. **Fermentation technology**. 2024. p. 72-79. DOI: 10.58532/V3BGBT2P1CH7.

ANNAN, N. A.; MORDOMO, I. S.; TITI, H. M.; EL-LAZEIK, Y.; JEAN-CLAUDE, B.; MOSTAFA, S. I. **DNA interaction and anticancer evaluation of new zinc(II), ruthenium(II), rhodium(III), palladium(II), silver(I) and platinum(II) complexes based on kojic acid; X-ray crystal structure of [Ag(ka)(PPh₃)]•H₂O**. *Inorganica Chimica Acta*, v. 487, p. 433-447, 1 mar. 2019. DOI: 10.1016/j.ica.2018.12.031.

ARAVIND, S., M.; AJLOUNI, S.; RANADHEERA, S. C.; S., SINGH, B. P.; Chakkaravarthi, S. **Optimization of fermentation process and characterization of non-alcoholic functional beverage from pigmented rice varieties**. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 2024. DOI: 10.1016/j.bcab.2024.103213.

BADAR, R. *et al.* **Screening and optimization of submerged fermentation of *Aspergillus* species for kojic acid production**. 2 abr. 2021.

BAGNOLI, Franco. **Efeito bolha induzido por sistemas de recomendação em um modelo simples de mídia social**. In: *Redes Complexas e Suas Aplicações X*. pág. 1243131, 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-93413-2_11.

BHAGAVATHI SUNDARAM SIVAMARUTHI *et al.* Composition, Microbiota, Mechanisms, and Anti-Obesity Properties of Rice Bran. **Foods**, v. 12, n. 6, p. 13003 1300, 18 mar. 2023.

CALAÇA, G. N.; STETS, S.; NAGATA, N. Determinação simultânea de ácido kójico e hidroquinona por espectrofotometria visível e calibração multivariada. **Química Nova**, v. 34, n. 4, p. 6303635, 2011.

CAVACO, T. 2015. Isolamento e Observação Microscópica de Fungos. Aula Prática 13 3 Isolamento e Observação Microscópica de Fungos. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/2756376/>> Acesso em 17 de novembro de 2024.

CHAKRABORTY, D. *et al.* **Bioconversion Technologies: Hydrolytic Enzyme Treatment of Food Waste**. Elsevier eBooks, p. 2573277, 1 jan. 2021.

CHEIRSILP, B. *et al.* Bioprocess Improvement for fermentation of pigmented Thai glutinous rice-based functional beverage (Sato) with superior antioxidant properties. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 50, p. 102701, 1 jul. 2023.

CHEN, Dongyang; ZHANG, Hao; ZHANG, Lei; WANG, Xiaodan; LIANG, Jing; ZHONG, Xuanru. (2023). **Determination of kojic acid in fermented foods by solid-phase extraction coupled with ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry..** 41 7:632-639. doi: 10.3724/SP.J.1123.2022.10002

Chengtuo Niu, Xianlei Xing, Xiaohong Yang, Feiyun Zheng, Chunfeng Liu, Jinjing Wang, Qi Li, Isolation, identification and application of *Aspergillus oryzae* BL18 with high protease activity as starter culture in doubanjiang (broad bean paste) fermentation,

CHEOL, Kim Jin; YEONG, Jang Ja; YONN, Kim Tae; BURM, Lee Hyang; Jeong Seon *et al.* (2017). **Composition for controlling root knot nematode comprising kojic acid as effective component and uses thereof.**

CHIB, S., JAMWAL, V.L., KUMAR, V. *et al.* **Fungal production of kojic acid and its industrial applications.** Appl Microbiol Biotechnol 107, 2111–2130 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12451-1>

CHIB, Shifali; DOGRA, Ashish; NANDI, Utpal; SARAN, Saurabh. Consistent production of kojic acid from *Aspergillus sojae* SSC-3 isolated from rice husk. Molecular Biology Reports, v. 46, n. 6, p. 5995-6002, 2019. DOI: 10.1007/S11033-019-05035-8.

