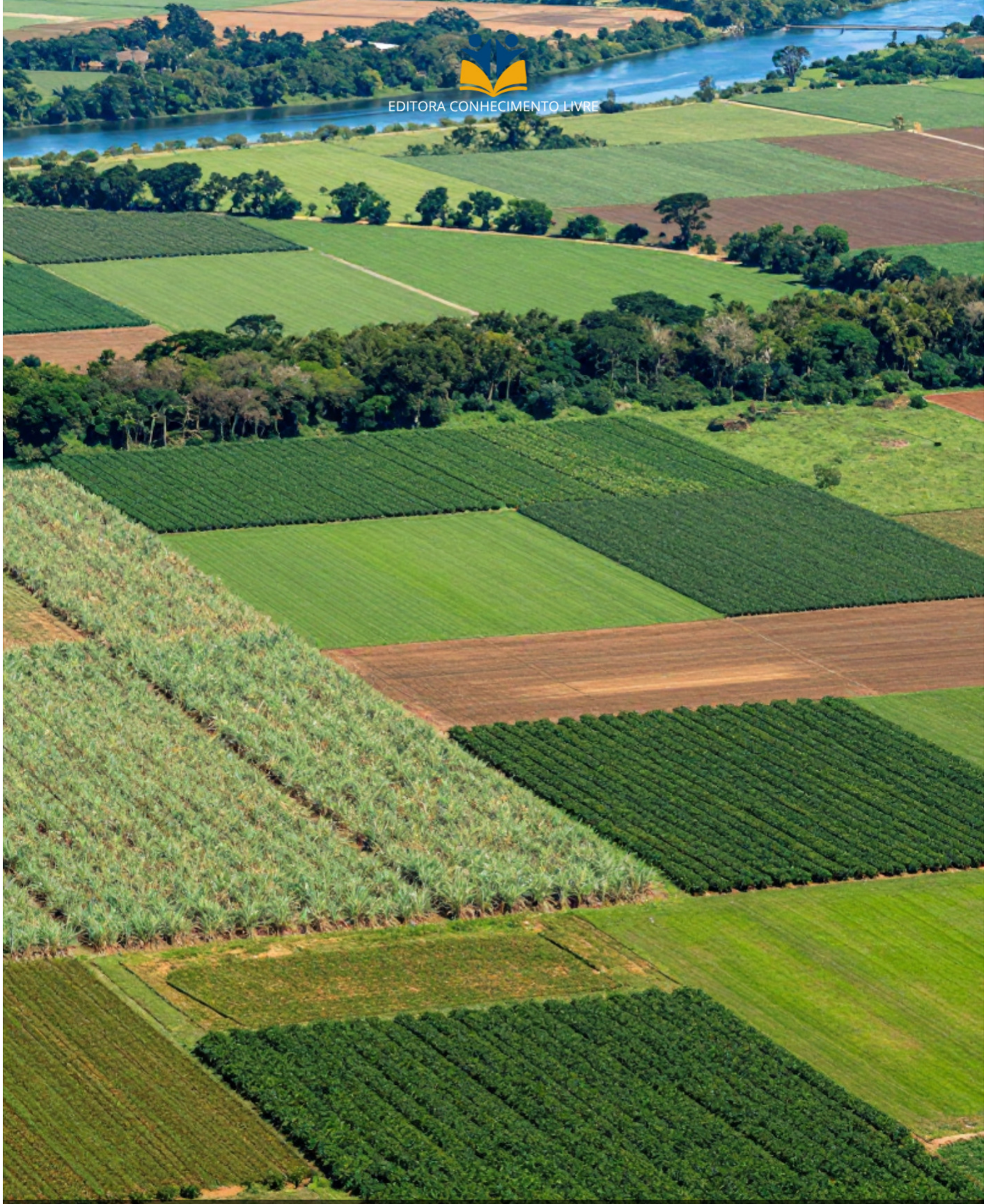


EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

CIÊNCIAS AGRÁRIAS:
A MULTIDISCIPLINARIDADE DOS RECURSOS NATURAIS

VOLUME XXVI

Plínio Ferreira Pires

Ciências agrárias: a multidisciplinaridade dos recursos naturais

26ª ed.

Goiânia-GO
Editora Conhecimento Livre

Copyright© 2026 por Editora Conhecimento Livre

26ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Pires, Plínio Ferreira
P638C Ciências agrárias: a multidisciplinaridade dos recursos naturais

/ Plínio Ferreira Pires. – Goiânia-GO

Editora Conhecimento Livre, 2026

80 f.: il
DOI: 10.37423/2026.edcl1334
ISBN: 978-65-5367-822-4
Modo de acesso: World Wide Web
Incluir Bibliografia

1. agronomia 2. engenharia-florestal 3. engenharia-agrícola 4. engenharia-de-pesca I. Pires, Plínio Ferreira II. Título

CDU: 630

https://doi.org/10.37423/2026.edcl1334

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Conselho Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

Dr. Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

Dra. Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos

Editora Conhecimento Livre
Goiânia-GO
2026

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 6
SISTEMA INTEGRADO BV-I: TECNOLOGIA E NATUREZA NA MITIGAÇÃO DE CONTAMINANTES AGRÍCOLAS
Lorena Azevedo Lima
DOI 10.37423/260811229

CAPÍTULO 2 9
AVALIAÇÃO DA ÁREA FOLIAR RESIDUAL DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS
Marcos Antônio Costa Gomes
Saulo Alberto do Carmo Araujo
Kauê Pereira Guedes
Gustavo dos Santos Gomes
Pablo Sousa Silva
DOI 10.37423/260811231

CAPÍTULO 3 15
STREPTOMYCES COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO VEGETAL
Aloisio Freitas Chagas Junior
Albert Lennon Lima Martins
Gabriel Soares Nóbrega
Bruna Marques de Souza
Flavia Rodrigues de Sousa
Beatriz Fagunde Sousa
Arystela Pereira dos Santos
Anelyse Macedo Brito
Manuella Costa Souza
Dito Albuquerque
DOI 10.37423/260811291

CAPÍTULO 4 33
CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO FEIJÃO-COMUM IRRIGADO E SOB A APLICAÇÃO DE VINHAÇA EM SOLO DE CERRADO
Fernando Nobre Cunha
Gabriela Nobre Cunha
Marconi Batista Teixeira
Daniely Karen Matias Alves
Wilker Alves Morais
Lara Fernanda Leite
DOI 10.37423/260811294

CAPÍTULO 5 48
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E PATOGENICIDADE DE ESPÉCIES DE COLLETOTRICHUM ASSOCIADAS A ANTRACNOSES EM DIFERENTES HOSPEDEIROS NO BRASIL
Bruno de Souza Baptista
Gabriela Rodrigues Teixeira
Letícia Moreira de Sá Ramalho
Carlos Antonio Inácio
DOI 10.37423/260811300

