



REVISTA OWL (OWL Journal)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

MINI REVISÃO: LEVEDURAS NÃO-CONVENCIONAIS COM POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO PARA APLICAÇÃO DE BIOINSUMOS

MINI REVIEW: NON-CONVENTIONAL YEASTS WITH BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL FOR THE APPLICATION OF BIO-INPUTS

DOI: 10.5281/zenodo.8271234

Carlos Emanuel Vieira Flores Soares¹

RESUMO: Leveduras não-convencionais possuem potencial biotecnológico para atuarem no mercado da agricultura brasileira como biofertilizantes, de forma a atuarem como promotoras de crescimento vegetal e como organismos de controle de fitopatógenos como o mofo branco. O objetivo desta mini revisão foi apresentar um breve levantamento da literatura sobre espécies de leveduras já conhecidas que apresentem atividade de bioestimulantes e biofungicida e demonstrar seu potencial biotecnológico, para a agricultura brasileira. A metodologia utilizada foi por um levantamento bibliográfico em periódicos que publicaram no período de 1997 até 2023 em plataformas de busca, focado em artigos de relevância sobre o tema. Os resultados obtidos por este levantamento demonstraram as principais espécies de leveduras já descritas na literatura, bem como seus potenciais de aplicações na agricultura e testes em casa de vegetação e *in vitro*, mecanismos de ação de biocontrole e principais fungos fitopatógenos combatidos.

Palavras-chaves: Leveduras não-convencionais; Bioestimulantes; Biofungicidas; Fitopatógenos; Agricultura Brasileira;

ABSTRACT: Non-conventional yeasts have biotechnological potential to act in the Brazilian agricultural market as biofertilizers, in order to act as plant growth promoters and as phytopathogen control organisms such as white mold. The objective of this mini-review was to present a brief survey of the literature on known yeast species that present biostimulant and biofungicide activity and demonstrate their biotechnological potential for Brazilian agriculture. The methodology used was a bibliographic survey in journals that published from 1997 to 2023 on search engines, focused on relevant articles on the subject. The results obtained by this survey demonstrated the main species of yeast already described in the literature, as well as their potential applications in agriculture and tests

¹ Biólogo. Doutor em Tecnologias Químicas e Biológicas (UnB). Diretor de PD&I e Coordenador do Departamento de Microbiologia Agrícola e Bioprocessos da CES My Tech.



in a greenhouse and in vitro, mechanisms of biocontrol action and main phytopathogenic fungi combated.

Keywords: Non-conventional yeasts; Biostimulants; Biofungicide; Phytopathogens; Brazilian agriculture.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de biofertilizantes vem crescendo como alternativa ao uso de pesticidas químicos como mecanismo de reduzir os efeitos nocivos que os fertilizantes apresentam em larga escala nos cultivos agrícolas (COELHO et al., 2020).

Nas lavouras brasileiras o uso de biofertilizantes foram capazes de aumentar o crescimento vegetal das plantas, estimulando seus princípios ativos e promovendo disponibilidades de nutrientes de forma a otimizar a absorção dos mesmos, sendo diferentes espécies apresentando potencial biotecnológicos que possam ser aplicados como estimulantes em diversas espécies de plantas cultiváveis como o tabaco, o tomate, a soja, o milho e a cana-de-açúcar (ALSHALLASH et al., 2022; BRIGHT et al., 2022).

O uso de microrganismos como biofertilizantes promovem o estímulo de crescimento das plantas, fornecendo nutrientes como vitaminas e aminoácidos que as plantas necessitam aumentando a eficiência da absorção e nível de suprimento dos nutrientes para as plantas, levando a um o melhoramento e desenvolvimento direto do sistema radicular das plantas (EL-MARAGHY; TOHAMY; HUSSEIN, 2020; EL-SERAFY et al., 2021).

Nesse aspecto as leveduras, que são encontradas na rizosfera do solo apresentam alto potencial biotecnológico para serem utilizadas como promotoras de crescimento vegetal e com ações antifúngicas, o que permite a diminuição e a dependência de pesticidas químicos em cultivos agrícolas de diferentes portes (AMPRAYN et al., 2012).

