

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE BACTÉRIAS ISOLADAS DO ALIMENTO
LARVAL DE ABELHAS SEM FERRÃO NATIVAS DO BRASIL COMO
BIOESTIMULANTE

Rafaela Cavalcante Cerqueira

Monografia apresentada ao Instituto de
Biotecnologia da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito para a obtenção do
título de Bacharel em Biotecnologia.

Uberlândia - MG

2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE BACTÉRIAS ISOLADAS DO ALIMENTO
LARVAL DE ABELHAS SEM FERRÃO NATIVAS DO BRASIL COMO
BIOESTIMULANTE

Rafaela Cavalcante Cerqueira

Prof. Dr. Carlos Ueira Vieira

Dr. Ana Carolina Costa Santos

Monografia apresentada ao Instituto de
Biotecnologia da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito para a obtenção do
título de Bacharel em Biotecnologia.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE BACTÉRIAS ISOLADAS DO ALIMENTO
LARVAL DE ABELHAS SEM FERRÃO NATIVAS DO BRASIL COMO
BIOESTIMULANTE

Rafaela Cavalcante Cerqueira

Prof. Dr. Carlos Ueira Vieira
Instituto de Biotecnologia

Dr. Ana Carolina Costa Santos
Instituto de Biotecnologia

Homologado pela coordenação do Curso
de Biotecnologia em __/__/__

Rute Magalhães Brito

Uberlândia - MG

2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE BACTÉRIAS ISOLADAS DO ALIMENTO
LARVAL DE ABELHAS SEM FERRÃO NATIVAS DO BRASIL COMO
BIOESTIMULANTE

Rafaela Cavalcante Cerqueira

Aprovado pela Banca Examinadora em: / / Nota: _____

Prof. Dr. Carlos Ueira Vieira

Uberlândia, 02 de fevereiro de 2026

RAFAELA CAVALCANTE CERQUEIRA

Potencial bioestimulante do produto de bactérias isoladas do alimento larval de abelhas sem ferrão nativas do Brasil

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Ueira Vieira,
IBTEC/UFU Presidente

Prof. Dr. Ana Carolina Silva Siqueiroli,
IBTEC/UFU

Mr. Joberth Lee Corrêa, IBTEC/UFU

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa que se encontra no Sistema Eletrônico de Informações (SEI) da Universidade Federal de Uberlândia

02 de fevereiro de 2026

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por todas as oportunidades, sabedoria e forças para seguir; e a minha família, especialmente minha mãe Sueli de Fátima Cavalcante e meu pai William Cândido Cerqueira. Vocês são a minha base, minha inspiração de todos os dias, meus exemplos de vida que nunca mediram esforços para que eu pudesse chegar até aqui. Sou eternamente grata por ter vocês em minha vida.

A todos os mentores que tive no caminho até a aprovação no vestibular e dentro da Universidade Federal de Uberlândia durante a minha graduação.

À toda equipe LABGEN, especialmente a minha coorientadora Dr. Ana Carolina Santos e meu orientador Carlos Ueira Vieira que foram meus “pais da faculdade”, me guiaram desde o início, me ensinaram tudo que eu sei e compartilharam sua paixão pela ciência e a biotecnologia que levarei comigo. A Prof. Dr. Ana Maria Bonetti pelos conhecimentos compartilhados e por ter acreditado em mim, dizendo “pode espremer essa menina que vai render suco!”. Muito obrigada a todos pelos ensinamentos, paciência, puxões de orelha, confiança e parceria.

À minha companheira de bancada, Gabriela Carvalho Batista, por todas as risadas, companheirismo, amizade, fone de ouvido dividido sempre com músicas muito boas e por dividir o mesmo neurônio comigo. Sou muito grata por cada momento ao seu lado e te desejo todo o sucesso na sua caminhada.

Aos meus amigos de turma, Duda, Edu, Luísa, Pedro, Luiza, Mari, Laura, Gabi, “Jair”, obrigada por todos os momentos juntos nessa jornada que não foi fácil, mas que junto de vocês foi mais leve, mais engraçada e me proporcionou bastante memórias felizes que lembrarei com um sorriso no rosto.

À minha amiga, Maria Eduarda Mundim, que digo que é minha irmã de outra mãe e que esteve comigo desde o primeiro dia de aula, nos momentos bons e ruins. Sou muito grata por tudo que vivemos juntas e sem você esses anos não teriam sido os mesmos. Obrigada por todos os conselhos, pelo ombro amigo nos momentos difíceis, por me apoiar e incentivar nas minhas escolhas não só dentro da faculdade, pelas crises de riso no meio das aulas (que não foram poucas), pelos pokes, hamburgueres, pizzas e cafés superfaturados divididos. Você é muito especial para mim e levo você no meu coração.

Enfim, muito obrigada a todos que fizeram parte desse capítulo tão especial da minha vida.