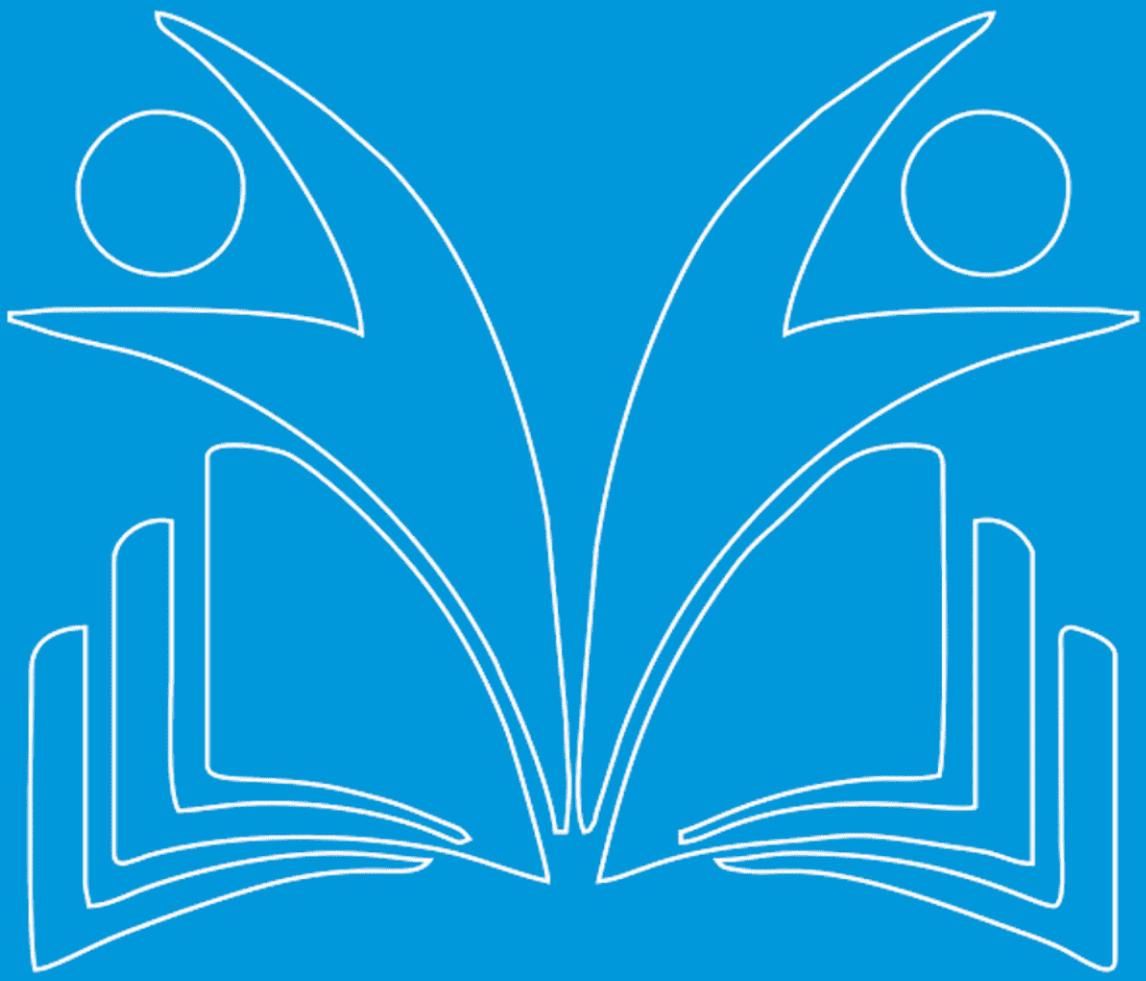
CAPÍTULO 6 67
AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM UVAS-PASSAS COMERCIALIZADAS A GRANEL EM QUATRO ESTADOS BRASILEIROS.
BIANCA LATALIZA GRANJEIRO
Victória Abdo Chamon Simões
Emilly Vivian Falcão de Araújo
Lucas Gabriel Gomes do Nascimento
Brenno Santos de Paiva
Maria Iohane Quirino Amador
Cláudia Gouveia Rodrigues
Karoliny Brito Sampaio
Patricia Pinheiro Fernandes Vieira
DOI 10.37423/260811303

Capítulo 1

10.37423/260811229

SISTEMA INTEGRADO BV-I: TECNOLOGIA E NATUREZA NA MITIGAÇÃO DE CONTAMINANTES AGRÍCOLAS

Lorena Azevedo Lima — *Universidade de Rio Verde*



RESUMO

Introdução: A piscicultura familiar brasileira, inserida em paisagens agrícolas intensivas, enfrenta vulnerabilidade crítica à contaminação hídrica por agrotóxicos oriundos de lavouras vizinhas. Evidências nacionais demonstram que pesticidas atingem corpos d'água superficiais por lixiviação, escoamento superficial e deriva de pulverização, acumulando-se em peixes e sedimentos, com impactos diretos na saúde dos organismos aquáticos, na segurança alimentar e na viabilidade socioeconômica de pequenos produtores (Carneiro et al., 2025). No contexto dos municípios de Santa Helena de Goiás e Rio Verde (GO), propriedades rurais com tanques escavados de solo dependentes de regos d'água que atravessam lavouras configuram cenário de risco ambiental, produtivo e jurídico relevante, dada a responsabilidade civil e ambiental prevista na Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais) e na Política Nacional do Meio Ambiente. **Objetivo:** O presente estudo objetiva desenvolver e validar o Sistema Integrado de Biofiltração e Barreiras Verdes Inteligentes (BV-i), solução híbrida de baixo custo que integra fitorremediação, biofiltração modular e monitoramento preditivo digital, visando mitigar ao menos 60% da carga contaminante que acessa os berçários de piscicultura. **Metodologia**: A metodologia compreende: diagnóstico ambiental e mapeamento do fluxo hídrico da propriedade; implantação de Barreira Verde Inteligente com macrófitas fitorremediadoras (Typha spp. e espécies palustres análogas) em curvas de nível a montante dos berçários; instalação de Biofiltro Modular de fluxo lento com carvão ativado e zeólita como segunda linha de defesa hídrica; e implementação de sistema de monitoramento contínuo com sensores de pH, condutividade elétrica, turbidez e potencial de oxirredução, integrados a modelo preditivo baseado em arquitetura TinyML embarcado em microcontrolador de baixo custo. **Resultados:** A eficiência da biofiltração com carvão ativado e zeólita para remoção de herbicidas como atrazina e simazina é amplamente respaldada pela literatura (Assunção; Falda; Kuroda, 2023), assim como o potencial fitorremediador de macrófitas na retenção de poluentes orgânicos difusos (Dias; Borges, 2023). Os resultados esperados incluem redução de 60 a 90% na carga contaminante afluente, aumento da taxa de sobrevivência de alevinos, melhoria nos indicadores de qualidade da água e emissão de alertas preventivos ao produtor. Sob perspectiva econômico-contábil, o sistema representa redução de perdas produtivas mensuráveis e incremento do ativo imobilizado ecológico da propriedade. **Conclusão:** Conclui-se que o BV-i constitui solução inovável, tecnicamente viável, economicamente acessível e juridicamente alinhada às exigências ambientais vigentes, com potencial de replicação em outras propriedades inseridas em

ecossistemas agrícolas semelhantes, contribuindo para a sustentabilidade multidimensional da piscicultura familiar no agronegócio brasileiro.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Aquicultura sustentável. Biofiltração. Fitorremediação. Piscicultura familiar.

Capítulo 2

10.37423/260811231

AVALIAÇÃO DA ÁREA FOLIAR RESIDUAL DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS TROPICAIS

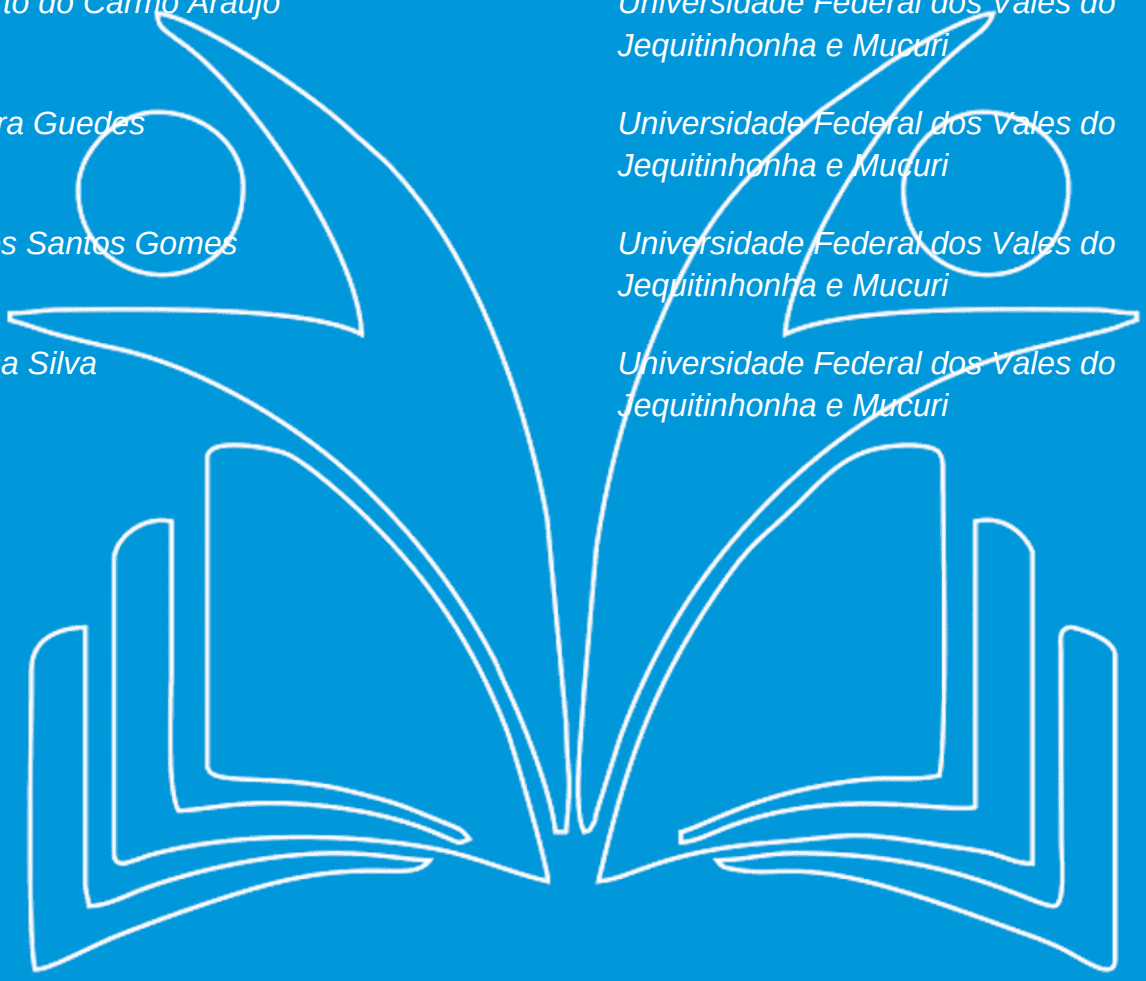
Marcos Antônio Costa Gomes — *Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri*

Saulo Alberto do Carmo Araujo — *Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri*

Kauê Pereira Guedes — *Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri*

Gustavo dos Santos Gomes — *Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri*

Pablo Sousa Silva — *Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri*



INTRODUÇÃO

As pastagens são a forma mais acessível de fornecer alimento para os pequenos e grandes ruminantes. Portanto, estudar e buscar informações sobre a utilização das forrageiras torna-se relevante, já que se busca a otimização do consumo e uma boa colheita de forragem nutritiva pelo animal (Zanine e Macedo Jr., 2006).