Leveduras promotoras de crescimento vegetal são capazes de se adaptar a diferentes condições do solo, incluindo a capacidade de colonizar a rizosfera, região onde estão localizadas as raízes das plantas (BOTHÁ, 2011; CLOETE et al., 2009).



Alguns registros de promoção de crescimento vegetal ocasionado por leveduras indicam que esse tipo de microrganismos realiza mecanismos como a solubilização de fosfato, a produção de fitormônios ácido indolacético (AIA), a oxidação de nitrogênio e enxofre, a promoção de micorrizas como promoção da colonização, além das suas atividades antifúngicas que são utilizadas como biocontroles contra espécies patogênicas de fungos filamentosos (DIOUF; DIOP; NDOYE, 2003; EL-TARABILY; SIVASITHAMPARAM, 2006; KUMAR; SINGH, 2001).

2 METODOLOGIA

Esta mini revisão bibliográfica foi realizada com base no levantamento da literatura em periódicos nacionais e internacionais agrupando em um período de tempo desde 1997 até 2023 buscando nas plataformas de busca mais conhecidas como SciELO, Google Acadêmico, CAPES Periódicos, ELSEVIER e SCOPUS, buscando focar nos artigos mais relevantes sobre o tema. Ao todo foram levantados para revisão um total de 75 trabalhos e selecionados cerca de 19 espécies principais de leveduras já estudadas na literatura sobre o tema (DE LUNETTA, 2023).

3 PROBLEMÁTICAS ATUAIS DA AGRICULTURA BRASILEIRA

No Brasil, a crescente demanda por diferentes tipos de alimentos orgânicos se tornou um setor estratégico para a agricultura brasileira. Essa demanda deriva de uma tendência de uma estabilidade futura para os próximos 10 anos a partir do consumo *per capita* de produtos agrícolas orgânicos como cereais, raízes e carnes (BISPO, 2022; MAPA, 2020).

A grande problemática atual da agricultura brasileira em se lidar com a contaminação os principais patógenos que trazem prejuízo para as lavouras de soja, cana-de-açúcar e outras espécies são causadas pelas espécies de fungos filamentosos *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo



branco), *Fusarium sp.* e *Macrophomina sp.* (DURÉ et al., 2022; IGNATOVA et al., 2015; NAFADY et al., 2019).

Em destaque o combate ao mofo-branco torna-se indispensável uma vez que devido a sua capacidade de produzir escleródios com alta variabilidade genética, além de não terem afetados de maneira eficiente por pesticidas, que acabam prejudicando o meio ambiente e promovendo riscos à saúde humana (FERRAZ et al., 2003; MORANDI; BETTIOL, 2008).

Esse fungo é problemático devido sua alta capacidade de transmissão, que ocorre principalmente pelo contágio entre sementes contaminadas com micélios fúngicos de *S. sclerotiorum* ((BOLTON; THOMMA; NELSON, 2006). Quando presentes no solo este fungo fitopatogênico do mofo-branco é capaz de germinar e se proliferar seus ascósporos em quantidade elevada e acaba por sua vez agindo como mecanismos inicial de contaminação, podendo levar ao prejuízo total das lavouras (SPANHOL, 2017).

3 LEVEDURAS NÃO-CONVENCIONAIS COM POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO

O termo leveduras não-convencionais ou leveduras não-*Saccharomyces* é um termo em que se aplica ao grupo de leveduras que não identificadas com o gênero *Saccharomyces*, mas apresentam um alto potencial biotecnológico para a produção de compostos de interesse de acordo com as fontes de carbono disponíveis para o seu metabolismo, podendo produzir compostos como etanol e xilitol a partir do consumo de xilose proveniente de resíduos agroindustriais como o bagaço da cana-de-açúcar (SOARES; BERGMANN; DE ALMEIDA, 2021;).

Esse grupo de leveduras não-convencionais são encontrados em sua grande maioria na rizosfera. Além de leveduras também é possível encontrar diferentes tipos de microrganismos que podem ser de natureza benéfica, patogênica ou que não afetam de nenhuma maneira as raízes das plantas presentes nesse local (SPENCER; RAGOUT DE SPENCER; LALUCE, 2002).



Neste sentido algumas espécies de leveduras possuem atividades de promoção de crescimento vegetal, ou seja, apresentam atividades de bioestimulantes, sendo importantes para a manutenção e fertilidade do solo (FAWZY; HARIDY; ABD EL-BAKI, 2022).