RESUMO

Bactérias isoladas de abelhas sem ferrão têm-se demonstrado como fontes promissoras de biomoléculas, devido aos seus efeitos antioxidante, anti-inflamatório, enzimático e antimicrobiano, com grande potencial biotecnológico para as áreas da indústria, agricultura e saúde. Atualmente na agricultura, estudos têm explorado a prospecção de microrganismos capazes de proteger as sementes e acelerar o processo de germinação sem causar danos ao meio ambiente e à saúde pública. Dessa forma, o estudo teve como objetivo avaliar o potencial biotecnológico de bactérias isoladas de alimento larval de abelhas sem ferrão, com ação bioestimulante. Para isso, bactérias da Coleção de Micro-organismos Isolados de Abelha sem Ferrão do Laboratório de Genética da Universidade Federal de Uberlândia foram selecionadas para a execução dos testes. O experimento foi conduzido *in vitro*, onde as sementes foram embebidas com o sobrenadante de cada bactéria teste e incubadas por 7 dias a 25°C, em gerbox com papel absorvente umedecido com água destilada. Os controles consistiram na incubação de sementes não tratadas. Avaliações relativas ao tempo de germinação, tamanho da raiz e dos cotilédones foram conduzidas diariamente. Como resultado, os sobrenadantes MS11 e MS29 apresentaram resultados significativos para atividade bioestimulante.

ABSTRACT

Bacteria isolated from stingless bees have proven to be promising sources of biomolecules due to their antioxidant, anti-inflammatory, enzymatic, and antimicrobial effects, with great biotechnological potential for industry, agriculture, and healthcare. Currently, in agriculture, studies are exploring the prospect of microorganisms capable of protecting seeds and accelerating the germination process without harming the environment or public health. Thus, the study aimed to evaluate the biotechnological potential of bacteria isolated from stingless bee larval food, with biostimulant action. To this end, bacteria from the Collection of Microorganisms Isolated from Stingless Bees of the Genetics Laboratory of the Federal University of Uberlândia were selected for testing. The experiment was conducted *in vitro*, where seeds were soaked with the supernatant of each test bacterium and incubated for 7 days at 25°C in a gerbox with absorbent paper moistened with distilled water. Controls consisted of incubating untreated seeds. Germination time, root size, and cotyledon size were assessed daily. As a result, the MS11 and MS29 supernatants showed significant results for biostimulant activity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
4. RESULTADOS	7
5. DISCUSSÃO	9
6. CONCLUSÃO	11
7. REFERÊNCIAS	12

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o setor agrícola provoca grandes impactos no ambiente. De acordo com o relatório mais recente da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), as terras agrícolas ocupam aproximadamente 4,8 milhões de hectares, o que representa mais de um terço da superfície global. Tamanha proporção teve início nos Estados Unidos, com a chamada Revolução Verde, após a década de 1950. A partir desse evento, iniciou-se a busca desenfreada pela alta produtividade, em conjunto com o uso intenso de recursos naturais e cada vez mais substâncias tóxicas visando maiores lucros (Campagnolla; Macêdo, 2022; Lopes; Albuquerque, 2018). No Brasil - país conhecido como “celeiro do mundo” - essa busca por produções lucrativas proporcionou a implementação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA), o qual regularizou o registro, o comércio e o uso das substâncias nas lavouras brasileiras. No entanto, tal regulamentação não é fiscalizada de forma eficiente, o que leva ao uso indiscriminado das substâncias em lavouras por todo país, causando danos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana (Daufenback et al., 2022).

1.1. O uso de agroquímicos

De acordo com estudos, no Brasil, mais de 70% dos defensivos agrícolas comercializados são utilizados nas culturas de soja, milho e cana-de-açúcar (Daufenback et al., 2022). Trabalhos mais recentes ainda relatam que o uso de pesticidas teve um aumento de 93% em todo o mundo nos últimos anos, com um aumento correspondente a 190% nas lavouras brasileiras (Cioato; Stedile; Lucas, 2025). Nesse cenário, tendo em vista a quantidade de condições para o uso “seguro” de agroquímicos - da saída da indústria até o descarte da embalagem - junto a relação com a perda de biodiversidade, desenvolvimento de doenças graves - como os mais diversos tipos de câncer e intoxicações - e até mudanças climáticas, torna-se urgente a tomada de medidas quanto a prevenção de danos à saúde humana e ambiental, por meio da redução do uso de agroquímicos (Campagnolla; Macêdo, 2022).