O manejo da pastagem em sistemas de pastejo de lotação intermitente é baseado no respeito às alturas de entrada e de saída das forrageiras nos piquetes (Collins et al.; 2017). Essa técnica permite otimizar a utilização da forrageira, objetivando melhor consumo e, consequente, maior conversão do alimento em produto animal, aliada a uma rebrotação eficiente da forrageira.

A altura de entrada na pastagem é orientada pelo padrão fisiológico de interceptação luminosa, que indica o valor de 95% como referência para a maioria das gramíneas forrageiras cespitosas. Nesse momento fisiológico, são ótimas as relações entre os componentes folha, colmo e material senescente.

Já a altura de saída da pastagem recomendada para o manejo é de aproximadamente a metade da altura de entrada. Esse momento fisiológico permite rápida e vigorosa rebrotação da forrageira, sem esgotamento das reservas orgânicas da planta. Esse critério é utilizado para a maioria das gramíneas forrageiras tropicais.

Entretanto, as forrageiras possuem estruturas morfológicas distintas o que implica em diferentes proporções de folhas na composição da área foliar residual. Essa condição caracterizará diferença no potencial de fotossíntese da área foliar residual das forrageiras.

Diante do exposto, objetivou-se determinar a área foliar residual (AFr) das principais gramíneas forrageiras tropicais e sua relação com a área foliar total (AFt), bem como avaliar a existência de um padrão fisiológico de comportamento entre as principais gramíneas forrageiras tropicais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura do Instituto de Ciências Agrárias da UFVJM no município de Unaí, MG. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente cazualizado, com medidas repetidas no tempo (03 ciclos de corte). Foram avaliadas as forrageiras do Campo

Agrostológico, sendo: três cultivares da espécie Megathyrsus maximum (cvs: Mombaça, Miyagi e Zuri), duas cultivares da espécie Uruchloa brizantha (cvs: Piatã, Xaraés) e as espécies Uruchloa ruziziensis cv. comum e Pennisetum purpureum cv. Kurumi.

Durante o experimento, que ocorreu de setembro a dezembro de 2023, foram realizadas irrigações periódicas e adubação de cobertura com 125 kg/ha da formulação NPK 20-05-20. Os cortes foram feitos ao nível do solo, em horários frescos do dia, evitando altas temperaturas. Após os cortes, a AFt e a AFr foram analisadas com o aplicativo EASY LEAF AREA (Easlon; Bloom, 2014), em um ambiente controlado para evitar a desidratação das folhas. A AFr foi obtida cortando-se as folhas na metade da altura de entrada (Barrios et al. 2021).

As leituras foram realizadas à noite, com iluminação de luz branca de 60 W posicionada a 40 cm de altura, e o celular com o aplicativo foi fixado a 60 cm de altura. As folhas foram colocadas em uma mesa forrada com cartolina branca e um gabarito de cartolina vermelha. O cálculo da proporcionalidade da área foliar residual foi feito pela equação:

$$\alpha = \text{Área foliar residual}/\text{Área foliar total} \times 100$$

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando houve efeito significativo, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey 5% como nível crítico de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos dados, observou-se que as forrageiras apresentaram percentuais distintos de área foliar residual (AFr) (Tabela 1). A Brachiaria ruziziensis destacou-se com o maior percentual de AFr (32,9%), indicando um menor potencial fotossintético, pois necessita de uma maior área foliar residual para uma rebrota adequada. Este resultado pode ser explicado pela morfologia decumbente dessa forrageira, que resulta em folhas novas sombreadas pelas folhas pastejáveis.

Gomide et al. (2002) mencionaram que o número de folhas que permanece na pastagem após a retirada dos animais na altura de saída é responsável pela produção de compostos fotossintéticos. Diante dessa informação, nota-se que o potencial fotossintético da forrageira tem relação com a %AFr, ou seja, quanto maior a %AFr, menor será seu potencial fotossintético, uma vez que a gramínea necessita de mais folhas para uma fotossíntese adequada.

Por outro lado, as forrageiras Piatã, Mombaça e Xaraés apresentaram uma AFr intermediária, com uma média de 25%, sugerindo um potencial fotossintético moderado. A desigualdade na disposição das folhas e o seu ângulo de inclinação influenciam a interceptação luminosa, afetando o desempenho fotossintético dessas espécies.

As forrageiras Kurumi, Miyagi e Zuri demonstraram menor %AFr, com uma média de 20%, indicando um melhor potencial fotossintético. Essas gramíneas necessitam de uma menor área foliar residual para rebrotar eficientemente, o que sugere uma rebrota mais rápida e eficiente em comparação às demais.

De acordo com o trabalho histórico de Jacques (1973), manejar o pasto, de acordo com altura de saída, observando a área foliar residual, é um fator de alta relevância, visto que a interceptação luminosa das folhas pós-pastejo é uma ferramenta primordial para uma melhor fotossíntese e respiração, permitindo que a planta tenha uma boa rebrota. Essa afirmação do autor demonstra a relação da melhor rebrotação do pasto observando a área foliar residual.

Segundo Santos Junior et al. (2004), a desigualdade de folhas, o ângulo de disposição de folhas, a morfologia e a aparência das plantas têm interferência na interceptação luminosa. Em outro trabalho clássico, Harris (1976) descreveu que várias características de crescimento da planta influenciam na sua rebrota, como o tecido fotossintético residual, carboidratos e substâncias de reserva, absorção de água e nutrientes, taxa de recuperação do sistema radicular. Portanto, algumas dessas características podem ter influenciado na captação de luz e consequentemente na fotossíntese.

Wong e Stur (1996) mencionaram que plantas de crescimento cespitoso utilizam suas reservas reunidas, como carboidratos e proteínas que ficam nas raízes e base do colmo, para uma melhor rebrotação. Os autores também comentam que plantas de crescimento decumbente e prostrado dependem mais da sua área foliar residual para seu crescimento. Nesse sentido, as forrageiras do experimento utilizam de forma diferente suas reservas orgânicas do caule e da raiz para sua rebrotação.

Em síntese, podemos observar que as diferentes espécies de gramíneas analisadas mostraram padrões variados de área foliar residual, refletindo suas características fisiológicas e morfológicas.

Tabela 1 – Área foliar total (cm2) e percentual da área foliar residual em relação à área foliar total de gramíneas forrageiras.

Forrageira	**AFt (cm^2)**	**%AFr**
Ruziziensis	694,6 c	32,9 a
Piatã	592,7 c	26,4 ab
Mombaça	1251,1 bc	24,6 ab
Xaraés	475,0 c	23,1 ab
Kurumi	2404,6 a	20,9 b
Myiagi	1576,3 b	19,1 b
Zuri	987,0 bc	17,9 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CONCLUSÃO

As gramíneas forrageiras analisadas apresentaram percentuais de área foliar residual distintos, o que reflete padrões fotossintéticos diferentes para a rebrotação.

A utilização do aplicativo EASY LEAF AREA é eficaz e prático para avaliar a área foliar de forrageiras tropicais.

Com base nesses resultados faz-se necessáriao a avaliação da AFr em condições de pastejo, visando incorporar o efeito animal no componente avaliado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Lázaro Vieira Vitor da Paixão, autor da pesquisa, por seu empenho e dedicação ao longo do estudo, e ao professor orientador Saulo Alberto do Carmo Araújo, por sua orientação valiosa e constante apoio durante o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

BARRIOS, S. C. L.; CARROMEU, C.; SILVA, M. A. I.; SANTOS, M. F.; VALLE, C. B.; JANK, L. Pasto Certo – versão 3.0®: Aplicativo para dispositivos móveis sobre forrageiras tropicais. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 2021.

COLLINS, M.; NELSON, C. J.; MOORE, K. J.; BARNES, R. F. (ed.). Forages: an introduction to grassland agriculture. 7. ed. Wiley Blackwell, 2017. 432p.

