

Perfil de Assimilação e Fermentação de Diferentes Fontes de Carbono por Leveduras Isoladas em Barra do Bugres MT e Perspectivas de Utilização em Pesquisas Biotecnológicas

Assimilation and Fermentation Profile of Different Carbon Sources by Pediatric Yeasts in Barra do Bugres MT and Perspectives for Use in Biotechnological Research

Jaqueline Roldão Bellini^{*a}; Sara Emilly Benitez dos Santos^b; Carolina Noma^b; Nicolas Rodrigues Sherring^b; Rosimeire Oenning da Silva^b

^aUniversidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial. MT, Brasil. Brasil.

^bUniversidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Engenharia de Alimentos. MT, Brasil.

*E-mail: jaqueline.bellini@unemat.br

Resumo

A glicose é o açúcar preferido pelas leveduras tanto no consumo quanto na fermentação, mas alguns bioprocessos utilizam matérias-primas complexas e para ter eficiência e qualidade do produto, é importante a fermentação completa de todos os açúcares disponíveis na matéria-prima, pois uma fermentação lenta e incompleta representa uma perda econômica para a indústria, tornando importante a prospecção dos tipos de carboidratos que cada levedura é capaz de assimilar e fermentar. O objetivo desse trabalho foi avaliar o consumo e fermentação de diferentes carboidratos por 26 (vinte e seis) leveduras do laboratório de microbiologia da UNEMAT, Campus de Barra do Bugres, previamente isoladas de: flores, frutos e tubérculos. Os testes realizados foram através do Auxanograma e Zimograma. O primeiro teste para avaliar a assimilação de carboidratos com várias fontes de carbono (maltose, xilose, sacarose, etanol, metanol, lactose, glicerol, ácido cítrico, ácido láctico, amido, lactose e Inositol) e nitrato como fonte de nitrogênio e o segundo testes para avaliar a capacidade de fermentação de diversas fontes de carbono (maltose, xilose, sacarose, lactose e glicose). Os estudos das fontes de carbono e nitrogênio no metabolismo das diferentes leveduras, possibilitou uma seleção de cepas que será disponibilizada para ser explorada em diversas linhas de pesquisas biotecnológicas.

Palavras chave: Leveduras. Microbiologia. Cepas. Consumo. Fermentação.

Abstract

Glucose is the sugar preferred by yeasts both in consumption and in fermentation, but some bioprocesses use complex raw materials and in order to have efficiency and quality of the product, it is important the complete fermentation of all the sugars available in the raw material, because a fermentation slow and incomplete process represents an economic loss for the industry, making it important to explore the types of carbohydrates that each yeast is capable of assimilating and fermenting. The objective of this work was to evaluate the consumption and fermentation of different carbohydrates by 26 (twenty-six) yeasts from the microbiology laboratory of UNEMAT, Campus de Barra do Bugres, previously isolated from: flowers, fruits and tubers. The tests carried out were through the Auxanogram and Zymogram. The first test to evaluate the assimilation of carbohydrates with various carbon sources (maltose, xylose, sucrose, ethanol, methanol, lactose, glycerol, citric acid, lactic acid, starch, lactose and Inositol) and nitrate as a source of nitrogen and the second tests to evaluate the fermentation capacity of different carbon sources (maltose, xylose, sucrose, lactose and glucose). The studies of carbon and nitrogen sources in the metabolism of different yeasts, allowed a selection of strains that will be made available to be explored in several lines of biotechnological research.

Keywords: Yeasts. Microbiology. Strains. Consumption. Fermentation.

1 Introdução

O uso industrial de leveduras ainda está em pleno desenvolvimento e é de suma importância aumentar a disponibilidade desses microrganismos para os mais variados fins. Leveduras, além de serem empregadas na produção de pão e na fermentação alcoólica, têm sido usadas em outros processos igualmente importantes.