1.2. O papel da biotecnologia e microbiologia aplicada

Nessa perspectiva de busca de soluções, a biotecnologia é um recurso imprescindível. Com aplicação nas mais diversas áreas, como no desenvolvimento de tecnologias para a medicina, nutrição, produção de alimentos e processos industriais, a biotecnologia também

vem ganhando espaço e contribuindo para a melhoria do setor de agroindústrias com o uso de técnicas de engenharia genética, nanotecnologia, bioquímica e, principalmente, microbiologia. Historicamente, muito antes da base científica, os microrganismos já eram usados desde a pré-história como aliados na produção de alimentos e bebidas, como por exemplo o vinho, o pão, queijos e outros diversos alimentos importantes (Siddiqui et al., 2023). Atualmente, os microrganismos são essenciais para o desenvolvimento de novas tecnologias uma vez que possuem rápido crescimento, diversidade, versatilidade, ampla aplicabilidade e baixo custo. Assim, a microbiologia aplicada é uma das maiores aliadas da biotecnologia moderna, que busca a cada dia melhorar nossa qualidade de vida por meio de processos e tecnologias sustentáveis (Yan et al., 2025)

1.3. Biodiversidade microbiológica

Ainda sob a ótica da microbiologia, é notável que o Brasil é um país marcado por sua vasta biodiversidade (Glienke et al., 2024). Estudos recentes têm explorado o potencial de bactérias aeróbicas que apresentam vantagens que podem levar ao desenvolvimento de soluções promissoras para as problemáticas que envolvem o setor de agroindústrias. Dentre essas vantagens, temos a produção de diferentes compostos pelas bactérias, os quais podem atuar como agentes de controle biológico de pragas; promotores de resposta de crescimento e defesa em células vegetais e; proporcionar maior resistência a condições adversas, agregando à formulação e armazenamento de produtos comerciais (Pérez-García; Romero; De Vicente, 2011; Ramírez-Pool et al., 2024). Atualmente, os microrganismos mais conhecidos no mercado por tais benefícios são os do gênero *Bacillus*. Encontrados nos mais diversos tipos de ambientes, estão entre as bactérias mais exploradas devido aos benefícios como biopesticidas e fertilizantes. Como um dos principais exemplos, temos o *Bacillus thuringiensis* (Pérez-García; Romero; De Vicente, 2011). Descoberto em 1901, foi o primeiro biopesticida a ser amplamente utilizado no controle de insetos devido a sua síntese característica de cristais contendo proteínas nomeadas d-endotoxinas ou proteínas Cry. Basicamente, quando ingeridas pelos insetos, essas moléculas se ligam a receptores localizados na membrana de células intestinais do inseto. Após a ligação, acredita-se que há uma mudança na conformação da toxina, a qual permite a inserção da mesma na membrana. Em seguida, acontece a oligomerização da molécula, formando um poro que leva a uma lise osmótica celular (Yul et al., 2007). Ademais, sobre a característica bioestimulante promovida por microrganismos, ainda no gênero *Bacillus*, também temos espécies já documentadas com essa capacidade como

a *B. amyloliquefaciens*, *B. subtilis* e *B. megaterium*. Por meio da biofertilização, as populações desses microrganismos aumentam a disponibilidade de compostos fixados no solo em sua forma insolúvel - como o ferro férrico, por exemplo - por meio da metabolização destes. Através desse processo, acontece a produção de enzimas e moléculas extracelulares que catalisam a reação que transforma compostos insolúveis em compostos solúveis, prontos para serem aproveitados pelas plantas. Além disso, também acontece a modulação do desenvolvimento vegetal por meio da produção de fitormônios - como por exemplo a auxina, citocinina e giberilina - durante o processo de metabolização dos microrganismos (Pérez-García; Romero; De Vicente, 2011). Esses hormônios controlam diversos processos do desenvolvimento vegetal e podem promover alterações significativas sobre a germinação, desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, no melhor desenvolvimento de frutos ou grãos. Por tais motivos, muitos produtos à base de *Bacillus* já estão no mercado na categoria de biofertilizantes e controle biológicos de pragas. No entanto, mais pesquisas sobre o tema ajudariam a acelerar o desenvolvimento de novos produtos que possam melhorar a qualidade e a produtividade de forma sustentável das culturas. Assim, retomando a grande biodiversidade brasileira, muito dos microrganismos e seus potenciais biotecnológicos ainda não são conhecidos, o que nos abre um grande leque de possibilidades para realizar uma bioprospecção de moléculas com potencial agrícola, tendo em vista a grande variedade da fauna e flora brasileira.