EASLON, H.; BLOOM, A. Easy Leaf Area: Análise automatizada de imagens digitais para medição rápida e precisa da área foliar. Aplicações em Ciências Vegetais, vol. 2, n. 7, 2014.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Morfogênese e acúmulo de biomassa em capim-mombaça sob pastejo rotacionado observando diferentes períodos de descanso. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, 2002. Recife. Anais... Recife: SBZ, 2002. CD-ROM (forragicultura).

HARRIS, W. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: Plant relations in pasturs. Brisbane Proceedings. Melbourne: CSIRO,1976. p. 67-85.

JACQUES, A. V. A. Fisiologia do crescimento de plantas forrageiras (área foliar e reservas orgânicas). In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 1973, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ, 1973. p.95-101.

SANTOS JUNIOR, J.D.G.; MONTEIRO, F.A.; LAVRES JUNIOR, J. R. Análise de Crescimento do Capim-Marandu Submetido a Doses de Nitrogênio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.6, p.1985-1991, 2004.

WONG, C. C.; STUR, W. W. Persistence of tropical forage grasses in shaded environments. The Journal of Agricultural Science, 126, p. 151-159,1996.

ZANINE, A. M.; MACEDO JUNIOR, G. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. Revista Eletrônica de Veterinária, v.7, n. 4, p.1-12, 2006.

Capítulo 3

10.37423/260811291

STREPTOMYCES COMO PROMOTOR DE CRESCIMENTO VEGETAL

Aloisio Freitas Chagas Junior	*Universidade Federal do Tocantins (UFT/PPGPV)*
Albert Lennon Lima Martins	*Universidade Federal do Tocantins (UFT/PPGPV)*
Gabriel Soares Nóbrega	*Universidade Federal do Tocantins (UFT/PPGPV)*
Bruna Marques de Souza	*Universidade Federal do Tocantins (UFT/PPGPV)*
Flavia Rodrigues de Sousa	*Universidade Federal do Tocantins (UFT/Agronomia)*
Beatriz Fagunde Sousa	*Universidade Federal do Tocantins (UFT/Agronomia)*
Arystela Pereira dos Santos	*Universidade Federal do Tocantins (UFT/PPGPV)*
Anelyse Macedo Brito	*Universidade Federal do Tocantins (UFT/PPGBiotec)*
Manuella Costa Souza	*Universidade Federal do Tocantins (UFT/PPGBionorte)*
Dito Albuquerque	*Universidade Federal do Tocantins (UFT/PPGPV)*

RESUMO

O gênero Streptomyces destaca-se como um grupo de actinobactérias de grande potencial biotecnológico para a agricultura, especialmente devido à sua capacidade de promover o crescimento vegetal, melhorar a disponibilidade de nutrientes e atuar no controle de fitopatógenos. Esses microrganismos são amplamente distribuídos no solo e apresentam elevada capacidade metabólica, produzindo diversos compostos bioativos, incluindo antibióticos, enzimas, sideróforos e substâncias promotoras do crescimento vegetal. Além disso, apresentam ampla capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e podem colonizar a rizosfera, o rizoplano e, em determinadas condições, os tecidos internos das plantas. Assim, o presente capítulo visa apresentar uma revisão sobre Streptomyces como promotor de crescimento vegetal. A revisão evidencia o elevado potencial do gênero Streptomyces para a agricultura sustentável, especialmente como promotor do crescimento vegetal e agente de controle biológico. Essas actinobactérias são amplamente distribuídas no solo, apresentam grande diversidade metabólica e desempenham funções importantes na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes. Sua capacidade de adaptação a diferentes ambientes e de colonização da rizosfera e de outros nichos associados às plantas favorece sua utilização como componente de bioinsumos agrícolas.

INTRODUÇÃO

As rizobactérias promotoras de crescimento vegetal apresentam mecanismos direto e indireto no desenvolvimento de plantas que incluem: fixação e solubilização de nutrientes; reguladores de crescimento vegetal; a produção de sideróforos; a produção de compostos orgânicos voláteis; e a produção de enzimas de proteção (GUPTA et al., 2015).

Recentemente foi observado efeito sinérgico de Bradyrizhobium com bactérias do gênero Streptomyces em leguminosas (HTWE et al., 2019a). Streptomyces é o principal grupo do filo das actinobactérias que compreendem cerca de 10% da microbiota do solo, podendo desempenhar importantes associações com microrganismos da rizosfera. Espécies pertencentes ao gênero Streptomyces produzem vários compostos bioativos com potencial biotecnológico, com destaque para a produção de antimicrobianos (ZOTHANPUIA et al., 2017).

Em culturas como a soja, essas espécies podem favorecer seu desenvolvimento, devido a capacidade de solubilização de fósforo (SHRIVASTAVA et al., 2017) e na produção de fitohormônios, principalmente ácido indolacético (AIA) (ABD-ALLA et al., 2014).

O uso de microrganismos estimulantes na agricultura tem sido uma saída para aumentar a produtividade, e a sua presença no solo é fundamental para o processo de ciclagem de nutrientes, além de serem reguladores de diferentes processos (MENDES, 2012).

Considerando o leque de microrganismos benéficos encontrados nos solos, destaca-se a importância de Streptomyces, um gênero de bactérias com mais de 600 espécies conhecidas. Esse microrganismo apresenta grande potencial, devido a sua habilidade em produzir diversos compostos bioativos como enzimas, toxinas, antibióticos e promotores de crescimento vegetal (DIAS et al., 2017; MONTEIRO et al., 2017; HTWE et al. (2019b).

Assim, o presente capítulo visa apresentar uma revisão sobre Streptomyces como promotor de crescimento vegetal.

Taxonomia e Morfologia

Streptomyces é um gênero de bactéria pertencente à família Streptomycetaceae, da ordem Kitasatosporales, e classe Actinomycetes (Tabela 1). Essas bactérias são Gram-positivas, aeróbias com

um alto conteúdo de citosina e guanina em seu genoma (DIETZ & MATHEWS, 1971; ANDERSON & WELLINGTON, 2001), e são amplamente distribuídos no solo, desempenhando um papel fundamental na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes. Além disso, apresentam uma ampla diversidade de habitats, colonizando solos, ambientes aquáticos, plantas e animais, e são capazes de sobreviver em condições extremas de acidez, alcalinidade, salinidade e temperatura (JIANG et al., 2016; LAWSON, 2018).

Tabela 1 – Taxonomia de Streptomyces.

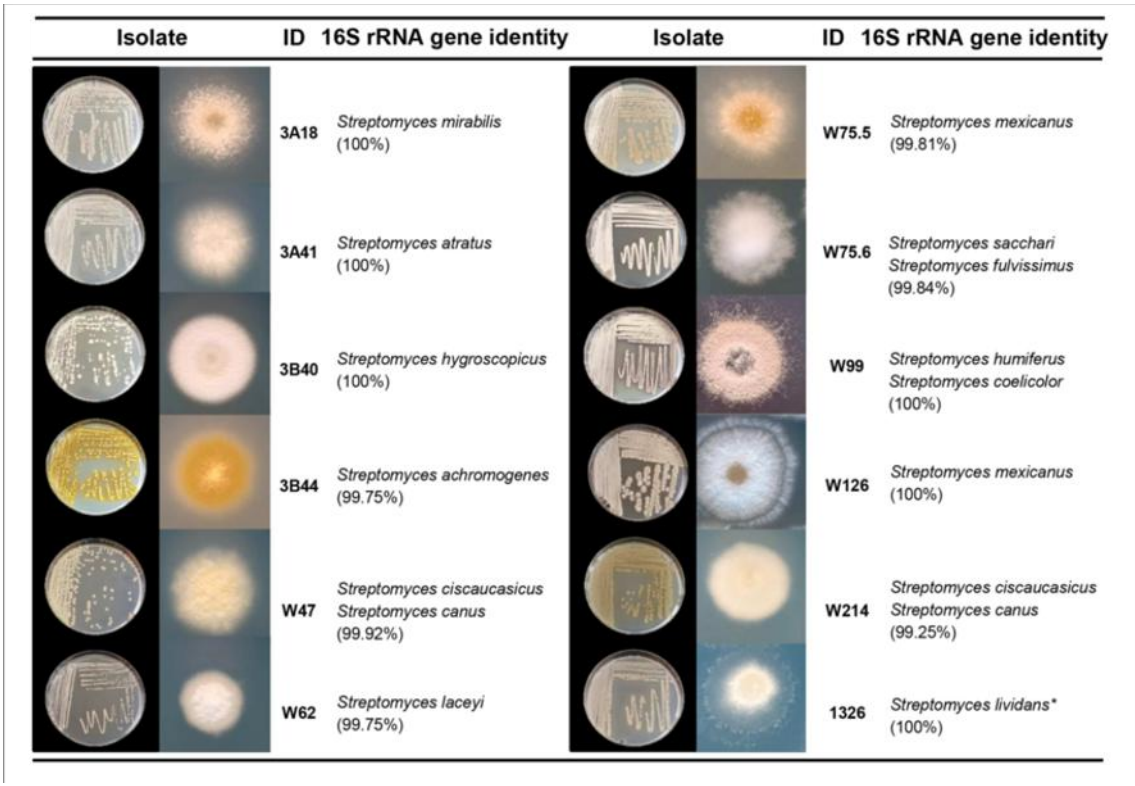
CLASSIFICAÇÃO	TELEMORFO
DOMÍNIO	Bactéria
FILO	Actinomycetota
CLASSE	Actinomycetes
ORDEM	Kitasatosporales
FAMÍLIA	Streptomycetaceae
GÊNERO	*Streptomyces*
ESPÉCIE	*Streptomyces* sp.