CORREA DEZA, M. A.; RODRÍGUEZ DE OLMOS, A.; GARRO, M. S. Solid state fermentation to obtain vegetable products bio-enriched with isoflavone aglycones using lactic cultures. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 51, n. 3, p. 2013207, 1 jul. 2019.

DACOS, M.; MOUNIER, P. **Sciences et société en interaction sur Internet: Éléments pour une histoire de l'édition électronique en sciences humaines et sociales.** Communication & Languages, n. 159, v. 1, p. 123-135, 2009. DOI: 10.3917/comla.159.0123.

DAI, J.; LI, H. WANG, B.; ZHOU, W.; PEIBING, G. (2018). Application of vitamin D in resisting *Aspergillus fumigatus*.

DAMASO, M. C. T. **Fermentação - Portal Embrapa 2021.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/tipos-de-processos/fermentacao>>. Acesso em: 22 nov. 2024.

DANA, M. A.; KORDBACHEH, P.; GHAZVINI, D.; MOAZENI, M.; NAZEMI, L.; REZAIE, S. (2018). Inhibitory effect of vitamin C on *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin gene expression.. 4(3):10-14. doi: 10.18502/CMM.4.3.170

DÉVI, Rajesh; SUJATHA, P.; PARVATKAR, R.; RAJAMANIKAM, Rani; WAHIDULLAH, Solimabi; THAKUR, Narsinh L. **Kojic acid from *Aspergillus wentii*: a journey from isolation to application.** p. 709-722, 2023. DOI: 10.1007/978-981-99-5696-8_23.

DU, C e WEBB, 2.03 - Cellular Systems, Editor(s): Murray Moo-Young, Comprehensive Biotechnology (Second Edition), Academic Press, 2011, Pages 11-23, ISBN 9780080885049, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-088504-9.00080-5>.

EGBUTA, Mary, Augustina; MWANZA, Mulunda; BABALOLA, Olubukola, Oluranti. (2017). **Health risks associated with exposure to filamentous fungi.** International Journal of Environmental Research and Public Health, 14(7):719-. doi: 10.3390/IJERPH14070719

EL-METWALLY, M. M.; EMAN, R; DOHA, M.; SHAABAN, Mohamed; ATTALLA, F. (2020). **Suppressive efficiency of Kojic acid from *Aspergillus tamarii* MM11 against HepG-2 cell line derived from human liver cancer.** Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 19(8):1661-1668. doi: 10.4314/TJPR.V19I8.14

Eslmifar, Masoumeh & Khezri, Khadijeh & Saeedi, Majid. (2019). Kojic acid applications in cosmetic and pharmaceutical preparations. Biomedicine & Pharmacotherapy. 110. 582-593. 10.1016/j.biopha.2018.12.006.

FARAH, Paolo Davide; VARELA, Justo, Corti. Science, Technology, Society, and Law. England & Wales: Routledge, 2024 p.1-19. doi: 10.4324/9781003472421-1.

FELIPE, M. T. DE C. *et al.* Production of kojic acid by *Aspergillus* species: Trends and applications. **Fungal Biology Reviews**, v. 45, p. 100313, 1 set. 2023.

Food Bioscience, Volume 51, 2023, 102225, ISSN 2212-4292, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102225>.

FRIES, Nils. (1943). **Vitamin B 1 , Vitamin B 6 and Biotin as Growth Substances for some *Ascomycetes*.** Nature, 152(3847):105-105. doi: 10.1038/152105A0

GARCIA-ARCE, Z. P.; CASTRO-MUÑOZ, R. **Exploring the potentialities of the Mexican fermented beverage: Pulque.** J. Ethn. Food 8, 35 (2021). <https://doi.org/10.1186/s42779-021-00111-6>

GÓMEZ, S.; FERNÁNDEZ, F. J.; VEGA, M. C. Heterologous Expression of Proteins in *Aspergillus*. **New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering**, p. 55368, 2016.

