Revista Macambira

Bioprospecção de fungos benéficos em pequenas propriedades agrícolas no semiárido baiano

Marcos Paulo Leite da Silva[1]*, Lívio da Silva Amaral[2], Djalma Moreira Santana Filho[3], Cristiane Aparecida Milagres[4], Jéssica Aline Santos da Cruz[5]

RESUMO

Melhorar a produção agrícola em quantidade e qualidade é um objetivo desafiador em todo lugar onde a agricultura é praticada, sobretudo quando o agricultor não é assistido e não tem acesso a tecnologias que poderiam ajudá-lo a produzir. Essa é a realidade de mais de 2.200 estabelecimentos agrícolas do município de Xique-Xique (BA). Como alternativa, este trabalho teve como objetivo utilizar uma tecnologia de baixo custo para coletar, isolar, caracterizar e identificar fungos benéficos para a agricultura. A metodologia foi aplicada em pequenas propriedades agrícolas e em mata nativa, e os fungos foram coletados, identificados e armazenados. Os fungos coletados pertencem ao gênero *Aspergillus*, havendo também a presença de um fungo pertencente ao subfilo *Mucoromycotina*, ambos conhecidos como decompositores de matéria orgânica do solo. A aplicação desta tecnologia permitirá coletar fungos benéficos para a agricultura de forma simples e barata.

Palavras-chave: *Aspergillus, Mucoromycotina,* Bioinsumos.

Bioprospection of beneficial fungi in small agricultural properties in Bahian semi-arid

ABSTRACT

Improving agricultural production in quantity and quality is a challenging objective everywhere agriculture is practiced, especially when farmers are not assisted and do not have access to technologies that could help them to produce. This is the reality of more than 2,200 agricultural establishments in the municipality of Xique-Xique (BA). As an alternative, this paper aimed to use a low-cost technology to collect, isolate, characterize, and identify agricultural beneficial fungi. The methodology was applied in small agricultural properties and in native forest. The fungi were collected, identified and stored. The fungi collected belong to the genus *Aspergillus*, and there is also the presence of a fungus belonging to the subphylum *Mucoromycotina*, both known as soil organic matter decomposers. The application of this technology will make it possible to collect beneficial fungi for agriculture in a simple and cheap way.

Keywords: *Aspergillus, Mucoromycotina,* Bioinputs.

INTRODUÇÃO

[1] Doutor e Mestre em Ciências Agrárias, Engenheiro agrônomo. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Xique-Xique. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8509-8339. *Autor correspondente: marcos.leite@ifbaiano.edu.br.

[2] Graduado em Agronomia, Mestre e Doutor em Fitopatologia Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa, Mestre e Doutor em Fitopatologia pela mesma instituição. Professor EBTT no Instituto Federal do Triângulo Mineiro campus Ituiutaba. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5548-4730.

[3] Doutor em Ciências Agrárias, Mestre em Microbiologia agrícola, Engenheiro agrônomo. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Itapetinga. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9577-5938.

[4] Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa e Mestre em Fitopatologia pela mesma instituição. Atuou como Analista de Laboratório na MSM Indústria e Comércio, e como Coordenadora de Pesquisa e Desenvolvimento na Leaves Engenharia (UFV). ORCID: https://orcid.org/0009-0008-5752-4901.

[5] Técnica em Meio Ambiente pelo IF Baiano Campus Xique-Xique e cursando a graduação de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade do Estado da Bahia - UNEB *Campus* Xique-Xique-BA. ORCID: https://orcid.org/0009-0000-5037-2927.

ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.965.

Localizado na Mesorregião do Vale São-Franciscano da Bahia, o município de Xique-Xique possui uma população de 44.757 habitantes e uma área de 550.230 ha (CIDADE BRASIL, 2021). Os estabelecimentos agropecuários ocupam 74.095 ha da área do município, sendo a maior parte destinada à pecuária (aproximadamente 24.500 ha de pastagens), seguida pelos sistemas agroflorestais (21.640 ha), pelas matas e florestas (20.530 ha) e pelas lavouras (5.732 ha). Ainda, esta área é dividida entre 2.453 estabelecimentos agropecuários, dos quais 1.925 têm suas atividades conduzidas por produtores individuais. A maior parte destes produtores não é assistida técnica e financeiramente (IBGE, 2017). Em virtude disso, é razoável associar estes números ao baixo número de agricultores que realizam controle químico e adubação. Assim, a busca por alternativas de baixo custo que permita aos pequenos produtores e agricultores familiares produzirem em maior quantidade e com qualidade, pode tornar a atividade agrícola mais sustentável em termos econômicos, sociais e ambientais.