Podem ser empregadas na transformação da lactose e metanol, na produção de proteína a partir de alcanos e resíduos de indústrias de papel, na formação de glicerol ou D-Glucitol, na produção de determinadas enzimas, como β -D-galactosidase, β -D-frutofuranosidase e lipase, de novas fontes carbono, de compostos opticamente ativos, na síntese de produtos naturais e na produção de moléculas biologicamente

ativas.

Podem ainda atuar na transformação de precursores inodoros em agentes aromaticamente ativos e ainda participar em sistemas de controle biológico e ser empregado como agente probiótico (SILVA *et al.*, 2020), também têm se destacado para a produção de biocombustíveis, óleos, cervejas, vinhos, xilitol, pães, ração para animais, suplementos probióticos entre outros (ABILHÔA, 2018).

A utilização das leveduras em diversos bioprocessos resulta de sua fácil prospecção e manipulação, pois são seres eucarióticos unicelulares de rápido crescimento em ampla variedade de substratos, curto tempo para fermentação, capacidade de secretar proteínas para o meio extracelular e baixo potencial patogênico (BARRIGA *et al.*, 2011).

Todo esse potencial das leveduras na produção

biotecnológica industrial desperta ainda mais o interesse dos pesquisadores no isolamento e bioprospecção de novas cepas. As leveduras podem ser obtidas de fontes naturais, partes das plantas como flores, frutas e tubérculos, solo e qualquer substrato orgânico (TORTORA *et al.*, 2019). O isolamento e caracterização de microrganismos com potenciais para desempenhar funções essenciais nos processos bioquímicos é bastante específico para aplicação que podem ser produzidas em grande escala, via fermentação e consumo (CERQUEIRA *et al.*, 2022).

Leveduras são microrganismos de importância em laboratórios de pesquisa de microbiologia industrial, justificando a necessidade de seleções e identificações constantes para descoberta de novas cepas (SOUZA, *et al.*; 2021).

Para identificações destes, a nível de gênero, a caracterização bioquímica são frequentemente utilizadas como base principal, e apesar das técnicas moleculares avançadas, os testes bioquímicos clássicos continuam tendo um papel fundamental na identificação e caracterização de leveduras (HAS *et al.*, 2020), dentre os diversos testes utilizados o Auxanograma e Zimograma, além de fornecer informações que contribuem para identificação dos microrganismos, caracteriza-os quanto a possibilidades de fermentação e assimilação de várias fontes de carboidratos abrindo um leque de possibilidades para diversos tipos de pesquisas em laboratórios de instituições.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as leveduras do laboratório de microbiologia frente ao consumo de nitrato como fonte de nitrogênio e consumo e fermentação de diversas fontes de carbono como forma de contribuir com a identificação bioquímica dessas cepas para disponibilizá-las aos pesquisadores da instituição.

2 Material e Métodos

2.1 Microrganismos

No estudo foram utilizadas 26 leveduras previamente isoladas de flores, frutos e tubérculos e mantidas em Castellani no laboratório de microbiologia da Unemat Campus de Barra do Bugres. A designação e fonte de isolamento consta no Quadro 1.

Quadro 1 - Designação e fonte de isolamento das leveduras utilizadas na pesquisa

Designação Levedura	Fonte de Isolamento
BBA. 05	Tubérculos (Batata doce)
BB. 110, 124, 140 e 201	Flores
BB. 146, 151, 153, 156, 158, 160, 162, 163, 164, 166, 168, 170, 178, 183, 185, 186, 187, 190, 194, 195 e 204	Frutas

Fonte: dados da pesquisa.

2.2 Zimograma

O Zimograma é o teste de fermentação de açúcares. Para sua execução utilizou-se o meio caldo carboidrato vermelho de fenol conforme descrito no Quadro 2 suplementado com 5% de carboidratos: glicose, maltose, xilose, sacarose e lactose. A cepa foi inoculada nos tubos de solução salina a 0,9% até obter uma turvação igual à da escala 5 de MacFarland, incorporado 1 mL dessa suspensão de levedura aos tubos com meio e incubado por 3 dias a 25 °C.