1.4. As abelhas Brasileiras sem ferrão

As abelhas sem ferrão representam um grupo numeroso e diversificado de insetos que habitam regiões tropicais e subtropicais e dependem de microrganismos simbióticos para sua vivacidade. Em suas colmeias, há uma microbiota diversa que abrange bactérias, leveduras e fungos. Esses microrganismos interagem com as abelhas por meio de relações simbióticas, produzindo biomoléculas que auxiliam na transformação de produtos apícolas - como o mel e o própolis -, e inibindo patógenos oportunistas das abelhas (Ngalimat et al., 2019). Nos últimos anos, cientistas brasileiros mostraram que bactérias isoladas do alimento larval de abelhas sem ferrão são fontes promissoras de biomoléculas, devido aos seus efeitos antioxidante, anti-inflamatório, enzimático e antimicrobiano, com grande potencial biotecnológico para as áreas da indústria e saúde (Santos et al., 2022; Lima, 2024; Batista, 2025). Santos et al. (2022) caracterizou e investigou 14 microrganismos isolados de abelhas da espécie *Melipona quadrifasciata*, *Melipona scutellaris* e *Tetragonisca angustula*, da Coleção

de Microrganismos Isolados de Abelha sem Ferrão do Laboratório de Genética da Universidade Federal de Uberlândia (CoMISBee). Os sobrenadantes de cada microrganismo foram testados quanto a capacidade de gerar biomoléculas com potencial antimicrobiano por meio do método de Concentração de Inibição de Placa (CIP), analisando a capacidade de inibir o crescimento de bactérias gram-positivas e gram-negativas multirresistentes. Como resultado, todos os sobrenadantes – isolados e/ou em sinergia com outros antibióticos - apresentaram efeito inibitório no crescimento de mais de uma bactéria multirresistente. Além do efeito antimicrobiano, as bactérias da coleção também foram testadas em Lima (2024) quanto ao potencial de produção de enzimas. Como resultado, por meio do teste de formação de halos de atividade enzimática, 5 bactérias apresentaram produção de enzimas amilolíticas e celulolíticas. Tendo em vista tais propriedades, tem-se como hipótese principal deste projeto a existência de um potencial - ainda desconhecido - nas bactérias do alimento larval de abelhas, quanto à produção de biomoléculas que podem ter aplicações agrícolas. Sendo assim, torna-se necessária a investigação primária dessas possíveis biomoléculas com a finalidade de desenvolver produtos agrícolas inovadores que possam permitir uma cultura sustentável, produtiva e de menor custo em comparação aos produtos que já existem no mercado, visando um caminho ainda mais promissor para a agricultura do futuro.

1.5. Bioestimulantes

Os bioestimulantes podem ser o caminho para alcançar o objetivo de uma agricultura sustentável e produtiva. O produto pode ser a base de microrganismos ou substâncias naturais que proporcionam o aumento do crescimento vegetal, estimulando a divisão, a diferenciação e o alongamento celular. Além disso, também pode melhorar a absorção de água e nutrientes (Castro et al., 2008). Tais efeitos impactam diretamente na produção, custo benefício e sustentabilidade - uma vez que não possuem agentes químicos sintéticos - o que o torna compatível com os demais produtos químicos disponíveis no mercado, no entanto com a vantagem de não causar danos ao meio ambiente e à saúde humana mediante aplicação nas plantações com testes de biocontrole e controle de qualidade previamente feitos (Kumari et al., 2022). Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo investigar o potencial biotecnológico de microrganismos da Coleção de Microrganismos Isolados de Abelha sem Ferrão do Laboratório de Genética da Universidade Federal de Uberlândia com relação a ação bioestimulante em soja, visando a uma prospecção primária para o desenvolvimento de

produtos na busca por soluções mais sustentáveis para os atuais problemas que o setor agrícola enfrenta.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral:

Investigar o potencial biotecnológico de 8 bactérias isoladas do alimento larval das abelhas nativas do Brasil, a fim de identificar microrganismos com possível aplicação bioestimulante - que aceleram o desenvolvimento de sementes de soja.

2.2. Objetivos específicos:

Avaliar diariamente quanto ao tempo de germinação, tamanho da raiz e hipocótilo de plântulas de soja mediante a aplicação do sobrenadante das bactérias selecionadas da Coleção de Microrganismos Isolados de Abelha sem Ferrão do Laboratório de Genética (CoMISBee).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Microrganismos e sobrenadantes

Foram utilizadas oito espécies de bactérias isoladas do alimento larval de abelhas sem ferrão da espécie *Melipona scutellaris* e *Melipona quadrifasciata* pertencentes à Coleção de Microrganismos Isolados de Abelha sem Ferrão do Laboratório de Genética (CoMISBee), pertencente ao Laboratório de Genética (LABGEN) do Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia. As bactérias identificadas como MS29, MS11, MS19C, MS54B, MQ1A, MQ1B, MQ07 e MQ27 (figuras 1-8) foram reativadas em meio de cultura Brain-Heart-Infusion (BHI) e incubadas a 37°C durante um período de 24 horas. Para a produção do sobrenadante, uma suspensão bacteriana foi preparada em 5mL de meio de cultura Brain-Heart-Infusion (BHI) e incubada a 37°C por 24 horas. Em seguida, 200µL da solução foi adicionada em 50mL de meio Luria-Bertani (LB) e incubada em agitação de 200rpm por 48 horas a 31°C. A solução obtida foi centrifugada a 10.000 giros por 4 minutos (Santos et al., 2022). O sobrenadante foi separado do precipitado e filtrado a 0,22 µm. Os 8 sobrenadantes foram armazenados em freezer a -20°C para posterior utilização nos testes.