O solo é um ambiente habitado por pequenos animais, como insetos, e também por microrganismos como fungos, bactérias, actinobactérias, vírus e nematoides. Cada um desses organismos pode desempenhar um ou mais papéis na ecologia do solo, sendo capazes de decompor a matéria orgânica do solo, participar da ciclagem de nutrientes, fixar o nitrogênio atmosférico, solubilizar nutrientes, biorremediar solos contaminados com substâncias tóxicas e metais pesados, combater pragas e patógenos de plantas e animais, induzir resistência nas plantas contra pragas e doenças, promover o crescimento de plantas, dentre outros (JACOBY *et al.*, 2017; JOHNS, 2017). Os microrganismos que promovem estes efeitos positivos são denominados microrganismos eficientes (BONFIM *et al.,* 2011).

Nos ecossistemas em equilíbrio, a biodiversidade do solo é ampla e sustentável. As populações de pragas e patógenos presentes nestes ecossistemas não causarão danos significativos às plantas, pois são naturalmente controladas pelos organismos antagonistas ali presentes. No entanto, ao sofrer alterações pela ação do homem, sobretudo pelas práticas agrícolas convencionais da monocultura, a biodiversidade é reduzida e o equilíbrio é perdido, sobressaindo os organismos mais adaptados a essa nova situação, principalmente pragas e patógenos. Uma vez que o equilíbrio foi perdido, este tipo de agroecossistema não se sustenta e se torna dependente de insumos químicos, como fertilizantes químicos e agrotóxicos, além de outras tecnologias, para conseguir produzir satisfatoriamente. A aquisição destes insumos eleva o custo de produção e inviabiliza a prática agrícola para agricultores descapitalizados. Assim, a adoção de práticas de manejo que visam preservar e melhorar a qualidade física, química e biológica do solo, pode tornar a agricultura uma atividade sustentável (ANDREOLA; FERNANDES, 2007).

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071019, Jan.-Dez., 2023
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.965.

Uma das práticas de manejo é a aplicação de produtos biológicos. O objetivo dessa prática é aplicar uma quantidade suficiente de microrganismos benéficos para desempenhar os diversos papéis citados anteriormente. O uso desses produtos tem crescido ano após ano em todo o mundo, sendo o Brasil um dos países de destaque no uso desta tecnologia (CROPLIFE, 2019). Como boa parte dos produtos biológicos registrados ainda tem preço elevado, uma alternativa interessante, sobretudo para os agricultores familiares, é a produção *on farm* dos microrganismos eficientes empregando uma metodologia barata e simples para coletar, selecionar, multiplicar e aplicar estes microrganismos na sua área de cultivo (BONFIM *et al.,* 2011).

Diversas espécies de fungos têm sido utilizadas na agricultura para promover o crescimento de plantas e controlar pragas e doenças. Fungos do gênero *Aspergillus* apresentam uma vasta gama de funções, sendo capazes de aumentar a absorção de nutrientes pela planta e promover seu crescimento (CARRANZA *et al.*, 2016; MUNDIM, MACIEL, MENDES, 2022). Além disso, estes fungos apresentam potencial para degradação de moléculas de agrotóxicos no ambiente (ESCOBAR DIAZ *et al.*, 2021) e para controlar doenças de plantas (NGO *et al.*, 2021). Já os fungos do subfilo *Mucoromycotina* são conhecidos por serem saprófitas, mas algumas espécies são capazes de formar micorrizas e de aumentar a assimilação de nitrogênio pelas plantas (HOWARD *et al.*, 2021), além de secretarem metabólitos que inibem o crescimento de diversos patógenos de plantas (ALEJANDRE-CASTAÑEDA *et al.*, 2023).

Uma metodologia de baixo custo para coletar os fungos benéficos, multiplicá-los e aplicá-los nas áreas de cultivo é descrita por Bonfim *et al.* (2011). Esta tecnologia pode auxiliar agricultores familiares e pequenos produtores a produzirem alimentos em quantidade e com qualidade, sem a necessidade de introduzir insumos químicos na propriedade.

O objetivo deste estudo foi utilizar uma metodologia simples e barata de coleta para isolar, caracterizar e identificar microrganismos do solo de áreas cultivadas por agricultores familiares e de mata nativa no município de Xique-Xique (BA).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado coletando-se fungos em uma área de mata nativa e em três propriedades de agricultores familiares. A área de mata nativa (MN) pertence à reserva legal do IF Baiano campus Xique-Xique. A primeira propriedade (P1) está localizada na Comunidade das Lages, pertencente ao município de Itaguaçu da Bahia (BA), onde se produz mandioca de sequeiro e hortaliças para consumo próprio. A atividade principal desta

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071019, Jan.-Dez., 2023
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.965.

