

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
ESCOLA DE NUTRIÇÃO – EN
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS – DCA
LABORATÓRIO DE CONTROLE MICROBIOLÓGICO DOS ALIMENTOS DA ESCOLA DE
NUTRIÇÃO – LACOMEN**

**PROJETO PARA A INCUBADORA DE GRUPOS DO PROGRAMA DE
EDUCAÇÃO TUTORIAL (PET-UNIRIO) – 2025**

**BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO EM PLANTAS (BPCP) E
A SAÚDE ÚNICA (“ONE HEALTH”)**

TUTOR: Prof. Dr. Victor Augustus Marin, Docente Associado 3

Formação em Licenciatura em Ciências Biológicas com Habilitação em Biologia; Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas; Doutorado em Biotecnologia Vegetal e Bioprocessos e Pós-doutorado em Vigilância Sanitária de Alimentos.

<http://lattes.cnpq.br/7802928537608034>

Técnica colaboradora: Dra. Cristiane Rodrigues Silva

<http://lattes.cnpq.br/1230218066811331>

LOCAL ONDE SERÁ REALIZADO: LACOMEN (Laboratório de Controle Microbiológico de Alimentos da Escola de Nutrição) - **UNIRIO** (Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro)

<http://www.unirio.br/ccbs/nutricao/lacomen>

ESTRUTURA:

PROJETO DE EXTENSÃO VINCULADO: "BIOPROSPECÇÃO E UTILIZAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO EM PLANTAS" aprovado pelas instâncias competentes da UNIRIO.

DISCIPLINAS VINCULADAS: CONTROLE MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS (CURSO DE NUTRIÇÃO INTEGRAL E NOTURNO)

PROJETO DA FINEP VINCULADO: "BIOPROSPECÇÃO DE BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS CULTIVÁVEIS E SUA UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA NACIONAL COMO NOVOS AGENTES PROMOTORES DE CRESCIMENTO EM PLANTAS". Este projeto possui fomento da FINEP no valor de R\$ 2.999.568,94 e visa a produção em uma Biofábrica dos bioinsumos e repasse aos agricultores que fazem parte da CPOrg (Comissão de Produção de Orgânicos do Rio de Janeiro). Este projeto já está em andamento.

PÚBLICO-ALVO: Instituições participantes do projeto de extensão e que fazem parte da Comissão de Produção de Orgânicos do Rio de Janeiro (CPOrg-RJ):

INSTITUTO BIO - auxilia mais de 1.322 famílias de agricultores familiares, estando situadas em todo o estado do Rio de Janeiro, trabalhando na formação de grupos de agricultores interessados na produção orgânica com bases agroecológicas, no desenvolvimento de Sistemas AgroFlorestais e

Permacultura, para utilização do Selo Nacional SisOrg, por meio da Certificação Participativa (SPG).

UNACOOOP - União das Associações e Cooperativas Usuárias do Pavilhão 30, sendo que na DAP jurídica com 409 famílias comercializando através da UNACOOOP e apoiadas no quadro social em torno de 10.000 famílias.

<http://unacoop.org.br/>

RESUMO

Este projeto visa a obtenção e produção de bactérias com potencial agrônômico para serem utilizadas como biofertilizantes, bioestimulantes ou biocontrole, os chamados Bioinsumos, pelos agricultores do Rio de Janeiro melhorando a produtividade das plantações, a qualidade nutricional dos vegetais, não utilizando os defensivos químicos e por consequência, melhorando a saúde dos agricultores e da população em geral. As bactérias selecionadas serão utilizadas pelos agricultores da UNACOOOP e/ou INSTITUTO BIO e demais agricultores interessados do Rio de Janeiro. Os discentes do curso de nutrição participarão, desde a bioprospecção de bactérias que promovem o crescimento em plantas; análise por bioinformática dos seus genomas e o repasse das bactérias e, principalmente, dos conhecimentos adquiridos aos agricultores do Rio de Janeiro.

INTRODUÇÃO

Os agroquímicos são compostos de origem sintética utilizados na produção agrícola industrial. A partir da segunda metade do século XX, os agroquímicos alteraram profundamente a agricultura e os alimentos, e, com eles, muitos aspectos da sociedade. Considerando os efeitos diretos, a

maioria das doenças comuns no mundo industrializado, como disbiose intestinal, diabetes, obesidade, asma, cancro, doenças cardíacas, doenças renais, doença de Parkinson, autismo e uma série de danos reprodutivos e fetais são causados ou exacerbados pelos agroquímicos. Quanto aos efeitos da utilização dos agroquímicos, sem dúvida foram um dos principais contribuintes para a industrialização da agricultura, a expansão das monoculturas e o desenvolvimento de carne barata, como também causarem perturbações ecológicas substanciais sob a forma de declínio da vida selvagem e das abelhas, alterações climáticas e o alargamento da fenda metabólica das sociedades industriais. A transição para um sistema agro-alimentar pós-agroquímico é de importância vital para um futuro justo e sustentável (GALT e ASPROOTH, 2021).