Quadro 2 - Caldo carboidrato vermelho de fenol

Caldo Carboidrato Vermelho de Fenol	
Peptona	20 g L ⁻¹
Cloreto de sódio	5,0 g L ⁻¹
Vermelho de fenol	0,025 g L ⁻¹
Carboidrato	5 %

Fonte: dados da pesquisa.

2.3 Auxanograma

Auxanograma é a assimilação de fontes de carbono e nitrogênio. Nesse teste foram usados 2 meios YNB (Yeast Nitrogen Base) meio basal sem fonte de carbono e YCB (Yeast Carbon Base) meio basal sem fonte de nitrogênio.

A eles foram acrescentados 2% de nitrato como fonte de nitrogênio e como fonte de carbono 2% de: Maltose, xilose, sacarose, etanol, metanol, lactose, glicerol, ácido cítrico, ácido láctico, amido, lactose e Inositol. O meio de cultura foi vertido em placas e na superfície do meio, inoculado através de estrias as leveduras em teste e incubado à temperatura 30 °C durante 72 horas. Após esse período foi observado o crescimento ou não das leveduras nas diferentes fontes de carbono.

3 Resultados e Discussão

3.1 Zimograma

Os testes de fermentação de carboidratos são realizados para verificar a habilidade de um micro-organismo em fermentar um determinado carboidrato, resultando na produção de gás que pode ser observada pela formação de bolhas nos tubos de Durham que são colocados invertidos nos tubos de ensaio contendo o meio basal e o carboidrato.

Os produtos resultantes da quebra dos carboidratos são ácidos orgânicos (ácido acético, ácido láctico, por exemplo) e gases, como o hidrogênio e dióxido de carbono (FORTES, 2008). Assim, na interpretação dos resultados será considerado positivo em caso de presença de bolhas nos tubos de Durham e negativo na ausência das bolhas de ar (FADDIN, 2000). Os resultados de experimento dos testes bioquímicos com as 26 cepas de leveduras estão dispostos abaixo. As leveduras foram organizadas de acordo com os resultados em comum relacionados com o tipo de carboidratos que são capazes de fermentar.

No Quadro 3 estão elencados os resultados das atividades fermentativas de todas as leveduras em todas as fontes de carbono analisadas nesta pesquisa: maltose, xilose, sacarose,

lactose e glicose e agrupam leveduras com características em comum em relação a fermentação.

Quadro 3 - Resultados das atividades fermentativa das leveduras nas diversas fontes de carbono

Leveduras	Fonte Isolamento	Carboidratos				
		M	X	S	Gl	L
BBA. 05	Batata doce	+	+	+	+	+
BB. 160, 163, 166, 190 e 195	Frutas	+	+	+	+	+
BB. 164, 178 e 183	Frutas	+	+	+	+	-
BB. 140, 153, 156 e 158	Flores	-	+	+	+	-
BB. 146	Frutas	-	+	+	+	+
BB. 151	Frutas	-	+	-	+	-
BB. 110	Flores	+	-	+	+	+
BB. 124 e 194	Flores	+	-	+	+	-
BB. 162	Frutas	+	-	-	+	-
BB. 168	Frutas	-	-	+	+	+
BB. 170 e 187	Frutas	-	-	+	+	-
BB. 204	Frutas	+	-	+	+	+
BB. 185 e 186	Frutas	+	+	-	+	-
BB. 201	Flores	-	-	-	-	-

M: maltose; X: xilose; S: sacarose, Gl: glicose, L: lactose

Fonte: dados da pesquisa.

De 26 leveduras analisadas neste trabalho, 27% (n= 8) fermentaram todas as fontes de carboidratos e 3,3% levedura (n= 1) não apresentou atividade fermentativa (Quadro 3).