GUIMARÃES, Ana; MOTA, Ana C.; FERNANDES, Ana, M. LOPES, M; BELO, L. (2024). Rice Husk, Brewer's Spent Grain, and Vine Shoot Trimmings as Raw Materials for Sustainable Enzyme Production. Materials, 17 doi: 10.3390/ma17040935

HANNA, D.; FAURINA, C.; JING, R. B.; FRANCO, G. T. (2013). **Efeitos das vitaminas A, C e E no crescimento e morfologia colonial de *Aspergillus flavus*.**

JA, L. H.; MAN, H. K.; HAE, L. E.; SOOK, Y. H.; OH, P. J.; WON, L. J.; HEE, J. K.; JOON, H.; HYUN, S. D.; HOON, P.; JUNG, L. J. **Cosmetic composition**

comprising nuruk and upland rice fermented extract for improving skin condition. Patent, 2020.

JANITHA P.D. WANASUNDARA et al. Rice: A Source of Plant Protein with Many Valuable Processing Co-products. **Elsevier eBooks**, p. 55375, 1 jan. 2024.

JIANGLAN, Yuan; XU, Kang; SHOUCHUN, He. (2017). Method of preparing rice residue protein soy sauce by different micro-organism koji-making and mixed micro-organism fermenting.

JOSHI, R.; PAVITHRA, N.; SINGH, C. K. Internet an Integral Part of Human Life in 21st Century: A Review. Current Journal of Applied Science and Technology. Current JOSHI, R.; PAVITHRA, N.; SINGH, C. K. Internet an Integral Part of Human Life in 21st Century: a Review. **Current Journal of Applied Science and Technology**, v. 41, n. 36, p. 12318, 14 out. 2022.

JOSHI, R.; SEN, D.; CHOUDHARY, S. A comparative evaluation of a commercially available kojic acid and arbutin-containing test product with a test regime in the treatment of hyperpigmentation. **International Journal of Research in Dermatology**, 16 nov. 2024.

KANELIS, Vangelis George. **Sharing recipes and creating potentially dangerous homemade sunscreens.** **Australasian Journal of Dermatology**, v. 61, n. 2, p. 161, 2020. DOI: 10.1111/AJD.13237.

KARAKAYA, Gülşah; ERCAN, Ayse; ÖNCÜL, Selin; AYTEMIR, Mutlu Dilsiz. (2019). **Kojic acid derivatives as potential anticancer agents:** Synthesis and cytotoxic evaluation on A375 human malignant melanoma cells. 23(4):596-607. doi: 10.12991/JRP.2019.167

KE, Bo-Jun; LEE, Chun-Lin. (2019). **Using submerged fermentation to fast increase N6-(2-hydroxyethyl)-adenosine, adenosine and polysaccharide productions of Cordyceps cicadae NTTU 868.** **AMB Express**, 9(1):198-198. doi: 10.1186/S13568-019-0892-4

KHUDER, N.; ALI NIZAM, A. Assessment of Biochemical Changes of Four *Aspergillus* Species Grown on the Medium from Agricultural Wastes. **Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry**, v. 11, n. 3, p. 128731296, 30 ago. 2024.

KUMAR, V. N. et al. Enzymes Production From Food Waste and Their Application. **Advances in environmental engineering and green technologies book series**, p. 1319, 1 jan. 2019.

KUN, Yue; ZHIHENG, Pan; LIHUI, Wang; et al. (2015). **Fermentation tank for liquid submerged fermentation of high-activity fungal laccase.**

Li, Junping. (2015). Preparation formula of freshly brewed rice wine.