Os microrganismos endófitos ou endofíticos residem dentro dos tecidos das plantas vivas sem causar qualquer dano para a planta. A influência destas comunidades microbianas no crescimento das plantas, no rendimento, no stress e resistência às doenças foi identificado como potencial prioridade de investigação na agricultura. Os micróbios endófitos promovem o crescimento das plantas através de diferentes tipos de mecanismos diretos e indiretos. Endófitos Promotores de Crescimento de Plantas (EPCP ou em inglês PGPE) desempenham um papel vital na produção de fito hormônios, aquisição de nutrientes, fixação do nitrogênio atmosféricos e solubilização de minerais (como potássio e fósforo) além de mecanismos indiretos, como a supressão dos agentes patogênicos vegetais através da produção de compostos orgânicos voláteis, sideróforos, produção e secreção de diferentes enzimas hidrolíticas como as quitinases, as glucanases e proteases também ajudam na indução de resistência e proteção sistêmica das plantas hospedeiras. Os metabólitos bioativos derivados de endófitos servem como excelentes agentes terapêuticos e têm aplicações potenciais na agricultura, indústria cosmética, farmacêutica, e alimentar. Desta forma, este projeto destaca a utilização de microbiomas ou de Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (BPCP ou PGPB em

inglês) como potenciais biofertilizantes, biopesticidas e agentes biocontroladores, sendo possível a sua utilização como um bioinsumo (GHOSH et al., 2021).

As BPCP são excelentes agentes de biocontrole e estimuladores de crescimento, nutrição e produtividade de plantas. Portanto, essas bactérias associadas a plantas são consideradas uma excelente alternativa para reduzir ou eliminar o uso dos agroquímicos tóxicos. No entanto, a comercialização e aplicação desses agentes biológicos na agricultura ocorrem principalmente em países desenvolvidos, limitando seu sucesso nos países em desenvolvimento. O uso de BPCP é atualmente uma prioridade para produção na agricultura. Entretanto, a produção de bioinoculantes ou bioformulações requer certos equipamentos biotecnológicos, instrumentação de alta tecnologia para produção em larga escala e a não eficiência nos procedimentos de manuseamento são uma das principais causas de falta de desempenho na aplicação em campo aberto. Além disso, o prazo de validade dos produtos depende de vários fatores, tais como o tipo de cultura, os traços fisiológicos das espécies microbianas, a utilização de materiais protetores, o tipo de secagem e a taxa de tecnologia de desidratação utilizada (OROZCO-MOSQUEDA et al, 2021).

Chamando a atenção para o conhecimento e conservação de microrganismos associados ao solo e as plantas é agora uma prioridade baseada na visão "One Health" (Saúde Única) da Organização Mundial de Saúde (OMS), através da qual a saúde humana está ligada à saúde animal e do ecossistema, que foi trazida a tona pela atual pandemia da COVID-19 (CHIALVA et al., 2022).

De acordo com Vidal et al. (2020), os bioinsumos constituem hoje uma nova promessa tecnológica que abre a possibilidade de reconciliar interesses dentro do âmbito agropecuário, oferecendo soluções inovadoras para responder a um crescimento cada vez maior por parte dos consumidores e setor produtivo que exigem alternativas ao uso expressivo de agroquímicos e agrotóxicos custosos do ponto de vista econômico,

ambiental e da saúde. E para os fins do Decreto nº 10.375, de 26 de maio de 2020, considera-se "bioinsumo o produto, o processo ou a tecnologia de origem vegetal, animal ou microbiana, destinado ao uso na produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agropecuários, nos sistemas de produção aquáticos ou de florestas plantadas, que interfiram positivamente no crescimento, no desenvolvimento e no mecanismo de resposta de animais, de plantas, de microrganismos e de substâncias derivadas e que interajam com os produtos e os processos físico-químicos e biológicos" (BRASIL, 2021).

Vários estudos provaram que bactérias promotoras de crescimento de plantas podem aumentar o comprimento das raízes, aumentar a resistência a umidade, seca e salinidade, aumentar a tolerância a diferentes stresses, aumentar o conteúdo da biomassa e de clorofila, controlar os fitopatógenos entre outros benefícios à planta (ADELEKE et al, 2021).