Fonte: https://bacdive.dsmz.de/strain/16397

O nome do gênero Streptomyces foi proposto por Waksman e Henrici, em 1943, combinando os nomes dos dois primeiros actinomicetos descritos: Stepthrotrix e Actinomyces (STACKEBRANDT, 2006). Essas bactérias possuem um ciclo de vida complexo, com diferenciação morfológica e fisiológica, e são caracterizadas por seu crescimento apical e pela formação de hifas ramificadas (BARKA et al., 2016). Devido à morfologia deste gênero, acreditava-se que estes microrganismos poderiam ser intermediários entre fungos e bactérias, até ao inicio dos anos 50, quando foram realizadas provas bioquímicas para determinar a composição da parede celular, sensibilidade a agentes antibacterianos, e finalmente, a determinação da ausência de membrana nuclear demonstrando que pertenciam aos procariotas (HOPWOOD, 1999). A diferenciação morfológica se dá com o crescimento de hifas aéreas, seguido da formação de cadeias de esporos unigenômicos por meio de septação (BARKA et al., 2016). O crescimento ocorre por meio de hifas vegetativas que se ramificam sobre o substrato, e as características taxonômicas distintivas desses microrganismos incluem a produção de pigmentos que conferem cor ao micélio sob o substrato e ao micélio aéreo (LI et al. 2016).

A Figura 1 mostra a caracterização de isolados de Streptomyces utilizados por Cordovez et al. (2015). Os nomes das espécies são baseados na comparação da sequência do gene 16S rRNA utilizando o banco de dados Greengenes.

Figura 1. Caracterização morfológica e molecular de isolados de Streptomyces. As imagens mostram isolados com 4 a 7 dias de idade cultivados em meio GA.*S. lividans 1326 refere-se ao número de coleção do John Innes Center e corresponde a S. lividans 66 (HOPWOOD et al., 1983).



Seu ciclo de vida começa com a germinação dos esporos em condições favoráveis de nutrientes. A partir do tubo germinativo, cresce o micélio vegetativo composto por hifas ramificadas, que se multiplicam por divisão celular. Em um estágio posterior do ciclo de vida, ocorre a formação de micélio aéreo quando os nutrientes estão esgotados e as condições ambientais são adversas (CHANDRA & CHATER, 2014).

No aspecto genético, os Streptomyces possuem um cromossomo linear, uma característica incomum entre as bactérias (CHEN et al., 2002). Esses cromossomos são caracterizados por apresentarem telômeros com proteínas covalentemente ligadas, o que permite que assumam uma forma circular em condições naturais ou em laboratório. As regiões terminais do cromossomo contêm sequências repetitivas invertidas e codificam principalmente funções relacionadas à regulação, transporte, secreção, diferenciação e biossíntese de antibióticos (LI et al., 2016).

Além de sua diversidade genética e complexidade morfológica, o gênero se destaca pela produção de uma ampla variedade de metabólitos secundários. Esses metabólitos incluem enzimas, antibióticos, agentes antitumorais, efetores de crescimento, entre outros (BIBB, 2005).

Essas características genéticas e morfológicas são essenciais para que essas bactérias possam colonizar uma variedade de habitats, sendo mais comumente encontrados no solo, onde representam cerca de 30% da microbiota (LI et al., 2005). Sua notável capacidade de adaptação permite que eles sobrevivam em ambientes ácidos, alcalinos, salinos e temperaturas elevadas (LAWSON, 2018). Além do solo, essas bactérias também foram isoladas em ambientes aquáticos, como água doce e marinha, onde estão associadas a organismos como esponjas marinhas e caracóis, contribuindo para a descoberta de novos produtos naturais (UDWAY et al., 2007; ALAM et al., 2010; SEIPKE et al., 2012). Além disso, Streptomyces pode ser encontrado simbioticamente nas raízes de plantas, atuando como promotor de crescimento vegetal em algumas espécies, como o trigo, ou como patógeno em outras, como o tomate e a batata (SEIPKE et al., 2012). A presença dessas bactérias na rizosfera está associada a interações benéficas com as plantas, promovendo o crescimento vegetal e aumentando a resistência a patógenos. Essas interações entre Streptomyces e a rizosfera têm despertado interesse na agricultura sustentável e no desenvolvimento de bioprodutos para promover o crescimento das plantas e reduzir o uso de fertilizantes químicos (LUCY et al. 2004; DESAI, 2014).

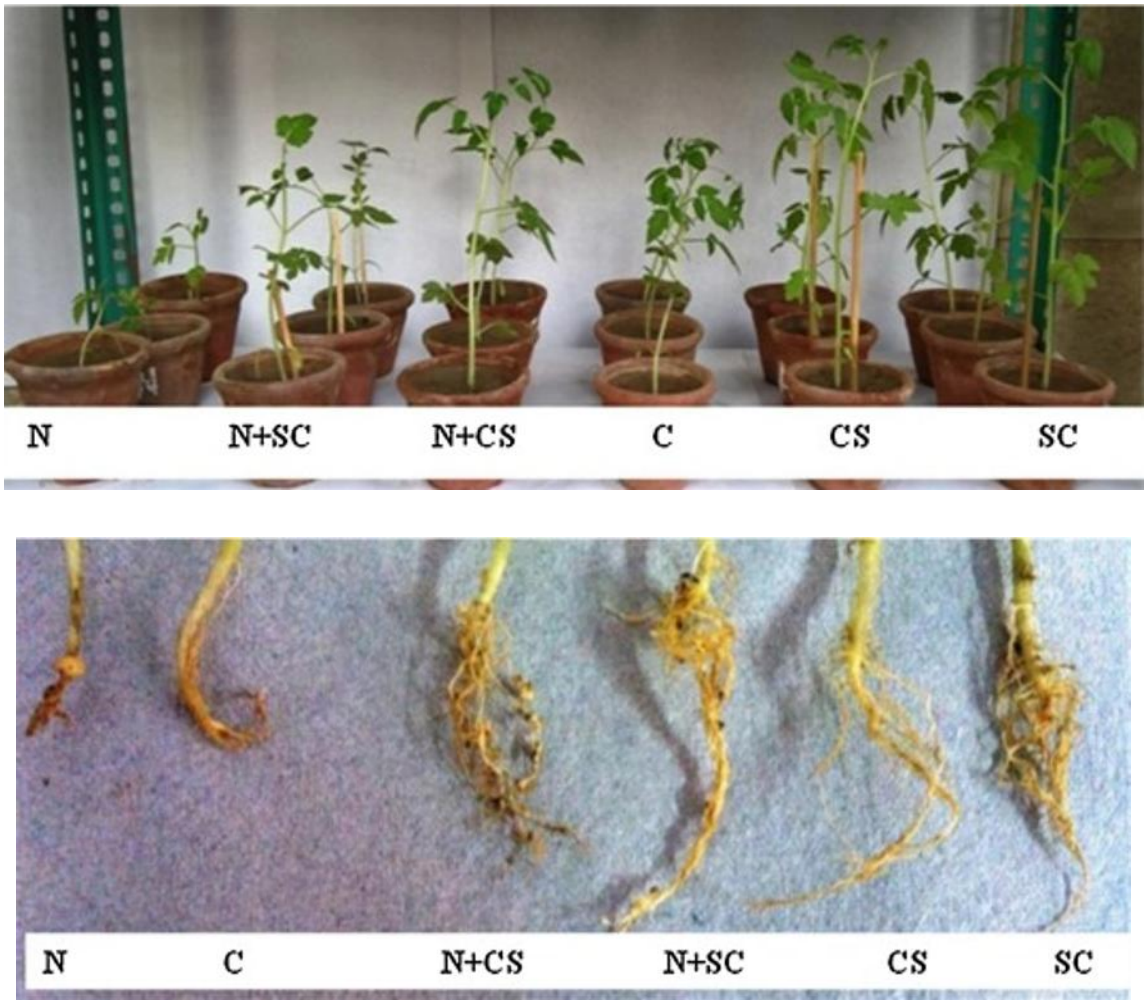
Streptomyces como promotor de crescimento vegetal

De acordo com Tamreihao et al. (2016), uma cepa de Streptomyces sp. foi positiva para características promotoras de crescimento de plantas, produzindo até 30,5 µg mL-1 de IAA, 69% de unidades sideróforas e solubilizando uma quantidade significativa de fosfato inorgânico (até 102 µg mL-1). .