LINARES, Concepción; NAVARRO, David; PUIGDEMUNT, Rut; BELMONTE, Jordina. (2023). **Aspergillus Conidia and Allergens in Outdoor Environment: A Health Hazard?**. **Journal of Fungi**, 9(6):624-624. doi: 10.3390/jof9060624

LINDSAY, M. A. *et al.* **Identification of New Natural Sources of Flavour and Aroma Metabolites from Solid-State Fermentation of Agro-Industrial By-Products.** *Metabolites*, v. 12, n. 2, p. 157, 8 fev. 2022.

LOPES, S. T. *et al.* **Produção associada de amilases e celulases através de fermentação submersa.** *VETOR - Revista de Ciências Exatas e Engenharias*, v. 34, n. 1, p. 2316, 25 jul. 2024.

LÓPEZ-GÓMEZ, J. P.; PÉREZ-RIVERO, C. *Cellular Systems. Comprehensive Biotechnology*, v. 2, p. 9321, 2019.

MAHMOUD, Ghada Abd Elmonsef; SHAKOR, Abo Bakr Abdel; KAMAL-ELDIN, Nahla; ZOHRI, A. (2024). **Production of kojic acid by *Aspergillus flavus* OL314748 using box-Behnken statistical design and its antibacterial and anticancer applications using molecular docking technique.** *BMC Microbiology*, 24 doi: 10.1186/s12866-024-03289-2

MANOJ KUMAR SHANMUGAM *et al.* Types of bioreactors and important design considerations. **Elsevier eBooks**, p. 3330, 1 jan. 2022.

Meiwei, Koay., Hui, Yin, Fan., Clemente, Michael, Vui, Ling, Wong. (2022). **An overview of fermentation in rice winemaking.** *Canrea Journal*, 12-37. doi: 10.20956/canrea.v5i1.629

MITRA, A.; ROY, D. ROY, P.; BOR, A. M.; SARKAR, B.; MITRA, A. K. (2013). **Sustainability of *Aspergillus spp.* in metal enriched substrate aiming towards increasing bioremediation potential.** *World journal of Pharmacy and pharmaceutical sciences*, 3(11):864-878.

MOHAMED, D. E.; ALIAN, A., M; MOHAMED, R., M. (2024). **Optimization Production and Evaluation of Microbial kojic Acid from Sugarcane Molasses (SCM) by *Aspergillus sp.*** *ПимевОе ЕиЕFe@O*, doi: 10.21323/2618-9771-2024-7-1-71-76

MONTGOMERY, C. M. *Science and Technology Studies. Edward Elgar Publishing eBooks*, p. 2813285, 22 dez. 2023.

MORGUNOVA, E. M.; KULAKOVSKAYA, V. I.; SIMONENKO, S. V. (2022). Natural fermentation beverages on grain raw materials: innovations, technologies, solutions. *Пимевая CDB@OLлеAABEFP*, 80-84. doi: 10.52653/ppi.2022.11.11.018

MORTEO, Isabel. **Influencers as enhancers of the value cocreation experience.** *The Global Journal of Business Research*, v. 12, n. 2, p. 91-100, 2017.

MUKHERJEE, A. *et al.* Fungi's treasure in cosmeceuticals-a comprehensive chemical approach. **South African journal of botany**, v. 166, p. 3113331, 1 mar. 2024.

NAZIR, M. *et al.* **Approaches for Producing Fungal Cellulases Through Submerged Fermentation.** *Frontiers in bioscience (Elite ed.)*, v. 16, n. 1, p. 535, 31 jan. 2024.

NONE SHETE P.B; NONE PHARNE A.G; NONE PATHADE G.R. Biosynthesis of Bacitracin in Solid-state Fermentation using Different Substrates. **Ecology Environment and Conservation**, v. 30, n. Suppl, p. 2923295, 1 jan. 2024.

ONCUL, Selin; KARAKAYA, Gülşah; DILSIZ, Mutlu; AYTEMIR, Ayse; ERCAN. **A kojic acid derivative promotes intrinsic apoptotic pathway of hepatocellular carcinoma cells without incurring drug resistance**. Chemical Biology & Drug Design, v. 94, n. 6, p. 2084-2093, 2019. DOI: 10.1111/CBDD.13615.