comunidade é a agroindústria de derivados da mandioca. A segunda propriedade (P2) está localizada na Comunidade Serra Azul, no município de Xique-Xique (BA), e tem plantio diversificado, em especial no sistema de quintais florestais, produzindo hortaliças para o consumo doméstico. Atualmente esta comunidade participa de um projeto com o governo do estado da Bahia para produção de hortaliças e venda ao comércio local. A atividade principal é produção de mandioca de mesa e mandioca para farinha, todas de sequeiro. Além da produção de mandioca, outra atividade importante é a criação de caprinos e ovinos. A propriedade 3 (P3) está localizada na Comunidade Associação Ilha do Miradouro, também no município de Xique-Xique (BA). Esta comunidade tem como atividade principal a criação de ovinos e caprinos e produção de mandioca de sequeiro para produção de farinha e de mesa.

Para a coleta dos fungos benéficos, foi empregada a metodologia descrita por Bonfim *et al.* (2011). Esta metodologia consiste em alocar bandejas com 700 gramas de arroz cozido sem sal, cobertas por uma tela fina, na área em que se deseja coletar os microrganismos, afastar a serapilheira para depositar a bandeja e cobri-la com a matéria orgânica que foi afastada. Foram alocadas três bandejas em cada área de coleta. Após 15 dias, as porções de arroz que tiveram coloração cinza, preta ou marrom foram descartadas no local de coleta, e as que apresentaram outras colorações foram submetidas à análise morfológica de colônias em placas de Petri e das estruturas fúngicas em microscópio óptico.

Foram coletados grãos de arroz colonizados com fungos de diferentes colorações e armazenados em microtubos contendo óleo mineral estéril. Foram coletadas um total de sete amostras, as quais foram enviadas para o Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), campus Ituiutaba. Pequenas porções de cada amostra foram depositadas em três pontos equidistantes em placa de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). As placas foram incubadas a 28 °C (± 3 °C) por 96 horas. Após a incubação, as colônias de fungos que cresceram a partir dos fragmentos depositados no meio de cultura foram preservados em microtubos contendo água destilada estéril. Colônias que se desenvolveram fora dos fragmentos depositados foram desconsiderados.

As colônias foram caracterizadas morfologicamente e os fungos submetidos à análise das estruturas vegetativas e reprodutivas em microscópio óptico para identificação. As lâminas foram preparadas em solução de lacto-glicerol (1:1) e armazenadas. Foi utilizada uma chave ilustrada para auxiliar na identificação dos fungos (BARNETT; HUNTER, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071019, Jan.-Dez., 2023
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.965.

Após o isolamento dos microrganismos a partir das amostras colonizadas, foram obtidos 11 isolados de fungos, sendo sete pertencentes ao gênero *Aspergillus* e quatro pertencentes ao subfilo *Mucoromycotina* (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização e identificação dos fungos isolados das amostras de arroz colonizadas nos seus respectivos locais de amostragem (P1: Comunidade das Lages; P2: Comunidade Serra Azul; P3: Comunidade Associação Ilha do Miradouro; MN: mata nativa).

Local de amostragem	Isolado	Características das colônias	Caracterização microscópica	Identificação
P1	1.1	Colônia circular com bordos brancos a amarelos com centro negro	Hifa septada, conidióforo e vesícula de cor castanho clara, conídios de coloração amarela a marrom	*Aspergillus* sp.
	1.2	Colônia circular com bordos amarelo palha e centro verde oliva	Hifa septada, conidióforo e vesícula hialinos, conídios de coloração amarela a marrom	*Aspergillus* sp.
P2	2.1	Colônia circular com bordos amarelo palha e centro verde oliva	Hifa septada, conidióforo e vesícula hialinos, conídios de coloração amarela a marrom	*Aspergillus* sp.
	2.2	Fungo com micélio branco abundante	Hifa asseptada ou com septos raros, hialina, esporangióforo e apófise hialinos, esporangiósporos ausentes	*Mucoromycotina*
P3	3	Colônia circular com bordos brancos e centro negro	Hifa septada, conidióforo e vesícula castanhos, conídios de coloração marrom	*Aspergillus* sp.
MN	4.1	Colônia circular com bordos brancos e centro negro	Hifa septada, conidióforo e vesícula castanhos, conídios de coloração marrom	*Aspergillus* sp.
	4.2	Fungo com micélio branco abundante	Hifa asseptada ou com septos raros, hialina, esporangióforo e apófise hialinos, esporangiósporos ausentes	*Mucoromycotina*
MN	5.1	Colônia circular com bordos brancos e centro negro	Hifa septada, conidióforo e vesícula castanhos, conídios de coloração marrom	*Aspergillus* sp.
	5.2	Fungo com micélio branco abundante	Hifa asseptada ou com septos raros, hialina, esporangióforo e apófise hialinos, esporangiósporos ausentes	*Mucoromycotina*
MN	6	Colônia circular com bordos branco-amarelados e centro de cor marrom escuro a preto	Hifa septada, conidióforo e vesícula castanhos, conídios de coloração marrom	*Aspergillus* sp.
MN	7	Fungo com micélio branco abundante	Hifa asseptada ou com septos raros, hialina, esporangióforo e apófise hialinos, esporangiósporos ausentes	*Mucoromycotina*

Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

A metodologia proposta por Bonfim *et al.* (2011) foi utilizada por Correa *et al.* (2015) para coletar EM's em mata nativa. Os autores isolaram bactérias fermentadoras de lactose, actinomicetos e leveduras, mas não especificam se e quais fungos foram isolados. Morocho e Leiva-Mora (2019) destacam que fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Mucor*, este pertencente ao

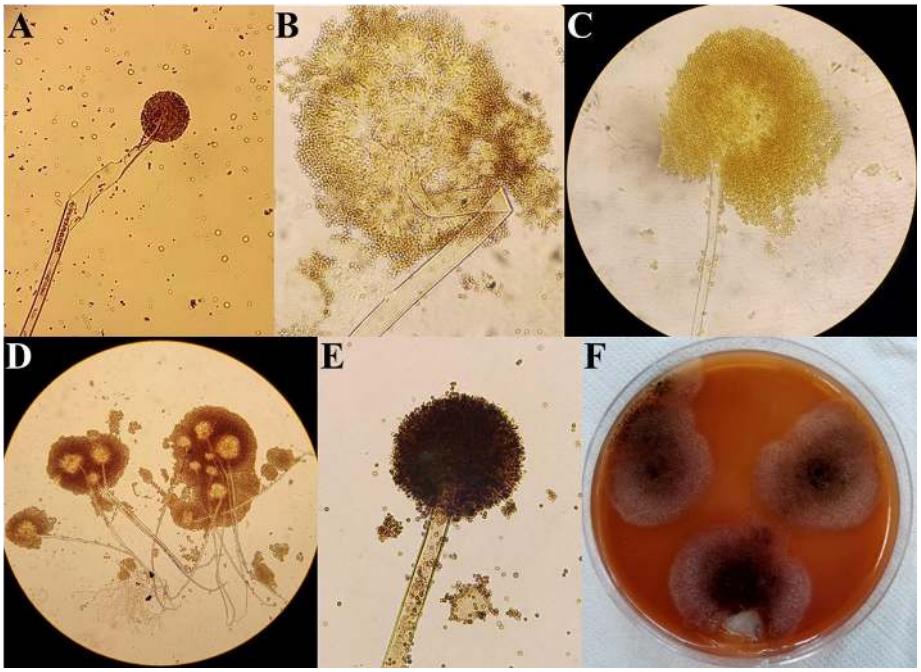
Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071019, Jan.-Dez., 2023
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.965.

subfilo *Mucoromycotina*, estão entre os EM's mais comumente isolados e que são importantes decompositores de matéria orgânica no solo.

Fungos do gênero *Aspergillus* são frequentemente encontrados no solo, inclusive em áreas agrícolas, onde desempenham funções importantes. Em um estudo conduzido no município de Salur, na Índia, onde o clima é caracterizado por alta umidade ao longo de todo o ano, ao contrário do que ocorre no semiárido, Gaddeya *et al.* (2012) isolaram e identificaram 15 espécies de fungos em diferentes áreas de cultivo, sendo cinco espécies de *Aspergillus* e uma espécie de *Rhizopus*, fungo este pertencente ao subfilo *Mucoromycotina*.

A aplicação e conservação da matéria orgânica no solo, atreladas ao isolamento, multiplicação e aplicação de um isolado de *Aspergillus* spp. capaz de solubilizar fosfato na área cultivada, pode fazer com que o produtor dependa menos de adubação fosfatada de fontes não orgânicas. Um estudo desenvolvido por Wang *et al.* (2022) demonstrou que *Aspergillus niger* é capaz de decompor matéria orgânica e solubilizar fosfato. Além de solubilizar fosfato, a aplicação de *Aspergillus* spp. também aumenta a produtividade de culturas como milho e trigo (KAUR; REDDY, 2016). Estes fungos também estão associados à degradação de inseticidas (SILAMBARASAN; ABRAHAM, 2013; GANGOLA *et al.,* 2015) e herbicidas (SHARMA *et al.,* 2012; CORREA *et al.,* 2021), constituindo importantes atores na biorremediação de solos contaminados com agrotóxicos. A figura 1 apresenta isolados de *Aspergillus* spp. obtidos no presente estudo.