3.2 Teste de ação bioestimulante

Foram utilizadas 100 sementes de soja cultivar RR2 PRO INTACTA por tratamento. Os grãos foram esterilizados em hipoclorito 1% e lavados com água estéril 3 vezes. Em seguida, foram embebidos com o caldo produzido pelas bactérias incubadas por 48 horas a 37°C (1 L para 100 kg de sementes) durante 2 minutos (figura 9) – seguindo uma média de padrões utilizados em produtos já disponíveis no mercado. Os controles positivo e negativo consistiram na inoculação do sobrenadante de cada bactéria nas sementes e na utilização de sementes não tratadas, respectivamente. Após serem embebidas, as sementes foram incubadas por 7 dias em caixas gerbox com papel absorvente umedecido com água destilada em câmara de crescimento a 25°C com 70% UR. As avaliações relativas ao tempo de germinação e observação do tamanho da raiz e dos hipocótilos foram conduzidas diariamente. Ao final dos 7 dias, com o auxílio de um paquímetro, o comprimento das plântulas foi avaliado segundo procedimento descrito por NAKAGAWA (1999), realizando-se a medição de toda a plântula, partindo do meristema apical até a extremidade da raiz primária, enquanto o comprimento de raiz foi obtido medindo-se desde a base do hipocótilo até a extremidade da raiz primária. O estudo foi dividido em três experimentos para que fosse possível a análise do efeito de cada sobrenadante nas plântulas, manualmente e de forma mais precisa possível.

4. RESULTADOS

4.1. Das bactérias selecionadas

Das oito bactérias selecionadas para os testes, por meio da coloração de gram, cinco apresentaram a morfologia cocos, sendo quatro classificadas como gram positivas e uma como gram negativa (figuras 1 - 4 e figura 8); e três foram caracterizadas como bacilos, sendo todos classificados como gram positivos (figuras 5 – 7).

A hipótese principal deste projeto considerou que existe nessas bactérias do alimento larval de abelhas um potencial biotecnológico, ainda desconhecido, quanto à produção de biomoléculas que podem ter aplicações agrícolas como bioestimulantes. Ao final dos 7 dias de experimento, o sobrenadante de duas bactérias apresentou uma diferença significativa em comparação ao controle negativo. No tratamento com sobrenadante correspondente a bactéria MS29, houve uma diferença significativa de aproximadamente 10mm quanto ao comprimento do hipocótilo (figura 10).

Com relação ao comprimento da radícula, também houve diferença significativa de aproximadamente 10mm nos tratamentos com os sobrenadantes correspondentes às bactérias

MS11 e MS29 (figura 11). As medições foram feitas com o auxílio que um paquímetro, partindo do meristema apical até o início da raiz primária para obtenção do comprimento do hipocótilo, enquanto o comprimento de raiz foi obtido medindo-se desde a base do hipocótilo até a extremidade da raiz primária de acordo com o método descrito em NAKAGAWA (1999).

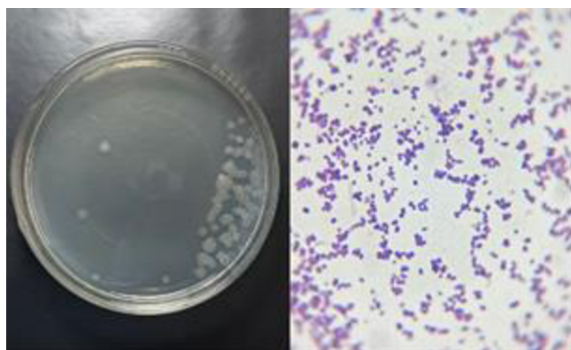


Figura 1. Colônia bacteriana MS11, cocos gram-positivo.

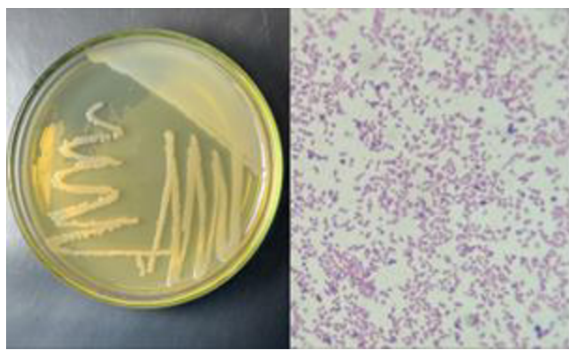


Figura 2. Colônia bacteriana MS54B, cocos gram-negativo.