Kaur et al. (2016), avaliando mudas de tomates infectadas com nematoides, observou que a cepa de Streptomyces cepa DH16 foi capaz de melhorar as características agronômicas das mudas, isso devido aos compostos bioativos produzidos pelo microrganismo (Figura 2).

Figura 2. Efeito da cepa DH16 de S. hydrogenans e seus metabólitos no crescimento de plantas de L. esculentum (tomate) infestadas com M. incognita; N (plantas infestadas por nematoides), N + SC (plantas tratadas com nematoides e células da cepa DH16), N + CS (plantas tratadas com nematoides e sobrenadante de cultura (CS) da cepa DH16), C (plantas controle

não tratadas), CS (plantas tratadas apenas com sobrenadante de cultura) e SC (plantas tratadas apenas com células da cepa DH16) (Kaur et al., 2016).



Sreevidya et al. (2016) isolaram e caracterizaram actinomicetos responsáveis pela promoção de crescimento de plantas de grão-de-bico. Os resultados apontaram que quatro espécies exibiram aumento no número de nódulos, peso e rendimento nas plantas. As parcelas tratadas aumentaram o N total, o P disponível e o C orgânico sobre o controle não inoculado. Além disso, os perfis de expressão para os genes ácido indol acético, sideróforo e 1,3-glucanase exibiram regulação para os três traços nos isolados testados. Esses isolados foram identificados como Streptomyces, mas de espécies diferentes na análise do rDNA 16S (Figura 3).

Figura 3. Efeito de cepas de actinomicetos no comprimento da raiz e da parte aérea de plântulas de grão-de-bico (Sreevidya et al., 2016).



A capacidade de promoção de crescimento vegetal em mudas de trigo por Streptomyces mutabilis foi observada através da capacidade de secretar AIA e GA3. Usando equipamentos avançados acoplados à microscopia de varredura a laser, observou-se ainda que, após a inoculação e com o crescimento da planta, a cepa pode colonizar o rizoplano, a superfície da cariopse atravessando a rizoderme até o sistema vascular. Curiosamente, visualizações adicionais revelaram que a cepa também poderia ser endofítica dentro da cariopse até a camada de endocarpo (a parte dos frutos secos, não a parte das sementes do grão) além de promover o crescimento e colonizar vários nichos sobre as superfícies da fitosfera (raízes, sementes), bem como a planta (TOUMATIA et al., 2016).

De acordo com Lin & Xu (2013) que selecionaram cepas de Streptomyces de plantas medicinais, as cepas que produziam AIA eram capazes de favorecer o crescimento nas plantas. Além disso, os efeitos fito-estimuladores da inoculação com os isolados, sugerem que Streptomyces de origem endofítica pode ser um candidato promissor para utilização na melhoria do crescimento de plantas de valor econômico e agrícola.

Segundo Sadeghi et al. (2012), a aplicação de Streptomyces, além de ter aumentado significativamente a concentração de N, P, Fe e Mn em brotos de trigo, aumentou o crescimento e o desenvolvimento de plantas, obtendo ainda, aumento significativo na taxa de germinação, porcentagem e uniformidade, altura e peso seco, quando comparado a testemunha sem inoculação.

Seis isolados do gênero Streptomyces (St. CAI-13, St. CAI-85, St. CAI-93, St. CAI-140, St. CAI-155 e St. KAI-180), recuperados de seis diferentes compostos de ervas, foram caracterizados por propriedades

promotoras de crescimento de plantas de arroz. No campo estes isolados de Streptomyces melhoraram significativamente os números de perfilhos, número de panículas, peso e número de grãos cheios, rendimento de palhetas, rendimento de grãos, matéria seca total, comprimento das raízes, e volume e peso seco, em relação ao controle não inoculado. E na rizosfera das plantas, foram capazes de aumentar significativamente o nitrogênio total, fósforo disponível, % de carbono orgânico, carbono de biomassa microbiana e atividade de nitrogênio e desidrogenase (GOPALAKRISHMAN, 2014) (Figura 4).

Figura 4. Efeito das actinomicetas CAI-85 e CAI-93 no desenvolvimento radicular do arroz. (a) Controle não inoculado; (b) CAI-85; e (c) CAI-93 (GOPALAKRISHMAN, 2014).



Em uma pesquisa de campo, após isolamento de Streptomyces do solo e raízes de quatro cultivares de arroz, onde foi observado um maior crescimento das plantas, foi demonstrado através de análise de DNA que o isolado de Streptomyces era capaz de realizar a fixação de N nas plantas de arroz (MAHYARUDIN et al., 2015).

Segundo Htwe et al. (2018) a co-inoculação de bactérias fixadoras de N com bactérias promotoras do crescimento de plantas é um caminho promissor para o melhoramento da produção de soja por meio de crescimento da planta, reforçando a nodulação. Em seu trabalho, foi observado os efeitos da co-inoculação de Bradyrhizobium elkanii com Streptomyces griseoflavus no crescimento das plantas, nodulação, fixação de N2, captação de N e produtividade de sementes de soja. Os resultados descrevem que houve efeito sinergético na fixação e nodulação do N2 no tratamento de co-inoculação, aumento significativo na fixação de N2 no estágio V6; crescimento de plantas, nodulação, fixação de

N2 e captação de N no estágio R3.5; e crescimento da parte aérea, captação de N e produção de sementes no estágio R8, nas quatro variedades de soja avaliadas.

Avaliando os efeitos de Bradyrhizobium japonicum, Bradyrhizobium elkanii e Streptomyces griseoflavus sobre a eficácia simbiótica da soja, observou-se uma promoção significativa do crescimento das plantas, nodulação, fixação de nitrogênio, absorção de nutrientes e rendimento de sementes nas variedades. A aplicação em conjunto, foi eficaz nas variedades de soja estudadas (HTWE et al., 2019a).

Soe & Yamakawa (2013), avaliando na soja os efeitos da co-inoculação da cepa de Streptomyces griseoflavus com cepas de Bradyrhizobium spp., observaram que a co-inoculação melhorou significativamente o peso seco do nódulo de soja. O uso combinado de cepas B. japonicum e S. griseoflavu em soja apresentaram maior acúmulo de N e peso de sementes entre os tratamentos utilizados (SOE et al., 2012).

Os efeitos de um biofertilizante produzido a partir de cepas de Bradyrhizobium e Streptomyces griseoflavus promoveu significativamente o crescimento de parte aérea e de raízes de feijão comum, feijão caupi e soja em comparação com o controle. Neste estudo, incrementos significativos no crescimento das plantas, nodulação, fixação de nitrogênio, absorção de nitrogênio, fósforo e potássio e rendimento de sementes foram observados em feijão comum e soja, concluindo que Bradyrhizobium e Streptomyces griseoflavus podem ser usadas juntas como biofertilizante (HTWE et al., 2019b).

Martins (2017), em experimento em casa de vegetação com inoculação de nove isolados de Streptomyces em soja cultivar M8210 IPRO, encontrou resultados significativos no incremento de raízes das plantas de soja (Figura 5). O mesmo autor encontrou aumento significativo para biomassa da parte aérea e raiz em plantas de feijão caupi inoculadas com produto formulado com isolados de Streptomyces (Figura 6).

Figura 5. Raízes de plantas de soja cv. M8210 IPRO inoculado com isolados de Streptomyces em casa de vegetação, Gurupi -TO.: A, UFT-St01; B, UFT-St02; C, UFT-St03; D, UFT-St09. Esquerda: Isolados; Direita: Testemunha (Martins, 2017).



Figura 6. Plantas de feijão caupi inoculadas com diferentes doses (mL/50 kg semente) de MIX de isolados de Streptomyces (UFT-St03, UFT-St06 e UFT-St08) em casa de vegetação. A (Esquerda: Testemunha; Direita: Isolados) (Martins, 2017).



Em experimento de campo Martins (2020) avaliou o efeito das doses de Streptomyces sp. nas características fitotecnias e na produtividade de grãos de soja, doses da co-inoculação de Streptomyces sp. no acumulo de macro e micronutrientes na cultura da soja, e o efeito das doses de microbiolização de Streptomyces sp. sobre a germinação e crescimento inicial da soja. Os resultados obtidos indicaram que o isolado de Streptomyces sp. apresentou uma capacidade de simbiose com as sementes de soja e promoveu aumento nas características de massa seca da parte, estande final de plantas, altura,

número de entrenós, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produtividade (Figura 7, Figura 8).