Leveduras então apresentam além de potenciais fermentativos para indústria de alimentos, potenciais de aplicações como biofertilizantes, podendo vir a ser mais um tipo de bioinsumos a ser explorado pelos setores agrícolas.

3.1 LEVEDURAS NÃO-CONVENCIONAIS COMO BIOFERTILIZANTES

As leveduras das classes *Ascomycota* e *Basidiomycota* são simbióticas ou mutualísticas com a endosfera da planta, além disso as leveduras requerem nutrientes simples o que permite sua população ser maior e mais ativa como biofertilizantes na rizosfera do que no solo (AMPRAYN et al., 2012).

A inoculação de plantas com microrganismos benéficos influencia o crescimento das plantas, controlando seus patógenos, aumentando a eficiência do uso de fertilizantes inorgânicos e melhorando a resistência a estresses abióticos, como seca e salinidade (CARRARO, 2022; CAVALCANTI et al., 2020).

Em geral as leveduras que ocupam a rizosfera realizam mecanismos que estimulam a promoção do crescimento vegetal e dentre suas estratégias estão a oxidação de nitrogênio e enxofre, a produção e disposição de nutrientes como aminoácidos e vitaminas, produção de fito hormônios, que permitem a planta obter uma maior absorção dos nutrientes disponibilizados do solo e garantindo assim um crescimento significativo em suas estruturas (FU et al., 2016; LIU et al., 2016; NAFADY et al., 2019).

Essas características de bioestimulantes, aumenta significativamente a imunidade da planta para lidar com os estresses bióticos e abióticos provocados por mudanças climáticas ou fungos patógenos (ABDEL-KAREEM; ZOHRI; NASR, 2021; FAWZY; HARIDY; ABD EL-BAKI, 2022; FU et al., 2016).

Apesar de ainda não ser totalmente elucidado como ocorre esses mecanismos de estímulos de crescimento vegetal, estudos com microrganismos como biofertilizantes, ou seja,



que exerçam atividades de bioestimulantes e biofungicidas, já são utilizados em lavouras brasileiras por meio da aplicação de bactérias sendo as espécies mais comuns utilizadas são do gênero *Bacillus* e *Pseudomonas* e fungos filamentosos, sendo as espécies de *Trichoderma* spp. que atuam no estímulo de crescimento de cultivos como a cana-de-açúcar, soja, milho e feijão, tomates e entre outros cultivos (ADEDAYO; BABALOLA, 2023; BAHIA, 2017; LANNA-FILHO; FERRO; PINHO, 2010; SPANHOL, 2017).

No entanto ainda é pouco explorado no Brasil o uso de microrganismos alternativos como as leveduras não-convencionais, que são leveduras encontradas na natureza com potencial biotecnológico, mas que não estão completamente descritas na literatura (SOARES, 2020).

A identificação, isolamento e a caracterização de diferentes espécies de leveduras não-convencionais, reduz a necessidade da manipulação e liberação de organismos geneticamente modificados (OGM) no ambiente, gerando um menor impacto ambiental e podendo obter melhores resultados quanto a lucratividade e produtividade dos setores agrícolas (MISHRA; ARORA, 2016; MUKHERJEE et al., 2017).

Leveduras como biofertilizantes (fertilizantes a base de microrganismos), são uma fonte renovável, eficazes contra seus principais patógenos, são eficientes microrganismos que possuem potencial biotecnológico para atuarem como bioestimulantes e biofungicidas (MUKHERJEE; SEN, 2015; PERROT et al., 2009; RUYTERS et al., 2015).

A aplicação de leveduras como biofertilizantes possuem um baixo custo de nutrientes para seu desenvolvimento, bem como pode ser produzido em larga escala por técnicas de bioprocessos em biorreatores de escala laboratorial (MUKHERJEE et al., 2020; SAAD-ALLAH; FETOUH; ELHAAK, 2017; SILAMBARASAN; VANGNAI, 2017).