Os Bioinsumos e a "Saúde Única" (One Health), tem total relação. O vegetal com bioinsumos fica mais saudável e com isso o indivíduo que consome essa planta fica mais saudável. O artigo de Guardiola-Márquez et al (2022) mostra algumas plantas, que quando em contato com determinadas bactérias (bioinsumos), produziram maior comprimento de raízes, aumento no peso de frutos, entre outros benefícios, além de melhorar o valor nutricional das plantas (chamado de biofortificação). De acordo com esse artigo, as estratégias de biofortificação estão longe de erradicar as deficiências de micronutrientes. No entanto, eles são uma ferramenta útil que pode complementar outras estratégias e fornecer micronutrientes à população, contribuindo para a diminuição da progressão da obesidade e prevenindo doenças crônicas relacionadas à obesidade. Uma ingestão adequada de micronutrientes é essencial para a manutenção da saúde e prevenção de doenças.

Formulações de inoculantes microbianos desempenham um papel significativo na saúde do solo e da planta. Os bioinsumos são o provável substituto dos fertilizantes e dos agroquímicos. Os produtos biológicos de

base microbiana são os compostos bioativos necessários para estimular e avançar nos processos biológicos. Portanto, as metas deste projeto são: conseguir um bioestimulante ou uma bioformulação (mais de uma bactéria) para que os agricultores consigam agregar maior valor financeiro, aumentar a qualidade nutricional e aumentar a produtividade de suas plantações.

As metas vão de encontro com a cartilha de ações orçamentárias do Ministério do Desenvolvimento Agrário, PLOA de 2024, que apoia projetos voltados para: Desenvolvimento de Sistemas de Produção Sustentável, como estruturar sistemas de produção de base agroecológica, orgânica e na transição agroecológica e agroextrativista, com foco em bioinsumos, sementes e mudas; Bancos de germoplasma e coleções de culturas: Apoiar a estruturação de bancos de germoplasma e coleções de culturas, públicas, que garantam a preservação do patrimônio genético microbiológico necessário para a produção de bioinsumos classificados. Fornecendo fomento para: A produção e/ou aquisição de insumos (sementes e mudas, adubos orgânicos entre outros) e bioinsumos para o desenvolvimento de sistemas produtivos de base agroecológica, orgânica e agroextrativista; E fomento às ações de produção, preparo, consumo e comercialização de alimentos saudáveis, incluindo a aquisição e produção de insumos, bioinsumos, sementes e mudas (BRASIL, 2023).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), definidos pelas Nações Unidas, são específicos de um plano ambicioso para enfrentar os desafios ambientais, sociais e econômicos para que tenhamos uma sustentabilidade global até 2030. Nesse contexto, a utilização de Bioinsumos surge como uma estratégia crucial para atingir várias metas dos ODS, contribuindo para a promoção da agricultura sustentável, a segurança alimentar, a saúde humana e a conservação dos ecossistemas (Nações Unidas Brasil, 2024). Dentre os 17 ODS, 5 tem total relação com os Bioinsumos:

Erradicação da Pobreza (ODS 1): A adoção de Bioinsumos aumenta a produtividade agrícola, beneficiando pequenos agricultores e comunidades rurais, reduzindo a pobreza e a insegurança alimentar;

Fome Zero e Agricultura Sustentável (ODS 2): Os Bioinsumos são recomendados para a prática de uma agricultura sustentável, melhorando a qualidade do solo, aumentando a eficiência no uso de nutrientes e reduzindo a necessidade de defensivos químicos nocivos a nossa saúde;

Saúde e Bem-Estar (ODS 3): Reduzem a exposição aos agroquímicos beneficiando a saúde dos agricultores e dos consumidores, reduzindo os riscos de resíduos químicos nos alimentos e a contaminação ambiental;

Água Potável e Saneamento (ODS 6): A agricultura convencional pode contaminar fontes de água com produtos químicos. A adoção dos Bioinsumos reduz essa poluição, protegendo os recursos hídricos e promovendo um ambiente mais saudável;

Vida Terrestre (ODS 15): A utilização de Bioinsumos incentiva práticas agrícolas que preservam a biodiversidade do solo e promovem ecossistemas saudáveis, contribuindo para a conservação da vida terrestre.

Objetivos

Objetivo Geral:

Realizar a bioprospecção de bactérias promotoras de crescimento em plantas e repassar aos agricultores do Rio de Janeiro (UNACOOP e/ou INSTITUTO BIO). Os discentes desenvolverão atividades de natureza coletiva, tanto laboratorial como com os agricultores de forma interdisciplinar, por meio de novas estratégias e práticas pedagógicas "in loco" que contribuirão para a redução das taxas de reprovação e, principalmente, evasão e para o desenvolvimento da excelência e modernização da educação superior permitindo a articulação da competência acadêmico-profissional.