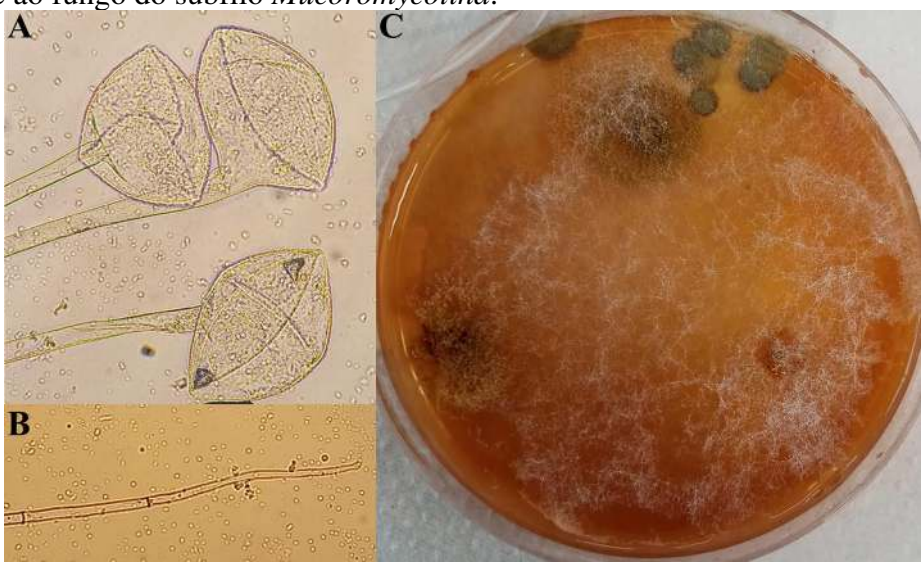
Figura 1. Isolados de *Aspergillus* spp. recuperados das amostras de arroz colonizados. Figuras (A) e (B): isolado 1.1 observado em microscópio óptico; Figuras (C) e (D): isolado 1.2 observado em microscópio óptico; Figura (E): isolado 6 observado em microscópio óptico; Figura (F) colônias do isolado 6 em meio de cultura BDA.



Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071019, Jan.-Dez., 2023
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.965.

Fungos pertencentes ao subfilo *Mucoromycotina* (Figura 2), por sua vez, são conhecidos pela sua capacidade de degradar matéria orgânica no solo, de estabelecer relações simbióticas com plantas, favorecendo a absorção de água e nutrientes, e também por sintetizar diversos compostos tais como etanol, lipases, β-caroteno, dentre outros (MUSZEWSKA *et al.,* 2021). No Brasil, *Mucoromycotina* têm sido isolados de amostras de solo de diversos biomas, especialmente da Caatinga, como *Lichteimia brasiliensis* (SANTIAGO *et al.*, 2014) e *Mucor septatum* (DE SOUZA *et al.,* 2018). Um estudo desenvolvido por Ameen *et al.* (2019) indicou a habilidade de *Mucor* sp. isolado de amostra de solo de deserto em solubilizar fosfato. Sendo o fósforo um macronutriente para as plantas, a aplicação de *Mucoromycotina* em áreas de cultivo pode reduzir a necessidade de aplicação de adubos fosfatados e melhorar o desenvolvimento das culturas, tornando a agricultura mais sustentável (SINANAJ *et al.,* 2020).

Figura 2. Isolados de *Mucoromycotina* recuperados das amostras de arroz colonizados. Figura (A): esporângios e esporangióforos; Figura (B) hifa septada; Figura (C) micélio branco pertencente ao fungo do subfilo *Mucoromycotina*.



Ao utilizar esta metodologia, é importante saber distinguir quais microrganismos são benéficos e quais não são. De acordo com Bonfim *et al.* (2011), os microrganismos podem ser divididos em dois grandes grupos, sendo eles o de microrganismos regenerativos e o de microrganismos degenerativos. Estes últimos prejudicam o desenvolvimento das plantas e favorecem o ataque de pragas e doenças. Ao utilizar a metodologia de coleta, os microrganismos regenerativos conferem coloração em tons de laranja, amarela, rosa ou azul ao arroz, enquanto que os degenerativos conferem coloração preta, marrom ou cinza, devendo estes ser descartados.

Além de distinguir os microrganismos benéficos dos degenerativos, outros estudos têm explorado de forma mais eficiente o potencial dos microrganismos encontrados no solo.

Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071019, Jan.-Dez., 2023
ISSN: 2594-4754 | **DOI:** https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.965.