P. Verma (Ed.), Industrial Microbiology and Biotechnology, Springer, Singapore (2022), pp. 379-425

PALETTA, F. C. **eScience e comunicação científica em ciência aberta**. 10 maio 2023. DOI: 10.31219/osf.io/uqph5.

PANDEY, S.; VIDYA, V. **Traditional fermented rice beverage enriched with zinc, calcium and iron**. Indian Journal of Traditional Knowledge, v. 22, n. 1, 2023. DOI: 10.56042/ijtk.v22i1.33405.

PARACHIN, N. S.; HAHN-HÄGERDAL, B.; BETTIGA, M. A Microbial Perspective on Ethanolic Lignocellulose Fermentation. **Comprehensive Biotechnology**, p. 6053 614, 2011.

PAZUCH, C. M. *et al.* Optimization and characterization of vinegar produced from rice bran. **Food Science and Technology**, v. 40, p. 6083613, 20 dez. 2019.

PB, R.; NAIK, P. (2021). **Optimization of Growth Medium and Physicochemical Parameters for High-Yield Biomass Production and Active Metabolites from *Aspergillus terreus***. Research Journal of Pharmacy and Technology, 14(6):2924-2930. doi: 10.52711/0974-360X.2021.00513

PEREZ-CUESTA, U. *et al.* **Nitrogen, Iron, and Zinc Acquisition: Key Nutrients to *Aspergillus fumigatus* Virulence**. Journal of Fungi, v. 7, n. 7, p. 518, 28 jun. 2021.

PIANTAVINI, M. S.; GONÇALVES, A.G. TRINDADE, A. C. L. B.; NOSEDA, M. D.; MERCÊ, A. L. R.; MACHADO, A. E. H.; PONTAROLO, R. **Elucidation of the electronic spectrum changes of KA-Al³⁺ complex by potentiometric titration, FTIR, 13C RMN and Quantum Mechanics**. Química Nova, 19 maio 2017.

PIANTAVINI, MÁRIO SÉRGIO. **Desenvolvimento e validação de um método espectrofotométrico para a quantificação de ácido kójico por complexação com alumínio e caracterização do complexo**. Ufpr.br, 2024.

QUITERIO-GUTIÉRREZ, T. *et al.* Production of Kojic Acid by *Aspergillus niger* M4 with Different Concentrations of Yeast Extract as a Nitrogen Source. **Processes**, v. 11, n. 6, p. 1724, 1 jun. 2023.

RAKU, T., TOKIWA, Y. **Regioselective synthesis of kojic acid esters by *Bacillus subtilis* protease**. Biotechnology Letters 25 , 9693974 (2003). <https://doi.org/10.1023/A:1024088303960>

RAMIRES, Francesca Anna; BLEBE, Gianluca; DOMENICO, Stefania; LEONE, **Combination of Solid State and Submerged Fermentation Strategies to**

Produce a New Jellyfish-Based Food. Foods, v. 11, n. 24, p. 397433974, 8 dez. 2022.

RAVIKUMAR, N.; THOMAS, K. A. Compositional Analysis of Four Varieties of Rice-Chevally, Njavara, D1 and Bhadra. **Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika**, n. Of, 4 out. 2023.

RODRIGUES, A.G. Chapter 6 - Secondary Metabolism and Antimicrobial Metabolites of *Aspergillus*, Editor(s): Vijai Kumar Gupta, New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering, Elsevier, 2016, Pages 81-93, ISBN 9780444635051, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63505-1.00006-3>.

SALMANTON-GARCÍA, Jon; LECKLER, Janina; CORNELLY, Oliver A. **From words to pixels: The infectious diseases in motion (IDIM) and VACCELERATE** experience for fast and accessible science audiovisual communication. One Health, 2023. DOI: 10.1016/j.onehlt.2023.100648.