No Quadro 3 observa-se que a glicose 96% (n= 25) e a sacarose 81% (n= 21) foram os carboidratos com maior fermentação pelas leveduras avaliadas. As leveduras utilizam mais facilmente alguns açúcares do que outros. Por isso, possuem preferência pelos açúcares mais simples, com a fermentação destes ocorrendo na seguinte ordem: glicose, frutose, sacarose, maltose e maltotriose (PALMER, 2006), no entanto a capacidade em fermentar estes açúcares é variável entre as diferentes linhagens celulares de leveduras (WHITE; ZAINASHEFF, 2010). Estudos realizados com diferentes cepas de leveduras mostraram que algumas cepas têm maior capacidade fermentativa e que os estudos fisiológicos realizados para uma cepa de levedura não podem ser atribuídos a todas as cepas desta espécie (ALMEIDA, 2021)

A xilose foi o terceiro carboidrato com maior percentual de positivos com 62% (n= 16) capazes de fermentar esse açúcar como fonte de carbono. A capacidade de fermentar pentoses é importante devido à sua presença em hemiceluloses, um substrato com forte potencial para a produção de etanol de segunda geração e/ou xilitol. Entretanto, o conhecimento sobre espécies que fermentam pentoses ainda é limitado.

As espécies *Scheffersomyces shehatae*, *Pachysolen tannophilus* e *Scheffersomyces stipitis* são indicadas na literatura, como as mais aptas a alcançar altos rendimentos de etanol na fermentação alcoólica a partir de xilose com Yp/s em torno de 0,38, 0,36 e 0,49 g g⁻¹ respectivamente (CHENG et al., 2008; YU et al., 2015).

Já na produção de xilitol as leveduras mais descritas na

literatura são: *Debaryomyces hansenii* (LOPEZ-LINARES, 2018) *C. guilliermondii* (LÓPEZ-LINARES et al., 2018; HERNÁNDEZ-PÉREZ, 2016, WEST, 2021) *Candida tenuis* (VERAS, 2017), *Starmerella meliponinorum* (SILVA, 2020), *Candida boidinii* (BEDÓ et al., 2021; SANTANA et al., 2018), *Candida tropicalis* (KUMAR et al., 2018) e *Candida magnólia* (WANNAWILAI; SIRISANSANEEYAKUL, 2015). Dentre estas, o alto desempenho obtido pela cepa *Candida guilliermondii*, uma das leveduras mais estudadas para a produção desse poliálcool, pode atingir um rendimento (Y p/s) de até 0,67 g g⁻¹, com produtividade (Qp) de 0,49 g L⁻¹ h⁻¹ (LOPEZ-LINARES, 2018).

Dezesseis leveduras 62% fermentaram a maltose. Essas leveduras após passar por identificação e por um processo de verificação no que diz respeito à segurança acerca de sua aplicação em alimentos e bebidas, poderiam ser explorada em pesquisas de propriedades de interesse para produção de cerveja, a utilização de leveduras não convencionais pode permitir a obtenção de características organolépticas diferenciadas no produto final e que com a grande expansão desse setor, aumenta-se cada vez mais a demanda por produtos inovadores e de qualidade superior.

Em *S. cerevisiae*, a permeasse responsável por esse transporte atua a partir de um co-transporte de prótons (H⁺) a partir de um gradiente eletroquímico de prótons através da membrana plasmática; quando esse gradiente cessa, o sistema de transporte deixa de funcionar, independentemente da concentração do carboidrato dentro e fora da célula.

Após o transporte desse carboidrato para dentro da célula, sob a ação de uma α -glicosidase, a maltose é hidrolisada em duas e três moléculas de glicose, respectivamente, que serão destinadas à via glicolítica para serem fermentadas ou respiradas pela célula (RAUTIO; LONDESBOROUGH, 2003; ZASTROW et al., 2000, 2001).

A lactose foi fermentada por apenas 38% (n= 10) das leveduras. Leveduras que fermentam lactose podem ser exploradas em pesquisa com produção de álcool e aguardante a partir do permeado do soro de queijo (BARBOSA, 2010), produção de enzimas lactase também conhecida como B-galactosidase (PANESAR; KUMARI; PANESAR, 2010) a partir do soro de leite e biorremediação em poluição de laticínios (MURARI et al., 2013).