Métodos moleculares que envolvem o sequenciamento de regiões específicas do DNA, especialmente a região ITS, têm sido utilizados para analisar a diversidade e identificar fungos (VARGAS-GASTÉLUM *et al.*, 2015). A caracterização genômica e metagenômica de microrganismos do solo podem identificar genes de interesse, como os relacionados à tolerância a metais pesados (MUÑOZ-GARCÍA *et al.*, 2022). Técnicas moleculares podem auxiliar não só na identificação de microrganismos como também na identificação de características benéficas contidas em seu DNA.

A aplicação desta técnica para a bioprospecção de fungos benéficos em solos do semiárido baiano abre caminho para que novos estudos sejam desenvolvidos a fim de compreender melhor a composição microbiana destes solos e as possíveis funções de cada microrganismo neste ambiente, de forma a direcionar a coleta destes fungos e, assim, otimizar a aplicação destes por agricultores familiares.

CONCLUSÕES

Fungos decompositores de matéria orgânica pertencentes ao gênero *Aspergillus* e ao subfilo *Mucoromycotina* podem ser isolados utilizando a metodologia de baixo custo para coleta de fungos benéficos.

REFERÊNCIAS

ALEJANDRE-CASTAÑEDA, V.; PATIÑO-MEDINA, J. A.; GUZMÁN-PÉREZ, J. B.; VALLE-MALDONADO, M. I.; VILLEGAS, J.; SOLORIO-ALVARADO, C. R.; RUIZ-HERRERA, L. F.; ORTIZ-ALVARADO, R.; MACÍAS-SÁNCHEZ, K.; RAMÍREZ-DÍAZ, M. I.; MEZA-CARMEN, V. Role of the nonribosomal peptide synthetase siderophore enzyme (Rfs) of *Mucor lusitanicus* in controlling the growth of fungal phytopathogens. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 69, n. 5, p. 185-198, 2023. DOI: https://doi.org/10.1139/cjm-2022-0203.

AMEEN, F.; ALYAHYA, S. A.; ALNADHARI, S.; ALASMARI, H.; ALHOSHANI, F.; WAINWRIGHT, M. Phosphate solubilizing bacteria and fungi in desert soils: species, limitations and mechanisms. **Archives of Agronomy and Soil Science**, 65(10):1446-1459, 2019. DOI: https://doi.org/10.1080/03650340.2019.1566713

ANDREOLA, F.; FERNANDES, S. A. P. A microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo das culturas. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico, p. 21-37, 2007.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi 4 ed.** Minnesota: The American Phytopathological Society, 1998. 234 p.

BONFIM, F. P. G.; HONÓRIO, I. C. G.; REIS, I. L.; PEREIRA, A. D. J.; SOUZA, D. B. D. **Caderno dos microrganismos eficientes (EM):** instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. Viçosa: Departamento de Fitotecnia, 2011, 32p.

CARRANZA, C. S.; BARBERIS, C. L.; CHIACCHIERA, S. M.; DALCERO, A. M.; MAGNOLI, C. E. Isolation of culturable mycobiota from agricultural soils and determination of tolerance to glyphosate of nontoxigenic *Aspergillus* section Flavi strains. **Journal of Environmental Science and Health**, Part B, 51, (1): 35-43, 2016. DOI: https://doi.org/10.1080/03601234.2015.1080491.

CIDADE BRASIL. Município de Xique-Xique. Disponível em: https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-xique-xique.html. Acessado em: 01 Set 2021.

CORREA, L. O.; BEZERRA, A. F. M.; HONORATO, L. R. S.; CORTEZ, A. C. A.; SOUZA, J. V. B.; SOUZA, E. S. Amazonian soil fungi are efficient degraders of glyphosate herbicide; novel isolates of *Penicillium*, *Aspergillus*, and *Trichoderma*. **Brazilian Journal of Biology**, 83, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/1519-6984.242830

CORREA, C. Z.; NAKAGAWA, D.; DEMETRIO, L.; FREITAS, B.; PRATES, K. Coleta, ativação e aplicação de Microrganismos Eficientes (EM's) no tratamento de esgoto sanitário. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v.1, n2, p.7466-7473, 2015.

CROPLIFE BRASIL. **Produtos biológicos**: Brasil lidera mercado global com adoção crescente. Disponível em: https://croplifebrasil.org/produtos-biologicos/produtos-biologicos-brasil-lidera-mercado-global-com-adocao-crescente/. Acessado em: 01 set. 2021.

DE SOUZA, C. A. F.; VOIGT, K.; GURGEL, L. S.; CORDEIRO, T. R. L.; OLIVEIRA, R. J. V.; LIMA, D. X.; SANTIAGO, A. L. C. M. A. A new species of *Mucor* (*Mucoromycotina*, *Mucorales*) isolated from an enclave of Upland Atlantic Forest in the semi-arid region of Brazil. **Phytotaxa**, v.351, n.1, p.53-62, 2018. DOI: https://doi.org/10.11646/phytotaxa.351.1.4.