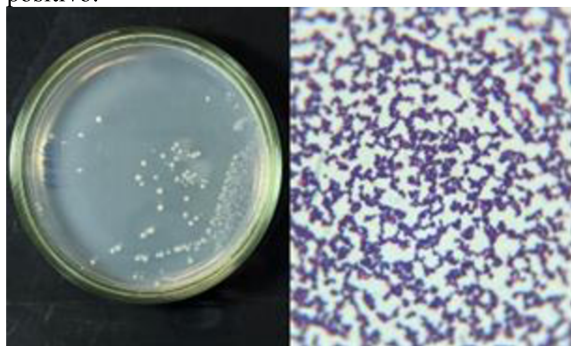


Figura 3. Colônia bacteriana MQ07, cocos gram-positivo.

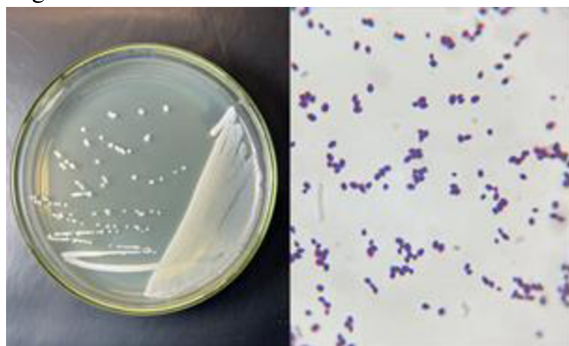


Figura 4. Colônia bacteriana MS29, cocos gram-positivo.



Figura 5. Colônia bacteriana MS19C, bacilo gram-positivo.

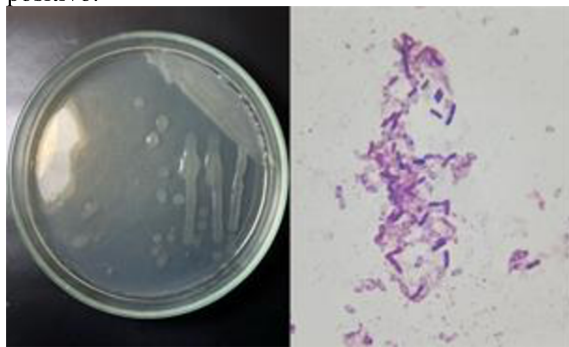


Figura 6. Colônia bacteriana MQ27, bacilo gram-positivo.

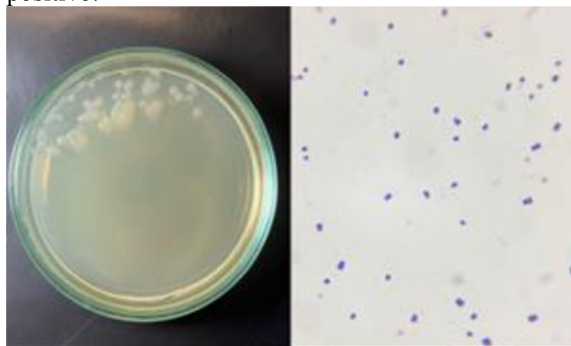


Figura 7. Colônia bacteriana MQ1A, cocos gram-positivo.



Figura 8. Colônia bacteriana MQ1B, bacilo gram-positivo.



Figura 9. Representação esquemática do tratamento das sementes de soja para realização do teste de potencial bioestimulante.

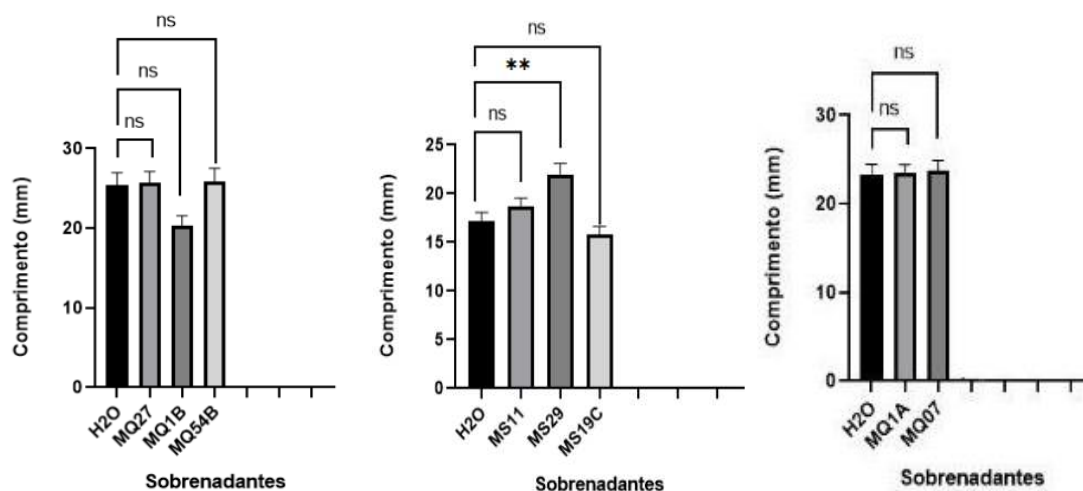


Figura 10. Comparação entre os tratamentos para o comprimento (mm) do hipocótilo das plântulas. De acordo com o método de medição descrito por Nakagawa (1999), os gráficos apresentam as diferenças significativas (**) e não significativas (ns) entre as medidas do hipocótilo do grupo controle e dos grupos tratados com os sobrenadantes.