3.2 ATIVIDADES DE BIOESTIMULANTES E BIOFUNGICIDAS POR LEVEDURAS NÃO-CONVENCIONAIS

Leveduras de diferentes espécies podem ser aplicadas como agentes de biocontroles agrícolas para a preservação de plantios em campo e comunidades naturais, além de ensaio



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

em ambientes controlados em laboratórios e casas de vegetação (AGAMY; HASHEM; ALAMRI, 2012).

O uso de leveduras como biofertilizantes e biofungicidas garante uma proteção ao solo, que evita a dependência direta de fertilizantes químicos que são em sua grande maioria nocivos ao meio ambiente e a saúde humana (ABO-ELYOUSR; MOHAMED, 2009; BAGY et al., 2023).

Quando aplicadas nos cultivos agrícolas, o uso de leveduras como biocontroles principalmente com atividades de bioestimulantes, provoca um aumento na germinação na biomassa e no comprimento geral das mudas, permitindo um crescimento de maneira significativa, uma vez que é detectado uma maior produtividade da fotossíntese (NAFADY et al., 2019).

O potencial das leveduras não-convencionais quanto a sua capacidade de atuar na promoção de crescimento vegetal sempre foi questionado uma vez que por serem comparadas com fungos *Ascomycetos* fermentadores que por sua vez colonizaram apenas a superfície do solo por apresentarem substratos ricos em nutrientes encontrados em flores e frutos (YURKOV, 2018).

Quando comparadas a diversidade de leveduras não-convencionais com a diversidade de fungos filamentosos e bactérias seus números se mostram baixos nas maiorias dos solos, o que limitou os avanços nos estudos de leveduras com potenciais biotecnológicos para serem cultivadas e aplicadas como insumos biológicos na agricultura (STARMER; LACHANCE, 2011).

No entanto revisões mais recentes mostraram que a diversidade de leveduras não-convencionais na camada da rizosfera é tão importante quanto a de bactérias e fungos e que além de tudo suas aplicações biotecnológicas podem ser valiosas e possivelmente insumos biológicos de mais valia (BOTHÁ, 2011; YURKOV, 2018; MUKHERJEE et al., 2020).

Entre as principais espécies de leveduras avaliadas por diferentes estudos da literatura vale ressaltar que grande parte dessas espécies possuem atividade de antagonismos, como por exemplo, atividade de antibiose por meio da produção de enzimas β -1,3



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

glucanases e metabólitos voláteis como alguns ácidos carboxílicos (ácidos orgânicos) que podem influenciar direta ou indiretamente nas suas capacidades de estímulos de promoção de crescimento vegetal ou nas suas atividade de biofungicidas para controle direto de fungos fitopatógenos (SOUZA, 2017).

A tabela 1 demonstra o levantamento dos principais trabalhos que obtiveram sucesso na aplicação de leveduras em cultivos agrícolas, demonstrando suas capacidades de atividade como: bioestimulantes e biofungicidas, indicando também as principais metodologias de cultivo e identificação, além de avaliação de desempenho, utilizadas para determinar a eficiência do uso das espécies de leveduras estudada.



REVISTA OWL (OWL Journal)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

Tabela 1. Espécies de leveduras registradas na literatura que apresentam atividade de como bioestimulantes e biofungicida.

Levedura.	Espécie Vegetal Alvo	Fitopatógeno combatido	Atividade da Levedura	Metodologia de Cultivo	Avaliação de Desempenho	Referência
<i>Candida sp.</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	n.a	Bioestimulantes	Cultivo <i>In vitro</i> em meio YPED, na presença de composto tóxico 4-NA	18S rRNA com regiões NS1 e NS8	SILAMBARAS AN; VANGNAI, 2017
<i>Candia tropicalis</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Fusarium sp.</i>	Bioestimulante e Biofungicida	Cultivo <i>In Vitro</i>	rDNA com regiões ITS1 e ITS4	MUKHERJEE; SEN, 2015
<i>Candida orthopsilosis</i>	<i>Zearalenone</i>	<i>Fusarium sp.</i>	Bioestimulante e Biofungicida		ZOHRI; NASR, 2021	
<i>Pichia guilliermondii</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Biofungicida	Solo enriquecido com Extrato de levedura	Crescimento Vegetal, sequência do rDNA do solo e Produção de AIA	EL-TARABILY et al., 200
<i>Candida Valida</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Penicillium expansum</i>	Biofungicida		Produção de AIA	WISNIEWSKI et al., 1991
<i>Pichia stipitis</i>	<i>Cocoa</i>	<i>M. perniciosa</i>	Biofungicidas	Cultivo <i>In Vitro</i>	Crescimento Vegetal	BOTHA, 2011
<i>Papiliotrema flavescens,</i>	<i>Anacardium humile Mart.</i>	n.a	Bioestimulantes		Produção enzimática e metagenômica	VALE et al., 2021
<i>Galactomyces geotrichum</i>	<i>(Allium cepa L.)</i>	<i>Aspergillus niger</i>	Biofungicidas	Cultivo <i>In vitro</i>	Metagenômica	BAGY et al., 2023
<i>Metschnikowia spp.,</i>	<i>Malus domestica Borkh</i>	<i>Penicillium expansum,</i>	Biofungicida		Aplicação Foliar e metagenômica	ZHANG et al., 2020