Objetivos específicos:

- Isolar e caracterizar bactérias promotoras de crescimento em plantas;
- Depositar os isolados na Coleção de Cultura de Bactérias do Laboratório de Controle Microbiológico da Escola de Nutrição (CCBL); Essa coleção faz parte da Rede de Inovação em Bioinsumos do Programa Nacional de Bioinsumos e da Rede de Coleções Microbiológicas, iniciativa da Coordenação de Bioinsumos - CORBIO/ MAPA;
https://collectory.sibbr.gov.br/collectory/public/show/co239?lang=pt_BR
- Avaliar os isolados quanto a capacidade de solubilização de fósforo;
- Avaliar os isolados quanto a capacidade de solubilização de potássio;
- Avaliar os isolados quanto a capacidade de fixação de nitrogênio;
- Analisar a sequência dos genomas das bactérias promotoras de crescimento em plantas através da bioinformática;

- Repassar aos agricultores do Rio de Janeiro as bactérias isoladas (os bioinsumos) na forma líquida realizando a troca de saberes entre os agricultores e os discentes bolsistas.

METODOLOGIA

De uma variedade de plantas e alimentos serão obtidas folhas, caules, flores, etc. As bactérias serão isoladas e caracterizadas através de meios de cultura específicos e de técnicas de biologia molecular (sequenciamento de DNA e bioinformática). Após a obtenção das sequências de DNA das bactérias, os genes de interesse serão estudados utilizando softwares de bioinformática no LACOMEN.

Haverá acompanhamento semanal com os discentes e treinamento para a interação com os agricultores.

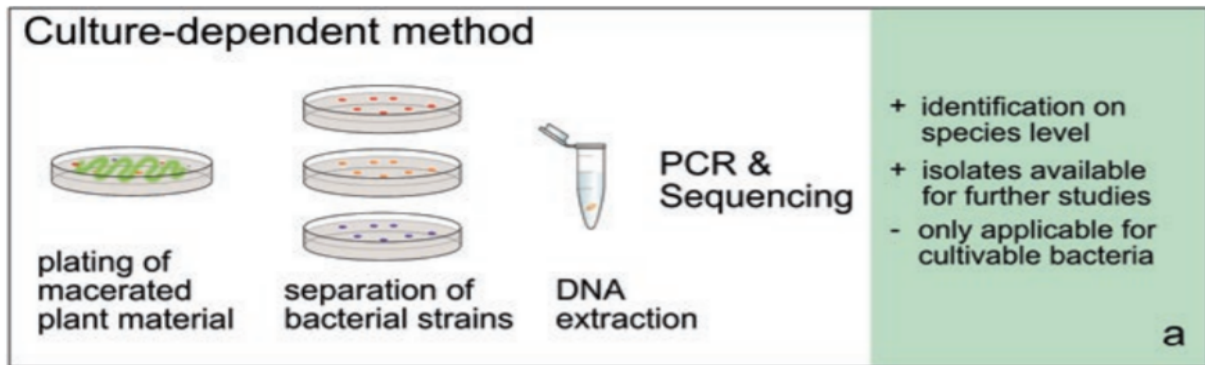
Os discentes do grupo PET trabalharão em conjunto com os discentes que estão no projeto Finep e no projeto de extensão mencionados anteriormente e com os monitores da disciplina pois na nova ementa da disciplina de Controle Microbiológico de Alimentos (Integral e Noturno do curso de nutrição) há carga horária de Curricularização da Extensão, de acordo com a Resolução CSC número 5.484, de 27 de janeiro de 2022 da Unirio com um total de 6 horas para a curricularização do projeto de extensão (10% da carga horária total da disciplina), que foi devidamente inserido nos novos projetos pedagógicos da Escola de Nutrição.

Portanto, há uma total correlação entre Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação (há solicitação de pedido de uma patente com uma bactéria (bioinsumo) já isolada e pronta para ser entregue aos agricultores).

FASES DO PROJETO:

FASE 1: seleção dos discentes bolsistas e repasse de todas as informações possíveis aos mesmos, inclusive com os artigos científicos e retirada de todas as dúvidas sobre as metodologias empregadas;

FASE 2: após o isolamento e detecção das bactérias promotoras de crescimento de plantas, através de métodos de cultivo em diversos meios de cultura e de métodos de biologia molecular (PCR), será efetuado o sequenciamento de seus genomas, por empresa especializada. Segue esquema de trabalho como descrito no trabalho Quambusch e Winkelmann (2018):



FASE 3: após o sequenciamento dos genomas será feita todas as análises de bioinformática pela equipe do LACOMEN;

FASE 4: crescimento das bactérias selecionadas após o sequenciamento do genoma e dos estudos de bioinformática, para serem enviadas aos agricultores do Rio de Janeiro.