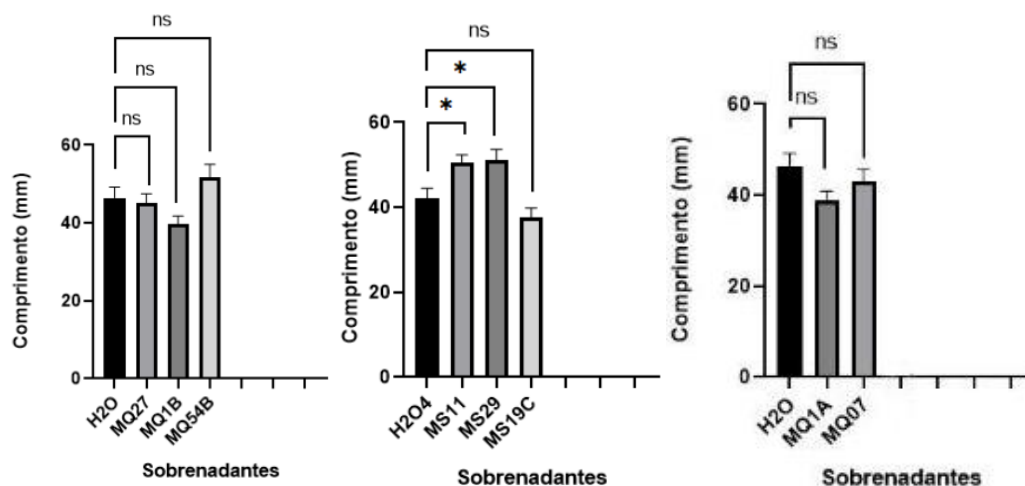


Figure 11.

Comparação entre os tratamentos para o comprimento (mm) da radícula das plântulas. De acordo com o método de medição descrito por Nakagawa (1999), os gráficos apresentam as diferenças significativas (**) e não significativas (ns) entre as medidas da radícula do grupo controle e dos grupos tratados com os sobrenadantes.

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com a pesquisa primária apontam que os sobrenadantes correspondentes às bactérias MS11 e MS29 apresentam efeito bioestimulante significativo

sobre o desenvolvimento de plântulas de soja, mais especificamente no alongamento da radícula e do hipocótilo. Tais resultados são compatíveis com pesquisas recentes que também demonstram interesse no uso de microrganismos como aliados no desenvolvimento agrícola sustentável. No entanto, alguns pontos trazem divergências sobre a ação dos sobrenadante devido à divisão do estudo em três experimentos.

De acordo com a literatura, a aplicação de produtos bioestimulantes a base de microrganismos no Brasil resultou em maior eficácia e no aumento do rendimento de culturas de soja (Colet et al., 2025). Também foi demonstrado a influência positiva de bioestimulantes na germinação e no crescimento precoce de sementes de soja sobre estresse térmico, onde a tolerância, o comprimento das raízes, o vigor das plântulas e a biomassa aumentaram em comparação com sementes não tratadas (Sivarathri et al., 2025). Tais mecanismos apontados pelos estudos ajudam a entender o comportamento observado nos tratamentos feitos com o sobrenadante das bactérias MS11 e MS29, indicando a possibilidade da presença de moléculas semelhantes às descritas em produtos já disponíveis no mercado.

Apesar disso, estudos também apontam que os bioestimulantes podem não apresentar efeitos positivos significantes. Em Colet et al. (2025) é mostrado que, entre 40 estudos revisados, a resposta da soja a bioestimulantes foi negativa nos Estados Unidos. No entanto, o autor destaca que isso possivelmente se deve à falta de padronização regulatória e controle de qualidade dos produtos norte-americanos. Nesse sentido, vários fatores podem causar a falta de resposta significativa em experimentos *in vivo*, como a competição entre microrganismos, viabilidade do produto, variabilidade nas condições ambientais e na concentração de microrganismos no bioestimulante (Colet et al., 2025). Esses resultados trazem debates para o que foi observado no presente estudo sobre as características das plântulas, sugerindo que, embora haja um possível potencial para estimular o desenvolvimento de culturas de soja, a eficiência em campo precisa ser mais bem investigada e padronizada, pois depende fortemente de fatores externos uma vez que - de acordo com os dados apresentados nos gráficos - houve também uma variação no tratamento controle entre os experimentos realizados.