Dentre esses micro-organismos, o que tem apresentado maior destaque na fermentação da lactose, é a levedura do gênero *Kluyveromyces* ssp, devido as suas características fisiológicas e a síntese de bioprodutos como a produção de enzimas hidrolíticas, biomassa para indústria alimentícia, ribonucleotídeos, oligossacarídeos, oligopeptídeos e sua eficiência na produção de proteínas heterológicas, componentes aromáticos e etanol (HUSAIN, 2010).

E por fim, a levedura BB. 201 que não apresentou atividade fermentativa em nenhuma fonte de carboidrato. Algumas espécies conseguem consumir (assimilar) a fonte de carbono, porém, não consegue fermentá-la. Dessa forma, é importante

avaliar a capacidade de uma levedura em assimilar um açúcar e sua capacidade de fermentar o mesmo açúcar (MADIGAN *et al.*, 2016).

Fazendo uma correlação dos resultados de zimograma com o auxanograma destas leveduras é possível observar no Quadro 4 de resultados de assimilação de nitrato e diversas fontes de carbono, que esta cepa não consumiu apenas o metanol e o citrato como fonte de carbono com resultados positivos para os demais compostos. De acordo com Kurtzman *et al.* (2011) dos 96 gêneros de leveduras descritos, 44 não apresentam atividade fermentativa e destes, oito gêneros assimilam nitrato como fonte de nitrogênio e somente o gênero *Pseudozyma* possui espécies com os mesmos resultados apresentado pela levedura BB.201 no zimograma e auxanograma.

3.2 Auxanograma

Auxanograma é um teste que avalia a capacidade da

levedura de crescer em uma única fonte de carbono ou nitrogênio. A eficiência do processo de consumo das fontes de açúcares está diretamente relacionada com fonte de carbono e com o metabolismo específico de cada espécie.

O carbono é um elemento que fornece uma fonte de energia e atua como constituinte na formação da massa celular microbiana. Já o nitrogênio é um elemento importante para a constituição de proteínas, ácidos nucleicos, enzimas e aminoácidos, que são necessários para os processos de crescimento e para o metabolismo microbiano (NOVIADI; ZAIRIFUL; CANDRA, 2018).

O Quadro 4 apresenta os resultados encontrados para consumo de citrato, glicose, maltose, xilose, sacarose, lactose, etanol, metanol, glicerol, Ácido cítrico, Ácido láctico, Amido, Inositol e nitrato como fonte de carbono por leveduras e agrupam leveduras com características em comum em relação ao consumo.

Quadro 4 - Resultados das atividades fermentativa das leveduras nas diversas fontes de carbono

Leveduras	Cit	Gl	M	X	S	L	Eta	Met	Gli	Ac	Al	Am	I	Nit
Leveduras nitrato + consumidoras de todas as fontes de carbono com exceção ou não do citrato														
BBA 05	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BB. 204	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Leveduras nitrato – consumidoras de todas as fontes de carbono com exceção ou não do citrato														
BB.124	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+F	+F	+F	+	-
BB.158, 164	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
BB.168, 183, 186	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
BB.187	+	+	+	+	+	+	+F	+	+	+	+	+	+	-
Leveduras nitrato + que não consomem metanol e/ou ácido cítrico e ácido láctico														
BB.166	+	+	+	+	+	+	-	+F	+	-	-	+	+	+
BB.170	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Leveduras nitrato - que não consomem etanol e/ ou metanol														
BB.140	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
BB.194	+	+	+	+	+	+	-	+F	+	+F	+	+	+F	-
Leveduras nitrato e etanol -, ácido cítrico e/ou ácido láctico -														
BB. 151 e 190	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-
BB. 153	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-
BB. 162 e 163	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-
BB 160	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-
Leveduras nitrato e amido -														
BB.156	+	+	+	+	+		+	-	+F	+	+	-	+	-
BB.195	+	+	+	+	+		+		+	+	+	-	+	-
Leveduras nitrato e ácido láctico -														
BB.110	-	+	+	+	+		+	+	+	+F	-	+	+	-
BB.146 e 178	+	+	+	+	+		+	+	+	+F	-	+	+	-
BB.185	+	+	+	+	+		+	+	+	-	-	+	+	-