FASE 5: entrega dos bioinsumos pela equipe (PET – SAÚDE ÚNICA) aos agricultores familiares do Rio de Janeiro.

BENEFÍCIOS DO PROJETO:

1. Técnica de baixo custo e fácil aplicação:

Os bioinsumos são uma fonte rentável de nutrientes pois, diferente dos fertilizantes químicos, não fornecem diretamente nenhum nutriente para as culturas, constituindo-se de bactérias que transferem os nutrientes para as plantas. Possuem custos de fabricação mais baixos e custos de utilização reduzidos, especialmente no que diz respeito à utilização de nitrogênio, fósforo e potássio.

2. Fornecimento de substâncias importantes para os vegetais:

Os microrganismos fixadores de nitrogênio desempenham um papel importante no fornecimento de amônia, convertendo o nitrogênio atmosférico em formas utilizáveis que podem contribuir para uma diminuição da aplicação de fertilizantes nitrogenados, reduzindo os riscos ambientais. Além disso, possuem a capacidade de sintetizar e secretar quantidades consideráveis de substâncias biologicamente ativas, tais como as vitaminas, que podem ajudar na modificação da absorção de nutrientes pelas plantas. Algumas bactérias também produzem hormônios de crescimento de plantas promovendo um melhor enraizamento e produção de massa. Para um resumo deste item a figura abaixo apresenta um resumo (Prasad et al. 2020).

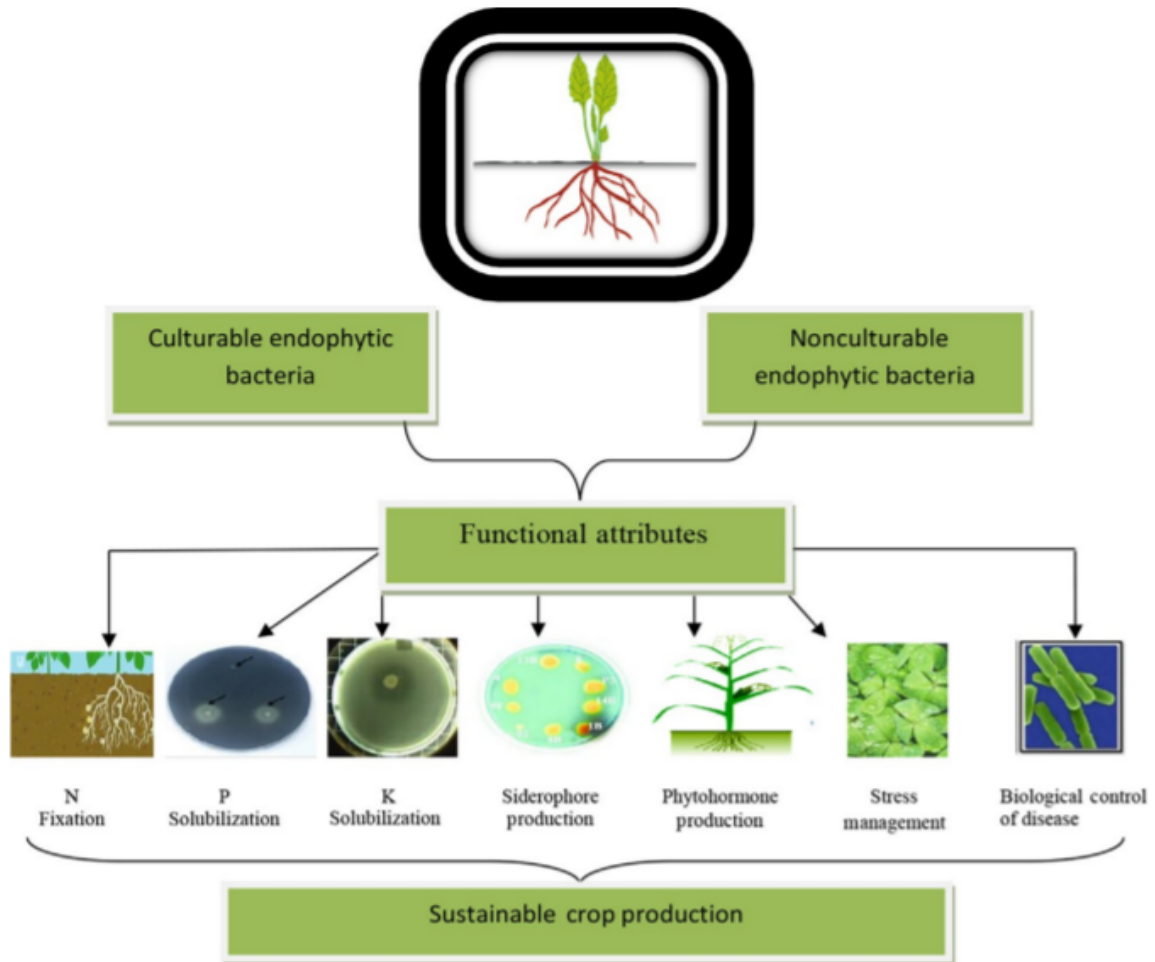


Fig. 3.1 Role of endophytic bacteria for sustainable agriculture.