Figura 7. Plantas de soja (cv. M8644 IPRO) 22 (a) e 53 (b) dias após a semeadura, inoculada com doses de Streptomyces sp. St26, observadas durante o período experimental na Estação Experimental de UFT - Gurupi – TO, 2019.

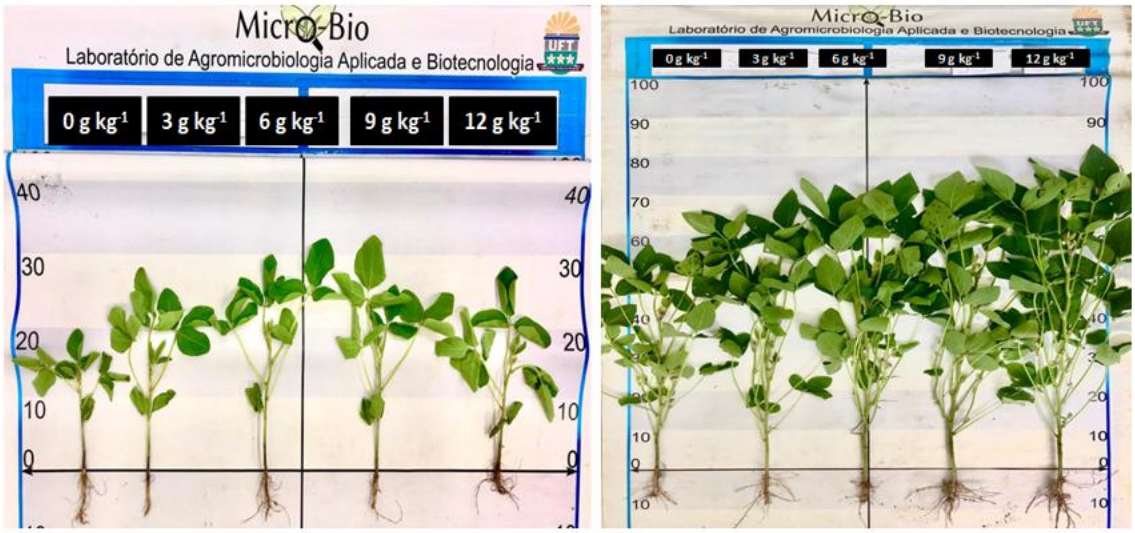
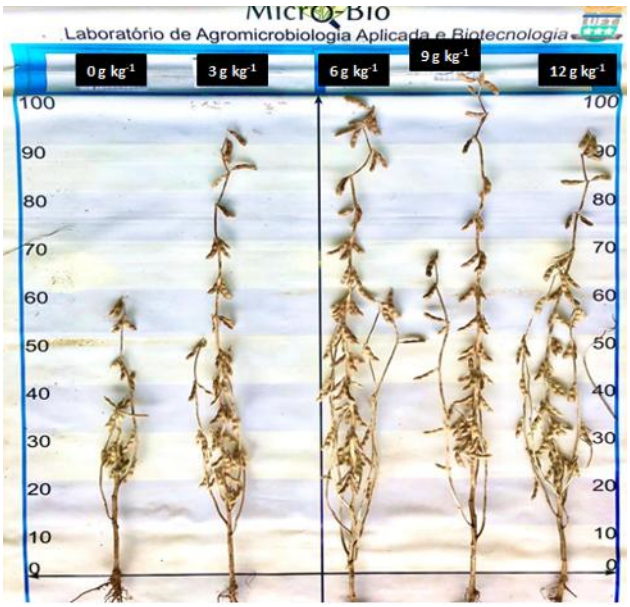


Figura 8. Plantas de soja (cv. M8644 IPRO) 118 dias após a semeadura, inoculada com doses de Streptomyces sp. St26, observadas durante o período experimental na Estação Experimental de UFT - Gurupi – TO, 2019.



A tabela 2 mostram os estudos de culturas agrícolas inoculadas com espécies de Streptomyces e os efeitos como promotor de crescimento vegetal. Na tabela 3 são apresentadas as espécies de Streptomyces e seus efeitos como promotor de crescimento vegetal.

Tabela 2. Estudos de culturas com espécies de Streptomyces com potencial de crescimento vegetal de plantas.

CULTURA / ESPÉCIE VEGETAL	EFEITO PROMOTOR DE CRESCIMENTO VEGETAL	REFERÊNCIA
Arroz	- AIA; - Solubilização de P; - Produção de sideróforos.	Tamreihao et al. (2016)
	- AIA; - Solubilização de P; - Produção de sideróforos.	Tamreihao et al. (2018)
	- Solubilização de nutrientes; - Produção de sideróforos; - AIA;	Gopalakrishnan (2014)
	- Fixação de nitrogênio.	Mahyarudin et al. (2015)
Tomate	- Compostos bioativos	Kaur et al. (2016)
	- Etileno (ACC); - AIA.	El-Tarabily (2008)
Grão de bico	- Solubilização de nutrientes (N e P); - AIA; - Produção de Sideróforos.	Sreevidya et al. (2016)
	- AIA, - Produção de sideróforo, - β-1,3-glucanase.	Sreevidya et al. (2016)
Trigo	- AIA; - GA3.	Toumatia et al. (2016)
	- Solubilização de nutrientes (N e P); - AIA; - Produção de sideróforos.	Sadeghi et al. (2012)
Teixo chinês (*Taxus chinensis*)	- AIA.	Lin & Xu (2013)
Soja	- Nodulação; - Fixação de N_2; - Captação de N; - Produtividade; - Altura de plantas.	Htwe et al. (2018)
	- Nodulação; - Fixação de nitrogênio; - Produtividade.	Htwe et al. (2019a)
	- Nódulo de soja; - Fixação de N.	Soe & Yamakawa (2013)
	- Nodulação; - Fixação de N_2; - MSPA; - Produtividade.	Soe et al. (2012)
	- AIA - Solubilização de P - Biomassa	Martins (2017)
Feijão comum; Feijão caupi; Soja	- Altura da parte aérea; - Comprimento de raízes; - Nodulação; - Fixação de N; - Absorção de N, P e K; - Produtividade.	Htwe et al. (2019b)

Feijão caupi	- AIA - Solubilização de P - Biomassa	Martins (2017)

Tabela 3. Espécies de Streptomyces ssp. com o potencial no crescimento vegetal de plantas.

ESPÉCIE	EFEITO PROMOTOR DE CRESCIMENTO VEGETAL	REFERÊNCIA
***Streptomyces corchorusii strain* UCR3-16**	- AIA; - Solubilização P; - Produção de sideróforos.	Tamreihao et al. (2016)
***Streptomyces* sp. MBRL 10**	- AIA; - Solubilização fosfato; - Produção de sideróforos.	Tamreihao et al. (2018)
***Streptomyces* ssp.**	- AIA; - Solubilização P; - Produção de sideróforos.	Khamna et al. (2009)
Streptomyces tsusimaensis ***Streptmyces caviscabies*** ***Streptomyces setonii*** ***Streptomyces africanus***	- Produção de sideróforo; - AIA	Gopalakrishnan et al. (2011)
***Streptomyces sp.* CAI-13,** ***Streptomyces sp.* CAI-85,** ***Streptomyces sp.* CAI-93,** ***Streptomyces sp.* CAI-140,** ***Streptomyces sp.* CAI-155,** ***Streptomyces sp.* KAI-180.**	-Solubilização de nutrientes; - Produção de lipase; - Produção de sideróforos; - AIA; - Produção de quitina; - ß-1-3-glucanase;	Gopalakrishnan (2014)
***Streptomyces* sp. VAI-7** ***Streptomyces* sp. VAI-40** ***Streptomyces* sp. SAI-13** ***Streptomyces* sp. SAI-29**	- Solubilização de nutrientes (N e P); - Produção de sideróforos; - AIA; - ß-1-3-glucanase.	Sreevidya et al. (2016)
Streptomyces aureofaciens	- Amilase; - Quitinase; - Urease.	Shrivastava et al. (2017)
Streptomyces atrovirens	- AIA	Abd-Alla et al. (2014)
Streptomyces kocuria	- Fixação de N.	Mahyrudin et al. (2015)
Streptomyces hainanensis ***Streptomyces javensis***	- AIA; - Protease; - Produção de sideróforos.	Nimnoi et al. (2010)
***Streptomyces* spp.**	- Solubilização de P - AIA - Controle biológico de fitopatógenos	Martins et al. (2020)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gênero Streptomyces destaca-se como um dos grupos microbianos mais promissores na promoção de crescimento vegetal e no manejo sustentável de culturas agrícolas. Amplamente distribuídos no

solo, especialmente na rizosfera, esses actinomicetos apresentam elevada capacidade metabólica e produção diversificada de metabólitos secundários biologicamente ativos.