Cit: citrato; Gl: glicose, M: maltose; X: xilose; S: sacarose, L: lactose, Et: etanol; Met: Metanol; Gli: glicerol; Ac: Acido acético; Al: Acido láctico; Am: Amido; I: inositol; Nit: Nitrato

Fonte: dados da pesquisa.

Das 26 cepas de leveduras estudadas 27% (n= 7) não assimilaram nitrato como fonte de nitrogênio. Esses resultados são coerentes com Cruz (2021) que afirma que as leveduras têm preferência pelas fontes de nitrogênio

glutamato, glutamina, asparagina e amônio, pois a levedura utiliza, preferencialmente, substratos que proporcionam o melhor desenvolvimento do seu metabolismo e essas fontes promovem altos índices de crescimento.

Somente cinco cepas foram capazes de utilizar nitrato como fonte de nitrogênio: BB. 166, 170, 201, 204 e BBA 05. De acordo com Kurtzmann (2011) dos 96 gêneros de leveduras existentes apenas 16 assimilam nitrato e 20 gêneros apresentam variação com espécies que assimilam e também com aquelas que não são capazes de consumi-los.

No geral as leveduras apresentaram um padrão variado no consumo de fontes de carbono. Das leveduras N + somente a BBA 05 assimilou todos os carboidratos, enquanto que das N – cinco assimilaram todos.

Glicose, maltose, xilose, sacarose, lactose, Inositol e glicerol foram assimiladas por todas as leveduras. Cinco leveduras não assimilaram citrato, seis não assimilaram etanol, três não assimilaram metanol, o ácido cítrico não foi assimilado por cinco, o ácido láctico não foi aceito por quatro e o amido rejeitado por apenas duas leveduras.

Segundo Madigan *et al.* (2016) os carboidratos são considerados os nutrientes de maior importância, sendo que açúcares simples, tais como a glicose, frutose e manose são assimilados pela maioria das leveduras já conhecidas e catalogadas. Já carboidratos complexos como oligossacarídeos, polissacarídeos, álcoois primários, polióis, ácidos orgânicos, pentoses, tetrosses, hidrocarbonetos e lipídeos são utilizados apenas por algumas espécies.

4 Conclusão

Nos testes do Zimograma verificou-se que apenas uma levedura não apresentou atividade fermentativa em todas as fontes de carbono. Como já era esperado as demais leveduras fermentaram os carboidratos na seguinte ordem de preferência glicose (96%), sacarose (81%), xilose (62%), maltose (62%) e lactose (38%).

Em relação ao consumo glicose, maltose, xilose, sacarose, lactose, Inositol e glicerol foram assimiladas por todas as leveduras. Cinco leveduras não assimilaram citrato, seis não assimilaram etanol, três não assimilaram metanol, o ácido cítrico não foi assimilado por cinco, o ácido láctico não foi aceito por quatro e o amido rejeitado por apenas duas leveduras.

Os estudos das fontes de carbono e nitrogênio no metabolismo das diferentes leveduras, são importantes na medida em que estes compostos apresentam uma complexidade estrutural e são fontes utilizadas para um bom desempenho metabólico. Além disso possibilitou uma seleção de cepas que será disponibilizada para ser explorada em diversas linhas de pesquisa.

O presente trabalho contribuiu para melhor compreensão sobre o comportamento de diferentes linhagens de leveduras, reforçando como os perfis entre elas são diversos e podem ser explorados para a produção de diferentes produtos biotecnológicos de interesse.