3. Reduzem a poluição atmosférica e aumentam a fertilidade do solo:

A utilização de bioinsumos alivia o problema de poluição ambiental através da redução do uso excessivo da fertilização química. Assim, contribui para a implementação de políticas ambientais saudáveis a nível regional, nacional e global. A sua utilização contínua de bioinsumos permite a formação de uma população microbiana no solo a longo prazo e mantém a fertilidade do solo de uma forma sustentável.

4. Produção de várias substâncias:

As bactérias aumentam a propriedade antagônica no solo através da produção de sideróforos e antibióticos facilitando o controle biológico dos organismos fitopatogênicos, como as bactérias patogênicas, fungos e insetos, exercendo assim um efeito positivo na microbiota da planta e na microbiologia do solo. Elas aumentam a tolerância à seca e ao stress hídrico das plantas. Desta forma, aumentam o rendimento das culturas mesmo em condições com falta de abastecimento de água. Podemos exemplificar na figura abaixo (Papik et al., 2020).

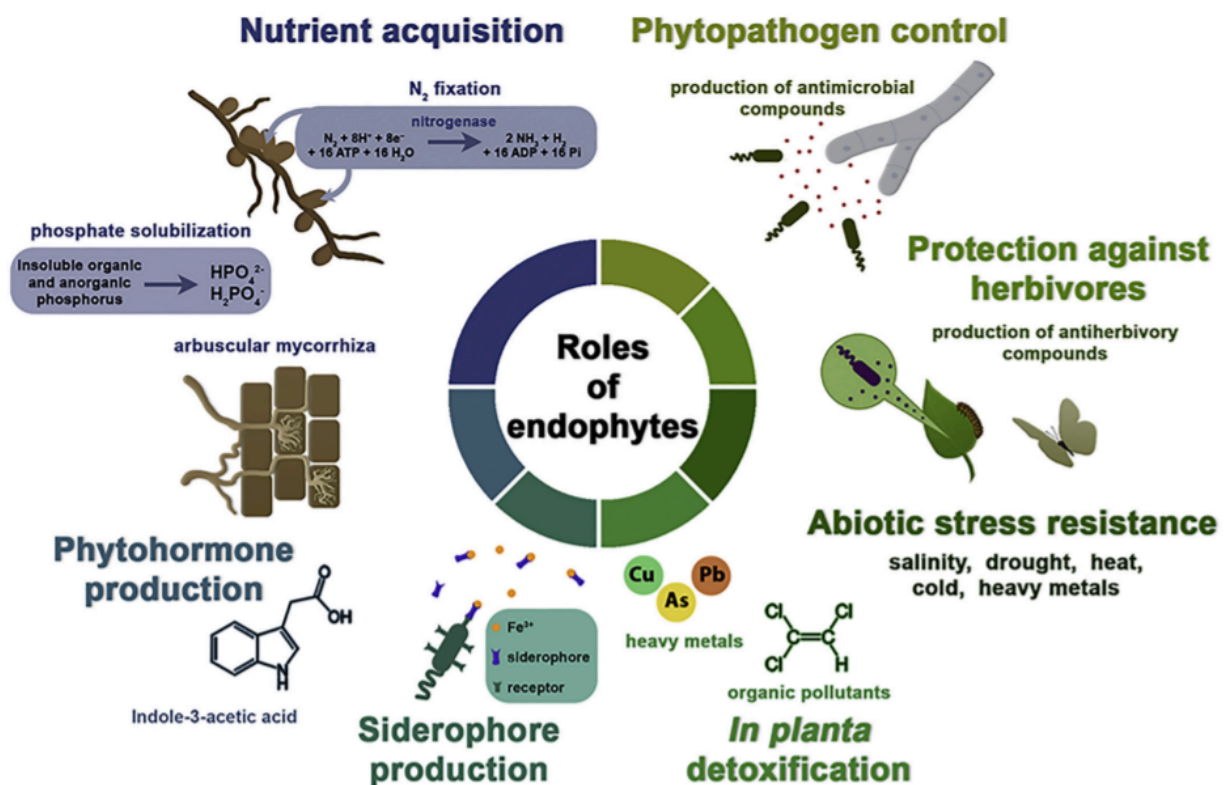


Fig. 1. Roles of endophytes in plants. Endophytic microorganisms promote plant growth by acquiring nutrients from the environment. Certain endophytic taxa fix atmospheric nitrogen, solubilize organic and inorganic phosphorus, or increase nutrient uptake by establishing symbiotic interactions, such as arbuscular mycorrhiza. The microbial production of phytohormones also affects plant growth and development. Some endophytes were also shown to produce siderophores, detoxify pollutants, increase resistance against abiotic and biotic stresses, and ward off phytopathogens.