SARAEI, Mahnaz; GHASEMI, Zarrin; DEHAGHAN, Gholamreza; HORMATI, Marhamat; OJAGHI, Khadijeh. (2017). **Synthesis of some novel 1,2,3-triazole derivatives containing kojic acid moiety and evaluation for their antioxidant activity.** Monatshefte Fur Chemie, 148(5):917-923. doi: 10.1007/S00706-016-1844-1

SHAHRAJABIAN, M. H.; SUN, W. Study of Different Types of Fermentation in Wine-Making Process and Considering Aromatic Substances and Organic Acid. **Current Organic Synthesis**, 3 ago. 2023.

SHUANGFENG, Zheng; SHIYONG, Tan; ZHIWEI, Luo; *et al.* (2019). **Submerged fermentation method of Bacillus licheniformis and its application.**

SILFIA, Imamatul; IRWANSYAH, Irwansyah. **Comunicação científica por cientistas e influenciadores nas redes sociais.** Jurnal Manajemen Komunikasi , v. 1, pág. 131, 2022. DOI: 10.24198/jmk.v7i1.40508.

SILLER-SÁNCHEZ, A. et al. Solid-State Fermentation-Assisted Extraction of Flavonoids from Grape Pomace Using Co-Cultures. **Processes**, v. 12, n. 9, p. 2027, 20 set. 2024.

SIVAKUMAR, Kavin (2024). **Overnight Rice Fermentation.** doi: 10.31979/etd.ejxf-3a5h

SOUJANYA, N.; SURESHA, B. S.; BALASUBRAMANIAN, T.; RAKSHITHA, S.; MEGHANA, B. P. **Review on Kojic Acid-A Secondary Metabolite From Aspergillus Fungi.** Asian journal of pharmaceutical and health sciences, v. 12, n. 3, p. 270732712, 30 dez. 2022. DOI: 10.5530/ajphs.2022.12.20

SPAGNOLO, A. M. Aspergillus Contamination in Healthcare Facilities: An Ever-Present Issue4Prevention and Control Measures. **Hygiene**, v. 5, n. 1, p. 333, 22 jan. 2025.

VIEIRA, M. A.; KUBE, P. K.; HELMOND, J. L.; HANLEY, P. C. GRABER, E. G. BIALO, S. R.; SLAMON, N. B. **Recipe for disaster: homemade formula leading to severe complications in 2 infants.** Pediatrics, v. 148, n. 3, 2021. DOI: 10.1542/PEDS.2021-050947.

WARIN, T. Disinformation in the Digital Age: Impacts on Democracy and Strategies for Mitigation. 1 jul. 2024.

WELNA, Maja; Szymczycha-Madeja, Anna; POHL, Pawel. (2023). **Rice Water⁴ More a Source of Nutrition Elements or Toxic Arsenic? Multi-Element Analysis of Home-Made (Natural) Rice Water and Commercialized Rice-Based Products Using (HG)-ICP OES. Processes**, doi: 10.3390/pr11092674

XIN, Cao. (2018). Process for making vinegar koji by utilizing multi-layer koji rack.

ZAKHLEBIN, Igor; HORVAT, Emoke-Agnes. **Difusão de artigos científicos em plataformas online**. Journal of Informetrics, v. 14, p. 7623773, 2020.

ZHANG, X. *et al.* **Hydrolase Production via Food Waste Fermentation and Its Application to Enhance Anaerobic Digestion of Sewage Sludge**. v. 9, n. 6, p. 5263526, 29 maio 2023.

APÊNDICE A - Vídeo referente à produção caseira de ácido kójico

Autor ou canal que publicou o vídeo: @giectutfpr

Link página do Instagram:

<https://www.instagram.com/giectutfpr?igsh=bHNkYTIuc2YyNXd6>

Link para o vídeo (URL):

<https://www.instagram.com/reel/DFu1qnyOogO/?igsh=d3M0cHFpcjUxbjBp>