ESCOBAR DIAZ, P. A.; GIL, O. J. A.; BARBOSA, C. H.; DESOIGNIES, N.; RIGOBELO, E. C. *Aspergillus* spp. and *Bacillus* spp. as growth promoters in cotton plants under greenhouse conditions. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v.5, p.709267, 2021. DOI: https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.709267.

GADDEYYA, G.; NIHARIKA, P. S.; BHARATHI, P.; KUMAR, P. K. R. Isolation and identification of soil mycoflora in different crop fields at Salur Mandal. **Advances in Applied Science Research**, v. 3, n. 4, p.2020-2026, 2012.

GANGOLA, S.; PANKAJ; KHATI, P.; SHARMA, A. Mycoremediation of imidaclopridin the presence of different soil amendments using *Trichoderma longibrachiatum* and *Aspergillus oryzae* isolated from pesticide contaminated agricultural fields of Uttarakhand. **J Bioremediat Biodegrad**, v.6, p.1-5, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.4172/2155-6199.1000310

HOWARD, N.; PRESSEL, S.; KAYE, R. S.; DANIELL, T. J.; FIELD, K. J. The potential role of *Mucoromycotina* 'fine root endophytes' in plant nitrogen nutrition. **Physiologia Plantarum**, v.174, n.3, p.e13715, 2022.DOI: https://doi.org/10.1111/ppl.13715.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário. 2017. Xique-Xique. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/xique-xique/pesquisa/24/27745. Acessado em: 01 set. 2021.

JACOBY, R.; PEUKERT, M.; SUCCURRO, A.; KOPRIVOVA, A.; KOPRIVA, S. The role of soil microorganisms in plant mineral nutrition—current knowledge and future directions. **Frontiers in Plant Science**, v.8, p.1617, 2017. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01617

JOHNS, C. **Living soils: the role of microorganisms in soil health**. Fut Direct Intl, p. 1-7, 2017.

KAUR, G.; REDDY, M. S. Improvement of crop yield by phosphate-solubilizing *Aspergillus* species in organic farming. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 63, n. 1, p.24-34, 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/03650340.2016.1182161

MOROCHO, M. T.; LEIVA-MORA, M. Efficient microorganisms, functional properties and agricultural applications. **Centro Agrícola**, v.46, n. 2, p.93-103, 2019.

MUNDIM, G. S. M.; MACIEL, G. M.; MENDES, G. O. *Aspergillus niger* as a biological input for improving vegetable seedling production. **Microorganisms**, v.10, n. 4, p.674, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/microorganisms10040674

MUÑOZ-GARCÍA, A.; ARBELI, Z.; BOYACÁ-VÁSQUEZ, V.; VANEGAS, J. Metagenomic and genomic characterization of heavy metal tolerance and resistance genes in the rhizosphere microbiome of *Avicennia germinans* in a semi-arid mangrove forest in the tropics. **Marine Pollution Bulletin**, v.184, p.114204, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114204.

MUSZEWSKA, A.; OKRASINSKA, A.; STECZKIEWICZ, K.; DRGAS, O.; ORŁOWSKA, M.; PERLINSKA-LENART, U.; ALEKSANDRZAK-PIEKARCZYK, T.; SZATRAJ, K.; ZIELENKIEWICZ, U.; PIŁSYK, S.; MALC, E.; MIECZKOWSKI, P.; KRUSZEWSKA, J. S.; BERNAT, P.; PAWŁOWSKA, J. Metabolic potential, ecology and presence of associated bacteria is reflected in genomic diversity of *Mucoromycotina*. **Frontiers in Microbiology**, v.12, n.239, 2021. DOI: https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.636986.

NGO, M. T.; VAN NGUYEN, M.; HAN, J. W.; KIM, B.; KIM, Y. K.; PARK, M. S.; KIM, H.; CHOI, G. J.. Biocontrol potential of *Aspergillus* species producing antimicrobial metabolites. **Frontiers in Microbiology**, v.12, p.804333, 2021. DOI: https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.804333.

SANTIAGO, A. L. C. M. A.; HOFFMANN, K.; LIMA, D. X.; OLIVEIRA, R. J. V.; VIEIRA, H. E. E.; MALOSSO, E.; MAIA, L. C.; SILVA, G. A. A new species of *Lichtheimia* (*Mucoromycotina*, *Mucorales*) isolated from Brazilian soil. **Mycological Progress**, v.13, n.2, p.343-352, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/s11557-013-0920-8.

SHARMA, S.; BANERJEE, K.; CHOUDHURY, P. P. Degradation of chlorimuron-ethyl by *Aspergillus niger* isolated from agricultural soil. **FEMS microbiology letters**, v.337, n.1, p.18-24, 2012. DOI: https://doi.org/10.1111/1574-6968.12006.