Referências

- ABILHÔA, H.C.Z.; BRAVO, C.E.C.; TONIAL, I.B. Produção de lipídeos por leveduras do gênero *Saccharomyces* spp. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA APLICADA, 2018.
- ALMEIDA, M.B.D. Caracterização de leveduras não-*Saccharomyces* com potencial para a produção de cervejas especiais. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2021.
- BARBOSA, A.S. et al. Utilização do soro como substrato para a produção de aguardente: estudo cinético de produção de etanol. *Rev. Verde Agroecol. Desenvol. Sust. Grupo Verde de Agricultura Alternativa*, n 1, p.7-25, 2010.
- BARRIGA, E.J.C. et al. Yeasts biodiversity and its significance: case studies in natural and human-related environments, ex situ preservation, applications and challenges. In: GRILLO, O.; VENORA, G. *Changing Diversity in Changing Environment*. InTech – Open Access Company, 2011. p.55-86. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/1369>
- BEATO, F.B. et al. Physiology of *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from Brazilian biomes: new insights into biodiversity and industrial applications. *FEMS Yeast Res*, p.1-14, 2016. doi: 10.1093/femsyr/fow076
- BEDÓ, S. et al. Optimized bioconversion of xylose derived from pre-treated crop residues into xylitol by using *Candida boidinii*. *Agronomy*, p.11-79, 2021. doi: 10.3390/agronomy11010079
- CERQUEIRA, K.S. et al. Isolamento e seleção de microrganismos produtores de enzimas elulolíticas Isolation and selection of cellulolytic enzyme-producing microorganisms. *Braz. J. Develop.*, v.8, n.4, p.28693-28699, 2022. doi: 10.34117/bjdv8n4-386
- CHENG, K.K.; CAI, B.Y.; ZHANG, J.A. Sugarcane bagasse hemicellulose hydrolysate for ethanol production by acid recovery process. *Bioch. Eng. J.*, v.38, n.1, p.105-109, 2008. doi: 10.1016/j.bej.2007.07.012
- CRUZ, H.R.D. Avaliação da relação C/N no desempenho da levedura *Saccharomyces cerevisiae* CAT-1. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2021.
- DA SILVA, G.A. et al. História e usos de leveduras: características das leveduras isoladas para a região produtora dos vinhos de altitude de Santa Catarina. Florianópolis: Embrapa Uva e Vinho, 2020. p.153-170.
- DE SOUZA, N.M. et al. Aspectos morfológicos de leveduras isoladas de frutas e flores. *Braz. J. Develop.*, v.7, n.4, p.40309-40319, 2021.
- DUVAL, E.H. et al. Microarray karyotyping of maltose-fermenting *saccharomyces* yeasts with differing maltotriose utilization profiles reveals copy number variation in genes involved in maltose and maltotriose utilization. *J. Appl. Microbiol*, v.109, p.248-259, 2010.
- FADDIN, J.F.M. *Biochemical test for identification of medical bacteria*. Lippincott: Williams & Wilkins, 2000.
- FORTES, F.B.B. Perfil bioquímico de amostras de *Escherichia coli* isoladas de materiais avícolas no estado do Rio Grande do Sul e sua relação com a patogenicidade. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.
- HAS, C. et al. Consensus reclassification of inherited epidermolysis bullosa and other disorders with skin fragility. *Brit. J. Dermatol.*, v.183, n.4, p.614-627, 2020. doi: 10.1111/bjd.18921
- HERNÁNDEZ-PÉREZ, A.F. et al. Sugarcane straw as a feedstock for xylitol production by *Candida guilliermondii* FTI 20037. *Braz. J. Microbiol*, v.47, p.489-496, 2016. doi: 10.1016/j.

bjm.2016.01.019

HUSAIN, Q. Beta galactosidases and their potential applications: a review. *Critical Rev Biotech.*, v.30, p.41-62, 2010.

KUMAR, V. et al. Efficient detoxification of corn cob hydrolysate with ion-exchange resins for enhanced xylitol production by *Candida tropicalis* MTCC 6192. *Biores. Technol.*, v.251, p.416-419, 2018.