n.a.: Não avaliado / Não se aplica.



REVISTA OWL (OWL Journal)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

Tabela 1. Espécies de leveduras registradas na literatura que apresentam atividade de como bioestimulantes e biofungicida (Continuação).

Levedura.	Espécie Vegetal Alvo	Fitopatógeno combatido	Atividade da Levedura	Metodologia de Cultivo	Avaliação de Desempenho	Referência
<i>Pachytichospora transvaalensis</i>	<i>Beta vulgaris L.</i>	n.a.	Bioestimulantes	Cultivo de Sementes e Tratamento com Leveduras	Crescimento Vegetal, e Metabólitos AIA	AGAMY et al., 2012
<i>Pichia membranifaciens</i>	<i>Solanum lycopersicum</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	Biofungicida	Inóculo da levedura em sementes cultivadas em casa de vegetação	Crescimento Vegetal, Metagenômica e Metabólitos AIA	ABO-ELYOUSR; et al., 2009
<i>Tilletiopsis derx spp.</i>	<i>S. lycopersicum</i>	<i>B. cinerea</i>	Biofungicida	Inóculo de colônias e secreção de substâncias antifúngicas produzidas pela levedura juntamente ao cultivo das plantas.	Crescimento Vegetal, Metagenômica e Metabólitos AIA	PUNJA, 1997
<i>Rhodotorula glutinis</i>	<i>Glycine max L.</i>	n.a.	Bioestimulantes	Inóculo de leveduras com adição de triptofano nos cultivos de milho em casa de vegetação	Produção de AIA	NASSAR et al., 2005
<i>Williopsis saturnus</i>	<i>Zea mays L.</i>	n.a.	Bioestimulantes	Inóculo de leveduras com adição de triptofano nos cultivos de milho em casa de vegetação	Produção de AIA	NASSAR et al., 2005
<i>Torulaspota gloobosa</i>	cv. <i>Crocantela</i>	n.a.	Bioestimulantes	Inoculação da levedura rizosfera no cultivo de alface.	Produtividade e tempo de cultivo	CABRINI et al., 2019
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Cucumis sativus L.</i>	n.a.	Bioestimulantes	Cultivo de Sementes e Tratamento com leveduras	Produção de AIA	KANG et al., 2015
<i>Candida tropicalis</i>	<i>Oryza sativa</i>	n.a.	Bioestimulantes	Inóculo de levedura na rizosfera do arroz durante cultivo	Crescimento Vegetal, e Produção de AIA	MUKHERJEE & SEN, 2014
<i>Vishniacozyma victoriae</i> ,	<i>Tilletia</i>	<i>Fusarium sp.</i>	Biofungicida	Aplicação Foliar e cultivo de Sementes	Metagenômica e Controle de Patógeno	VUJANOVIC,



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Drosera spatulata</i> Lab.	n.a	Bioestimulantes	Cultivo <i>in vitro</i>	Produção de AIA e Sideróforos, Solubilização de Nutrientes.	Fu et al., 2016.
--------------------------------	----------------------------------	-----	-----------------	-------------------------	---	------------------

n.a.: Não avaliado / Não se aplica.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dessa revisão sobre o tema de leveduras não-convencionais com potencial biotecnológico para aplicação na forma de bioestimulantes e biofungicidas e sua importância para as atividades agrícolas brasileiras foi possível levantar uma série de espécies de leveduras que já tiveram seus potenciais avaliados previamente na literatura.