SILAMBARASAN, S.; ABRAHAM, J. Ecofriendly method for bioremediation of chlorpyrifos from agricultural soil by novel fungus *Aspergillus terreus* **JAS1. Water, Air, & Soil Pollution**, v.224, n.1, p.1-11, 2013. DOI: https://doi.org/10.1007/s11270-012-1369-0.

SINANAJ, B.; BIDARTONDO, M. I.; PRESSEL, S.; FIELD, K. J. Molecular evidence of *Mucoromycotina* "fine root endophyte" fungi in agricultural crops. In: **Biology and Life Sciences Forum**. MDPI, 2020. p. 88. DOI: https://doi.org/10.3390/IECPS2020-08728.

VARGAS-GASTELUM, L.; ROMERO-OLIVARES, A. L.; ESCALANTE, A. E.; ROCHA-OLIVARES, A.; BRIZUELA, C.; RIQUELME, M. Impact of seasonal changes on fungal diversity of a semi-arid ecosystem revealed by 454 pyrosequencing. **FEMS microbiology ecology**, v. 91, n. 5, fiv044, 2015. DOI: https://doi.org/10.1093/femsec/fiv044.

WANG, L.; GUAN, H.; HU, J.; FENG, Y.; L, X.; YUSEF, K. K.; GAO, H.; TIAN, D. *Aspergillus niger* enhances organic and inorganic phosphorus release from wheat straw by secretion of degrading enzymes and oxalic acid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.70, n.35, p.10738-10746, 2022. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c03063.

Revista Macambira

Informações do Artigo	Article Information
Recebido em: 03/08/2023 **Aceito em**: 16/10/2023 **Publicado em**: 23/10/2023	**Received on**: 2023/08/03 **Accepted in**: 2023/10/16 **Published on**: 2023/10/23
Contribuições de Autoria	**Author Contributions**
Resumo: Jéssica Aline Santos da Cruz, Cristiane Aparecida Milagres *Introdução*: Lívio da Silva Amaral, Marcos Paulo Leite da Silva *Referencial teórico*: Lívio da Silva Amaral, Djalma Moreira Santana Filho *Análise de dados*: Lívio da Silva Amaral *Discussão dos resultados*: Lívio da Silva Amaral, Cristiane Aparecida Milagres, Marcos Paulo Leite da Silva, Djalma Moreira Santana Filho *Conclusão*: Lívio da Silva Amaral, Cristiane Aparecida Milagres *Referências*: Lívio da Silva Amaral, Marcos Paulo Leite da Silva *Revisão do manuscrito*: Lívio da Silva Amaral *Aprovação da versão final publicada*: Lívio da Silva Amaral, Marcos Paulo Leite da Silva	*Abstract*: Jéssica Aline Santos da Cruz, Cristiane Aparecida Milagres *Introduction*: Lívio da Silva Amaral, Marcos Paulo Leite da Silva *Theoretical Reference*: Lívio da Silva Amaral, Djalma Moreira Santana Filho Data analysis: Lívio da Silva Amaral *Discussion of results*: Lívio da Silva Amaral, Cristiane Aparecida Milagres, Marcos Paulo Leite da Silva, Djalma Moreira Santana Filho *Conclusion*: Lívio da Silva Amaral, Cristiane Aparecida Milagres *References*: Lívio da Silva Amaral, Marcos Paulo Leite da Silva *Manuscript review*: Lívio da Silva Amaral *Approval of the final published version*: Lívio da Silva Amaral, Marcos Paulo Leite da Silva
Conflitos de Interesse Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.	**Interest conflicts** Declare that there is no conflict of interest. Suggestive text: The authors declare that there is no personal, commercial, academic, political or financial conflict of interest regarding this manuscript.
Como Citar este artigo – ABNT SILVA, Marcos Paulo Leite da *et al*. Bioprospecção de fungos benéficos em pequenas propriedades agrícolas no semiárido baiano. **Revista Macambira**, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071019, Jan.-Dez., 2023. DOI: https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.965.	**How to cite this article - ABNT** SILVA, Marcos Paulo Leite da *et al.* Bioprospection of beneficial fungi in small agricultural properties in Bahian semi-arid. **Revista Macambira**, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071019, Jan.-Dez., 2023. DOI: https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.965.

Licença de Uso	**Use license**
A Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional (CC BY4.0). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, mesmo que comercialmente, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.	The Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY4.0). This license allows sharing, copying, redistributing the manuscript in any médium or format. In addition, it allows adapting, remixing, transforming and building on the material, even commercially, as long as due credit for authorship and initial publication in this journal is attributed.