5. Eco-amigáveis:

Os bioinsumos são "amigos do ambiente" em comparação com os fertilizantes químicos e contribuem para uma solidez ecológica aumentando

a sustentabilidade e a redução de carbono. Reduzem a contaminação do ar, da água e do solo causada pelos fertilizantes químicos. Aumenta a biodiversidade microbiana e melhora a fertilidade do solo, ajudando a planta a sobreviver em várias condições de stress e fazendo o manejo das doenças nas plantas.

6. Melhora a saúde das pessoas:

Quando se tem um vegetal mais sadio em virtude da sua microbiota (maior biodiversidade), maior será o benefício para a saúde humana (“One Health”), como podemos observar na figura abaixo do trabalho de Hirt (2020).

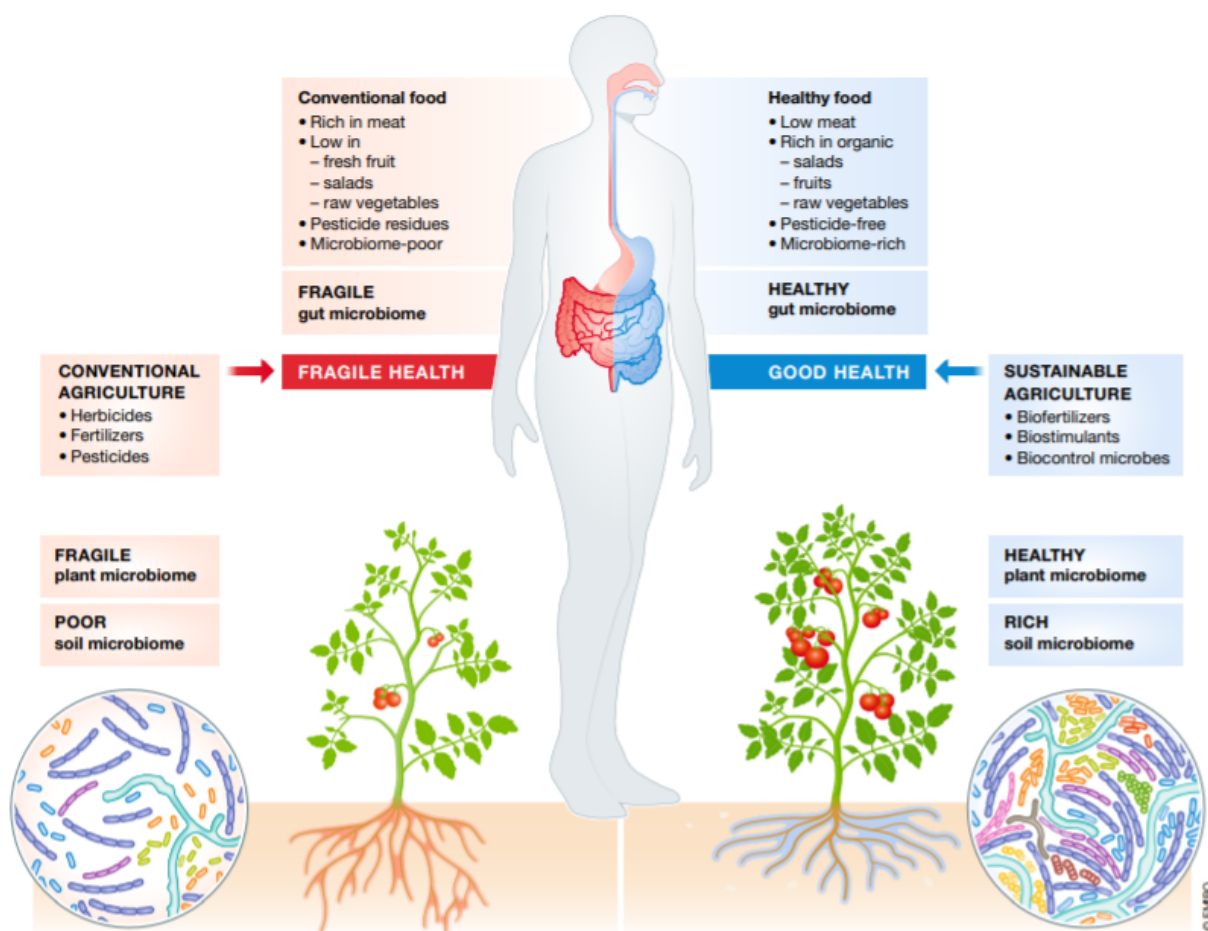


Figure 2. The direct and indirect effects of the plant microbiota on the human gut microbiome.