Dentre as mais diferentes espécies apresentadas neste trabalho, destacam-se as leveduras não-convencionais dos gêneros *Pichia* e *Cândida* que se mostraram um grupo diversos com espécies que com capacidade de atuação de bioestimulantes para os grupos de cultivos variados e biofungicidas e contra fungos fitopatógenos de *Fusarium sp.*

Destacam-se também as leveduras *Tilletiopsis derx spp.* e *P. transvaalensis* por sua capacidade de biofungicida contra fungos *Fusarium sp.* e *B. cinerea*. Além disso as espécies *C. tropicalis* e *T. globosa* são excelentes modelos de estudos para o cultivo agrícola por serem boas produtoras de fito hormônios e compostos AIA que são essenciais para as atividades de promoção de crescimento vegetal.

A diversidade de espécies de leveduras capazes de realizar a promoção de crescimento vegetal e ações de biocontrole de fitopatógenos, demonstra a importância dos setores de microbiologia agrícola e ambiental em investir em pesquisas de desenvolvimento e inovação para acompanhar o crescimento do mercado global de bioinsumos, visando o fortalecimento do mercado interno a base de microrganismos para a agroindústria.

Nesse aspecto conclui-se que estudos envolvendo o uso de leveduras não-convencionais com potencial biotecnológico são necessários e de alta importância para o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável e que trará benefícios sociais e ambientais para o mercado brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABDEL-KAREEM, M. M.; ZOHRI, A. N. A.; NASR, S. A. E. M. E. Novel marine yeast strains as plant growth-promoting agents improve defense in wheat (*Triticum aestivum*)



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

against *Fusarium oxysporum*. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 128, n. 4, p. 973–988, 2021.

ABO-ELYOUSR, K. A. M.; MOHAMED, H. M. Biological control of *Fusarium wilt* in Tomato by Plant Growth-Promoting Yeast and Rhizobacteria. **The Plant Pathology Journal**, v. 25, n. 2, p. 199–204, 2009.

ADEDAYO, A. A.; BABALOLA, O. O. Fungi That Promote Plant Growth in the Rhizosphere Boost Crop Growth. **Journal of Fungi**, v. 9, n. 2, 2023.

AGAMY, R.; HASHEM, M.; ALAMRI, S. Effect of soil amendment with yeasts as bio-fertilizers on the growth and productivity of sugar beet. **African Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 49, p. 6613–6623, 2012.

ALSHALLASH, K. S. et al. Biostimulation of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. with Different Yeast Strains: Morphological Performance, Productivity, Phenotypic Plasticity, and Antioxidant Activity. **Horticulturae**, v. 8, n. 10, 2022.

AMPRAYN, K. O. et al. Plant growth promoting characteristics of soil yeast (*Candida tropicalis* HY) and its effectiveness for promoting rice growth. **Applied Soil Ecology**, v. 61, p. 295–299, 2012.

BAGY, H. M. M. K. et al. Development of antagonistic yeasts for controlling black mold disease of onion. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 33, n. 1, 2023.

BAHIA, P. P. **Desenvolvimento de Bioprocessos para Produção de Inoculante de Cana-de-açúcar através do Co-Cultivo das Espécies *Herbaspirillum seropedicae* BR11335 e *H. rubrisubalbican* BR11504**. [s.l.] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017.

BISPO, R. L. B. **Isolamento e Seleção de Leveduras Promotoras de Crescimento Vegetal de Solo Sob Cultivo de Milho Orgânico**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2022.

BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: Biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. **Molecular Plant Pathology**, v. 7, n. 1, p. 1–16, 2006.

BOTHA, A. The importance and ecology of yeasts in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 43, n. 1, p. 1–8, 2011.

BRIGHT, J. P. et al. Seed-borne Probiotic Yeasts Foster Plant Growth and Elicit Health Protection in Black Gram (*Vigna mungo* L.). **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 8, p. 1–18, 2022.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

CABRINI, P. G.; SALA, F. C.; MAGRI, M. M. R. *Torulaspota globosa*: rhizosphere yeast promoting lettuce growth on seedlings and under field conditions. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 266–271, jul. 2019.