KURTZMAN, C.P. *Yamadazyma* Billon-Grand (1989). in: KURTZMAN, C.P.; FELL, J.W.; BOEKHOUT, T. *The yeasts: a taxonomic study*. Amsterdam: Elsevier Science, 2011. p.919-929.

LEONEL, L.V. et al. Valorization of apple pomace using bio-based technology for the production of xylitol and 2G ethanol. *Bioproc. Bios. Eng.*, v.43, p.2153-2163, 2020.

LÓPEZ-LINARES, J.C. et al. Xylitol production by *Debaryomyces hansenii* and *Candida guilliermondii* from rapeseed straw hemicellulosic hydrolysate. *Biores. Technol.*, v.247, p.736-743, 2018.

MADIGAN, M.T. *Microbiologia de Brock*. Porto Alegre : [s.e.], 2016.

MURARI, C.S. et al. Evaluation of the reduction in pollution of dairy products from whey fermentation in ethanol by yeast *Kluyveromyces marxianus* 229. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, v.68, n.393, p.42-50, 2013.

NOVIADI, R.; ZAIRIFUL, Z.; CANDRA, A.A. Improvement of carbon-to-nitrogen (C/N) ratio by making cassava leaf silage and its implications in digestibility in goat. *Bangladesh J. Vet. Med.*, v.15, n.2, p.127-132, 2018.

PALMER, J. J. *How To Brew*. Boulder, Colorado: Brewers Publications, 2006.

PANESAR, P.S; KUMARI, S; PANESAR, R. Potential Applications of Immobilized β - galactosidase in Food Processing Industries, *Enzyme Res.*, p.1-16, 2010.

RAUTIO, J.; LONDESBOROUGH, J. Maltose transport by brewer's yeasts in brewer's wort. *J. Inst. Brewing*, v.109, n.3,

p.251-261, 2003.

SANTANA, N.B. et al. Production of xylitol and biodegradation of cocoa pod husk hemicellulose hydrolysate by *Candida boidinii* XM02G. *PLoS One* 2018, 13, e0195206, 2018. doi: 10.1371/journal.pone.0195206

STAMBUK, B.U. et al. Improvement of maltotriose fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Lett. Appl. Microbiol.*, v.43, p.370-376, 2006. doi: 10.1111/j.1472-765X.2006.01982.x

TORTORA, G.J.; CASE, C.L.; FUNKE, B.R. *Microbiologia*. São Paulo: Artmed, 2016.

VERAS, H. C.T.; PARACHIN, N.S.; ALMEIDA, J.R.M., Comparative assessment of fermentative capacity of different xylose-consuming yeasts *microb. Cell fact*, v.16, p.153, 2017.

WANNAWILAI, S.; SIRISANSANEEYAKUL, S. Economical production of xylitol from *Candida magnolia* TISTR 5663 using sugarcane bagasse hydrolysate. *Kasetsart J. Nat. Sci*, v.49, p.583-596, 2015.

WEST, T.P. Xylitol Production by *Candida* Species from Hydrolysates of Agricultural Residues and Grasses. *Fermentation*, v.7, n.4, p. 243, 2021.

WHITE, C.; ZAINSCHEFF, J. *Yeast: the practical guide to beer fermentation*. Brewers Publications, 2010.

YU, Q., XU, C., ZHUANG, X., YUAN, Z., HE, M., ZHOU, G. Xylo-oligosaccharides and ethanol production from liquid hot water hydrolysate of sugarcane bagasse. *BioRes.*, v.10, n.1, p.30-40, 2015.

ZASTROW, C.R. et al. Maltotriose fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*. v. 27, p. 34- 38, jul. 2001.

ZASTROW, C.R. et al. Maltotriose metabolism by *Saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnol. Lett.*, v.22, p.455-459, 2000.

ZASTROW, C.R. et al. Maltotriose fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, v.27, p.4-38, 2001.