RESULTADOS ESPERADOS

Esperamos que os discentes tenham certeza que estão no curso certo; que não saiam do curso; que vejam a importância da pesquisa, da inovação e da extensão; que os agricultores utilizem as bactérias obtidas e repassadas pelos alunos e produzam plantas mais produtivas, nutritivas e com sustentabilidade para toda a sociedade.

REFERÊNCIAS

ADELEKE, B. S., BABALOLA, O. O., GLICK, B. R. "Plant growth-promoting root-colonizing bacterial endophytes", *Rhizosphere*, v. 20, p. 100433, 1 dez. 2021. DOI: 10.1016/J.RHISPH.2021.100433. Acesso em: 18/11/2024.

BRASIL, 2021. DECRETO Nº 10.375, DE 26 DE MAIO DE 2020 - DECRETO Nº 10.375, DE 26 DE MAIO DE 2020 - DOU - Imprensa Nacional. [S.d.]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.375-de-26-de-maio-de-2020-258706480>. Acesso em: 18/11/2024.

BRASIL, 2023. Guia de Emendas Orçamentárias PLOA 2024. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar.

CHIALVA, M., LANFRANCO, L., BONFANTE, P. "The plant microbiota: composition, functions, and engineering", *Current Opinion in Biotechnology*, v. 73, p. 135–142, 1 fev. 2022. DOI: 10.1016/J.COPBIO.2021.07.003. Acesso em: 18/11/2024.

GALT, R. E., ASPROOTH, L. "The effects of agrochemicals on humans", *Handbook on the Human Impact of Agriculture*, p. 297–332, 22 jun. 2021. DOI: 10.4337/9781839101748.00028. Acesso em: 18/11/2024.

GHOSH, S., BHAGWAT, T., WEBSTER, T. J. "Endophytic Microbiomes and Their Plant Growth-Promoting Attributes for Plant Health", p. 245–278, 2021. DOI: 10.1007/978-981-15-6949-4_11. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-6949-4_11. Acesso em: 18/11/2024.

GUARDIOLA-MÁRQUEZ, C. E. *et al.* Fighting Obesity-Related Micronutrient Deficiencies through Biofortification of Agri-Food Crops with Sustainable Fertilization Practices. *Plants*, v. 11, n. 24, p. 3477, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11243477> Acesso em: 18/11/2024.

HIRT, H. Healthy soils for healthy plants for healthy humans, *EMBO reports*, v. 21, n. 8, p. e51069, 5 ago. 2020. DOI: 10.15252/EMBR.202051069. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.15252/embr.202051069>. Acesso em: 18/11/2024.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel> Acesso em: 18/11/2024.

OROZCO-MOSQUEDA, M. del C., FLORES, A., ROJAS-SÁNCHEZ, B., *et al.* "Plant Growth-Promoting Bacteria as Bioinoculants: Attributes and Challenges for Sustainable Crop Improvement", *Agronomy* v. 11, n. 6, p. 1167, 8 jun. 2021. DOI: 10.3390/AGRONOMY11061167. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/6/1167/htm>. Acesso em: 18/11/2024.

PAPIK, J., FOLKMANOVA, M., POLIVKOVA-MAJEROVA, M., *et al.* The invisible life inside plants: Deciphering the riddles of endophytic bacterial diversity. *Biotechnology advances*, v. 44, p. 107614, 2020. DOI: 10.1016/j.biotechadv.2020.107614. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975020301166> Acesso em: 18/11/2024.

PRASAD, M., SRINIVASAN, R., CHAUDHARY, M., *et al.* Endophytic bacteria: Role in sustainable agriculture, *Microbial Endophytes: Prospects for Sustainable Agriculture*, p. 37–60, 1 jan. 2020. DOI: 10.1016/B978-0-12-818734-0.00003-6. Acesso em: 18/11/2024.

QUAMBUSCH, N., WINKELMANN, T. Bacterial Endophytes in Plant Tissue Culture: Mode of Action, Detection, and Control, *Methods in molecular biology* (Clifton, N.J.), v. 1815, p. 69–88, 2018. DOI: 10.1007/978-1-4939-8594-4_4. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29981114/>. Acesso em: 18/11/2024.

VIDAL, M. C., SALDANHA, R., VERÍSSIMO, M. A. A. "Bioinsumos: o programa nacional e a sua relação com a produção sustentável.", 2020. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1130295>. Acesso em: 18/11/2024.