CARRARO, B. P. **Exsudado do Cultivo da Levedura *Rhodotorula glutinis* no Potencial Fisiológico e Armazenamento de Sementes de Soja**. [s.l.] Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2022.

CAVALCANTI, V. P. et al. Yeasts and *Bacillus spp.* as potential biocontrol agents of *Sclerotinia sclerotiorum* in garlic. **Scientia Horticulturae**, v. 261, n. October 2019, p. 108931, 2020.

CLOETE, K. J. et al. Evidence of symbiosis between the soil yeast *cryptococcus laurentii* and a sclerophyllous medicinal shrub, *agathosma betulina* (berg.) pillans. **Microbial Ecology**, v. 57, n. 4, p. 624–632, 2009.

COELHO, L. G. F. et al. Yeast communities structure in fruits of different native plant species of brazilian Cerrado. **Revista de Biologia Neotropical / Journal of Neotropical Biology**, v. 17, n. 1, p. 35–46, 23 abr. 2020.

DE LUNETTA, Avaetê; GUERRA, Rodrigues. METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA E ACADÊMICA. **Revista OWL (OWL Journal)**, v. 1, n. 2, p. 149-159, 2023.

DIOUF, D.; DIOP, T. A.; NDOYE, I. Actinorhizal, mycorrhizal and rhizobial symbioses: How much do we know? **African Journal of Biotechnology**, v. 2, n. 1, p. 1–7, 2003.

DO VALE, H. M. M. et al. Yeasts in native fruits from brazilian neotropical savannah: Occurrence, diversity and enzymatic potential. **Biota Neotropica**, v. 21, n. 4, 2021.

DURÉ, L. M. M. et al. Bacillus strains with potential for growth promotion and control of white mold in soybean. **Biologia**, v. 77, n. 11, p. 3305–3317, 2022.

EL-MARAGHY, S. S.; TOHAMY, T. A.; HUSSEIN, K. A. Expression of SidD gene and physiological characterization of the rhizosphere plant growth-promoting yeasts. **Heliyon**, v. 6, n. 7, p. e04384, 2020.

EL-SERAFY, R. S. et al. Can yeast extract and chitosan-oligosaccharide improve fruit yield and modify the pharmaceutical active ingredients of organic fennel? **Industrial Crops and Products**, v. 173, n. September, p. 114130, 2021.

EL-TARABILY, K. A.; SIVASITHAMPARAM, K. Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters. **Mycoscience**, v. 47, n. 1, p. 25–35, 2006.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

FAWZY, E.; HARIDY, M.; ABD EL-BAKI, G. Potentiality of some yeast species for promotion of growth and productivity of Soybean plants (*Glycine max. L.*). **Journal of advanced Biomedical and Pharmaceutical Sciences**, v. 5, n. 2, p. 64–78, 2022.

FERRAZ, L. C. L. et al. Viabilidade de *Sclerotinia sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 17–26, 2003.

FU, S. F. et al. Plant growth-promoting traits of yeasts isolated from the phyllosphere and rhizosphere of *Drosera spatulata* Lab. **Fungal Biology**, v. 120, n. 3, p. 433–448, 2016.

IGNATOVA, L. V. et al. Plant growth-promoting and antifungal activity of yeasts from dark chestnut soil. **Microbiological Research**, v. 175, p. 78–83, 2015.

KANG, S. M. et al. Cucumber performance is improved by inoculation with plant growth-promoting microorganisms. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science**, v. 65, n. 1, p. 36–44, 2015.

KUMAR, V.; SINGH, K. P. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. **Bioresource Technology**, v. 76, n. 2, p. 173–175, 2001.

LANNA-FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. DE. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 4, n. 2, p. 12–20, 2010.

LIU, W. et al. Characteristics of metal-tolerant plant growth-promoting yeast (*Cryptococcus* sp. NSE1) and its influence on Cd hyperaccumulator *Sedum plumbizincicola*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 23, n. 18, p. 18621–18629, 2016.

MAPA. **O mercado de bio defensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano.** Disponível em: <<https://maissoja.com.br/mercado-de-bio defensivos-cresce-mais-de-70-no-brasil-em-um-ano/%0Ahttps://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/feffmercado-de-bio defensivos-cresce-em-mais-de-50-no-brasil>>. Acesso em: 12 mar. 2023.