Adicionalmente, em razão de que as espécies usadas neste estudo são isoladas do alimento larval de abelhas sem ferrão nativas do Brasil, os resultados também destacam o potencial biotecnológico ainda pouco explorado da microbiota associadas as abelhas brasileiras. Assim como descrito em Santos et al. (2023), que reforça que os microrganismos presentes em habitats únicos apresentam uma ampla diversidade metabólica com capacidade

de produzir moléculas com diferentes funções biológicas, incluindo efeitos moduladores de crescimentos de plantas.

Diante do exposto, com os testes realizados, foi possível observar um possível potencial biotecnológico para o setor agrícola de duas bactérias da coleção CoMISBee do laboratório de genética da Universidade Federal de Uberlândia. No entanto, para melhor afirmação dos resultados encontrados, seria necessário testes em casa de vegetação, mantendo determinada padronização e um trole de qualidade, além de análises mais profundas dos microrganismos e de seus produtos, a fim de obter resultados mais precisos e garantir que o uso desses microrganismos em um possível produto agrícola não causaria nenhum dano ao meio ambiente.

6. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que há um potencial biotecnológico relevante em bactérias isoladas do alimento larval de abelhas sem ferrão nativas do Brasil, especialmente no que diz respeito à capacidade de produzir biomoléculas com ação bioestimulante. Entre os oito microrganismos avaliados, os sobrenadantes das bactérias MS11 e MS29 apresentaram efeitos positivos e significativos no desenvolvimento inicial das plântulas de soja, promovendo maior alongamento da radícula e do hipocótilo quando comparados ao controle negativo. Esses achados reforçam a hipótese de que a microbiota associada a abelhas sem ferrão representa uma fonte pouco explorada e promissora para a prospecção de novas moléculas aplicáveis à agricultura sustentável.

Apesar dos resultados iniciais serem encorajadores, estudos complementares são necessários para confirmar e ampliar as evidências observadas. Ensaio em casa de vegetação, análises químicas dos compostos presentes nos sobrenadantes e avaliações de segurança ambiental são etapas essenciais para avançar na compreensão dos mecanismos envolvidos e viabilizar o desenvolvimento de um possível bioestimulante agrícola derivado desses microrganismos. Assim, este trabalho representa um passo inicial importante na identificação de novas alternativas biotecnológicas que possam contribuir para a redução do uso de agroquímicos, promovendo uma agricultura mais sustentável, eficiente e alinhada às demandas ambientais atuais.

7. REFERÊNCIAS

BATISTA, Gabriela Carvalho. UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA CURSO DE BIOTECNOLOGIA. 2025.

CAMPAGNOLLA, Clayton; MACÊDO, Manoel Moacir Costa. Revolução Verde: passado e desafios atuais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 39, n. 1, p. 26952, 13 jun. 2022.

CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral *et al.* Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311–1318, out. 2008.

CIOATO, Fernanda Meire; STEDILE, Nilva Lúcia Rech; LUCAS, João Ignacio Pires. The use of pesticides and the development of cancer in farmers: A scoping review. **Saúde em Debate**, v. 49, n. 144, p. e9298, mar. 2025.

COLET, Fabiano *et al.* Soybean yield response to biostimulant seed treatments in Brazil and the United States: A review. **Agronomy Journal**, v. 117, n. 6, p. e70211, nov. 2025.

DAUFENBACK, Vanessa *et al.* Agrotóxicos, desfechos em saúde e agroecologia no Brasil: uma revisão de escopo. **Saúde em Debate**, v. 46, n. spe2, p. 482–500, 2022.

GLIENKE, Chirlei *et al.* Microbiological Collections in Brazil: Current Status and Perspectives. **Diversity**, v. 16, n. 2, p. 116, 9 fev. 2024.

KUMARI, Menka *et al.* Microbial Inoculants as Plant Biostimulants: A Review on Risk Status. **Life**, v. 13, n. 1, p. 12, 21 dez. 2022.

LIMA, Darlan Sedinário De. UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA CURSO DE BIOTECNOLOGIA. 2024.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti De. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, n. 117, p. 518–534, jun. 2018.

NGALIMAT, Mohamad Syazwan *et al.* Characterisation of bacteria isolated from the stingless bee, *Heterotrigona itama*, honey, bee bread and propolis. **PeerJ**, v. 7, p. e7478, 22 ago. 2019.

ORTS, Angel *et al.* A new biostimulant derived from soybean by-products enhances plant tolerance to abiotic stress triggered by ozone. **BMC Plant Biology**, v. 24, n. 1, p. 580, 19 jun. 2024.

PÉREZ-GARCÍA, Alejandro; ROMERO, Diego; DE VICENTE, Antonio. Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of Bacilli in agriculture. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 22, n. 2, p. 187–193, abr. 2011.

RAMÍREZ-POOL, José Abrahán *et al.* Bacillus Strains as Effective Biocontrol Agents Against Phytopathogenic Bacteria and Promoters of Plant Growth. **Microbial Ecology**, v. 87, n. 1, p. 76, dez. 2024.