MISHRA, J.; ARORA, N. K. **Bioformulations: for Sustainable Agriculture.** New Delhi: Springer India, 2016.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle Biológico de Doenças de Plantas no Brasil. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, p. 7–15, 2008.

MUKHERJEE, A. et al. Yeast a potential bio-agent: future for plant growth and postharvest disease management for sustainable agriculture. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 104, n. 4, p. 1497–1510, 2020.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

MUKHERJEE, S.; SEN, S. K. Exploration of novel rhizospheric yeast isolate as fertilizing soil inoculant for improvement of maize cultivation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 7, p. 1491–1499, 2015.

MUKHERJEE, V. et al. Phenotypic landscape of non-conventional yeast species for different stress tolerance traits desirable in bioethanol fermentation. **Biotechnology for Biofuels**, v. 10, n. 1, p. 1–19, 2017.

NAFADY, N. A. et al. The combined effect of arbuscular mycorrhizae and plant-growth-promoting yeast improves sunflower defense against *Macrophomina phaseolina* diseases. **Biological Control**, v. 138, n. April, p. 104049, 2019.

NASSAR, A.; EL-TARABILY, K.; SIVASITHAMPARAM, K. Promotion of plant growth by an auxin-producing isolate of the yeast *Williopsis saturnus* endophytic in maize (*Zea mays* L.) roots. **Biology Fertility Soils**, v.42, p.97–108, 2005.

PERROT, M. et al. Yeast proteome map (last update). **Proteomics**, v. 9, n. 20, p. 4669–4673, 2009.

PUNJA, Z. K. Comparative efficacy of bacteria, fungi, and yeasts as biological control agents for diseases of vegetable crops. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 19, n. 3, p. 315–323, set. 1997.

RUYTERS, S. et al. Assessing the potential of wild yeasts for bioethanol production. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 42, n. 1, p. 39–48, 2015.

SAAD-ALLAH, K. M.; FETOUH, M. I.; ELHAAK, M. A. Induction of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn) growth and phytochemicals production by natural stimulants. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 6, p. 101–110, 2017.

SILAMBARASAN, S.; VANGNAI, A. S. Plant-growth promoting *Candida* sp. AVGB4 with capability of 4-nitroaniline biodegradation under drought stress. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 139, n. February, p. 472–480, 2017.

SOARES, C. E. V. F. **Caracterização Fisiológica e Comparação de Leveduras *Saccharomyces* e Não-*Saccharomyces* na Presença de Diferentes Inibidores Presentes no Hidrolisado Lignocelulósico**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2020.

SOARES, C. E. V. F.; BERGMANN, J. C.; DE ALMEIDA, J. R. M. Variable and dose-dependent response of *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeasts toward lignocellulosic hydrolysate inhibitors. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 52, n. 2, p. 575–586, 6 jun. 2021.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

SOUZA, B. R. **Análise Da Tolerância Aos Ácidos Carboxílicos Por Leveduras Potencialmente Utilizadas Na Produção De Etanol De Segunda Geração.** [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

SPANHOL, D. P. **Potencial de Bactérias para Promoção do Crescimento Vegetal e Produção de Compostos Relacionados ao Sistema de Defesa em Plantas de Soja.** [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2017.

SPENCER, J.; RAGOUT DE SPENCER, A.; LALUCE, C. Non-conventional yeasts. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 58, n. 2, p. 147–156, 2002.

STARMER, W. T.; LACHANCE, M. A. Yeast ecology. **The Yeasts**, v. 1, n. 1987, p. 65–83, 2011.

WISNIEWSKI, M. et al. The use of yeast *Pichia guilliermondii* as a biocontrol agent: characterization of attachment to *Botrytis cinerea*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 39, p. 245–258, 1991.

YURKOV, A. M. Yeasts of the soil – obscure but precious. **Yeast**, v. 35, n. 5, p. 369–378, 2018.

ZHANG, X. et al. Antagonistic yeasts: A promising alternative to chemical fungicides for controlling postharvest decay of fruit. **Journal of Fungi**, v. 6, n. 3, p. 1–15, 2020

Recebido em: 15/08/2023

Aprovado em: 18/08/2023

Publicado em: 21/08/2023