De modo geral, observaou-se que os mecanismos envolvidos na promoção de crescimento incluem: produção de fitormônios, como AIA (ácido indolacético) e giberelinas (GA_3), que estimulam alongamento celular, formação radicular e desenvolvimento vegetal; produção de ACC desaminase, reduzindo níveis de etileno e atenuando estresses bióticos e abióticos; solubilização de fosfato e aumento da disponibilidade de nutrientes (N, P, Fe, Mn); produção de sideróforos, favorecendo a captação de ferro; síntese de compostos antimicrobianos, contribuindo para o biocontrole de fungos e nematoides fitopatogênicos; capacidade de colonização eficiente, incluindo rizoplano, sistema vascular e comportamento endofítico.

Além da promoção direta do crescimento, Streptomyce exerce papel relevante na supressão de patógenos do solo, reduzindo a necessidade de insumos químicos e favorecendo sistemas agrícolas mais sustentáveis. Sua capacidade de colonizar diferentes nichos da fitosfera aumenta a estabilidade da interação planta-microrganismo e potencializa seus efeitos benéficos ao longo do ciclo da cultura.

Contudo, apesar do grande potencial biotecnológico, desafios ainda persistem, como: variabilidade de desempenho em condições de campo; Interação com microbiota nativa do solo; formulação e viabilidade de inoculantes comerciais; necessidade de estudos sobre estabilidade genética e adaptação ambiental.

Assim, conclui-se que Streptomyces representa uma ferramenta estratégica para a agricultura sustentável, integrando promoção de crescimento, biofertilização e biocontrole. Investimentos em pesquisas aplicadas e desenvolvimento tecnológico podem consolidar seu uso como bioinsumo eficiente e economicamente viável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD-ALLA, M. H.; EL-SAYED, E.-S. A.; RASMEY, A.-H. M. Indole-3-Acetic acid production of Streptomyces atrovirens isolated from rhizosferic soil of Egypt. Journal of Biology and Earth Sciences, v. 3, n. 2, p. 182–193, 2014.

Cordovez V, Carrion VJ, Etalo DW, Mumm R, Zhu H, van Wezel GP and Raaijmakers JM (2015) Diversity and functions of volatile organic compounds produced by Streptomyces from a disease-suppressive soil. Front. Microbiol. 6:1081. doi: 10.3389/fmicb.2015.01081

EL-TARABILY, K. A. Promotion of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) plant growth by rhizosphere competent 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase-producing streptomycete actinomycetes. Plant and Soil, v. 308, n. 1–2, p. 161–174, 2008.

GOPALAKRISHNAN, S. et al. Evaluation of actinomycete isolates obtained from herbal vermicompost for the biological control of Fusarium wilt of chickpea. Crop Protection, v. 30, n. 8, p. 1070–1078, 2011.

GOPALAKRISHNAN, S. ET AL. Evaluation of Streptomyces strains isolated from herbal vermicompost for their plant growth-promotion traits in rice. Microbiological Research, v. 169, n. 1, p. 40–48, 2014.

GUPTA, G. et al. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture. Journal of Microbial and Biochemical Technology, v. 7, n. 2, p. 96–102, 2015.

Hopwood DA, Kieser T, Wright HM, Bibb MJ. Plasmids, recombination and chromosome mapping in Streptomyces lividans 66. J Gen Microbiol. 1983 Jul;129(7):2257-69. doi: 10.1099/00221287-129-7-2257. PMID: 6631413.

HTWE, A. Z. et al. Effects of co-inoculation of Bradyrhizobium elkanii BLY3-8 and Streptomyces griseoflavus P4 on R4 soybean varieties. Soil Science and Plant Nutrition, v. 64, n. 4, p. 449–454, 2018.

HTWE, A. Z. et al. Biofertiliser production for agronomic application and evaluation of Its symbiotic effectiveness in soybeans. Agronomy, v. 9, n. 4, p. 162, 2019a.

HTWE, A. Z. et al. Effects of biofertilizer produced from Bradyrhizobium and Streptomyces griseoflavus on plant growth, nodulation, nitrogen fixation, nutrient uptake, and seed yield of mung bean, cowpea, and soybean. Agronomy, v. 9, n. 2, p. 77, 2019b.

KAUR, T. et al. Evaluation of in vitro and in vivo nematicidal potential of a multifunctional streptomycete, Streptomyces hydrogenans strain DH16 against Meloidogyne incognita. Microbiological Research, v. 192, n. 13, p. 247–252, 2016.

KHAMNA, S.; YOKOTA, A.; LUMYONG, S. Actinomycetes isolated from medicinal plant rhizosphere soils: diversity and screening of antifungal compounds, indole-3-acetic acid and siderophore production. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 25, n. 4, p. 649–655, 2009.

LIN, L.; XU, X. Indole-3-Acetic Acid production by endophytic Streptomyces sp. en-1 isolated from medicinal plants. Current Microbiology, v. 67, n. 2, p. 209–217, 2013.

MAHYARUDIN; RUSMANA, I.; LESTARI, Y. Metagenomic of actinomycetes based on 16S rRNA and nifH genes in soil and roots of four Indonesian rice cultivars using PCR-DGGE. HAYATI Journal of Biosciences, v. 22, n. 3, p. 113–121, 2015.

MARTINS, A. L. L. Eficiência de Streptomyces spp. no biocontrole de fitopatógenos e promotor de crescimento vegetal. Universidade Federal do Tocantins. Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal (Dissertação de Mestrado). 104p. 2017.

MARTINS, A. L. L. Streptomyces sp. como promotor de crescimento na cultura da soja. Universidade Federal do Tocantins. Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal. (Tese de Doutorado). 89p. 2020.

MARTINS, A. L. L.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; CHAGAS, L. F. B.; OLIVEIRA, R. S.; SOUZA, M. C.; GOMES, F. L.; GIONGO, M.; SCHEIDT, G. N. Phosphate solubilization, indole acetic acid synthesis and biocontrol by streptomyces isolates. International Journal of Development Research, v. 11, n. 12, p. 52380-52386, 2021.

MENDES, I. D. C. Biological functioning of Brazilian cerrado soils under different vegetation types. p. 183–195, 2012.

NIMNOI, P.; PONGSILP, N.; LUMYONG, S. Endophytic actinomycetes isolated from Aquilaria crassna Pierre ex Lec and screening of plant growth promoters production. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 26, n. 2, p. 193–203, 2010.

NIMNOI, P.; PONGSILP, N.; LUMYONG, S. Co-inoculation of soybean (Glycine Max) with actinomycetes and Bradyrhizobium japonicum enhances plant growth, nitrogenase activity and plant nutrition. Journal of Plant Nutrition, v. 37, n. 3, p. 432–446, 2014.

SADEGHI, A. et al. Plant growth promoting activity of an auxin and siderophore producing isolate of Streptomyces under saline soil conditions. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 28, n. 4, p. 1503–1509, 2012.

SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, R.; YANDIGERI, M. S. In vitro biocontrol activity of halotolerant Streptomyces aureofaciens K20: A potent antagonist against Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid. Saudi Journal of Biological Sciences, v. 24, n. 1, p. 192–199, 2017.

SOE, K. M. et al. Effects of endophytic actinomycetes and Bradyrhizobium japonicum strains on growth, nodulation, nitrogen fixation and seed weight of different soybean varieties. Soil Science and Plant Nutrition, v. 58, n. 3, p. 319–325, 2012.

SOE, K. M.; YAMAKAWA, T. Evaluation of effective Myanmar Bradyrhizobium strains isolated from Myanmar soybean and effects of coinoculation with Streptomyces griseoflavus P4 for nitrogen fixation. Soil Science and Plant Nutrition, v. 59, n. 3, p. 361–370, 2013.

SREEVIDYA, M. et al. Exploring plant growth-promotion actinomycetes from vermicompost and rhizosphere soil for yield enhancement in chickpea. Brazilian Journal of Microbiology, v. 47, n. 1, p. 390–392, 2016.

TAMREIHAO, K. et al. Biocontrol and plant growth promoting activities of a Streptomyces corchorusii strain UCR3-16 and preparation of powder formulation for application as biofertilizer agents for rice plant. Microbiological Research, v. 192, n. 23, p. 260–270, 2016.

TAMREIHAO, K. et al. Acidotolerant Streptomyces sp. MBRL 10 from limestone quarry site showing antagonism against fungal pathogens and growth promotion in rice plants. Journal of King Saud University - Science, v. 30, n. 2, p. 143–152, 2018.

TOUMATIA, O. et al. Biocontrol and plant growth promoting properties of Streptomyces mutabilis strain IA1 isolated from a Saharan soil on wheat seedlings and visualization of its niches of colonization. South African Journal of Botany, v. 105, n. 6, p. 234–239, 2016.

ZOTHANPUIA et al. Production of potent antimicrobial compounds from Streptomyces cyaneofuscatus associated with fresh water sediment. Frontiers in Microbiology, v. 8, n. 4, p. 68, 2017.

Capítulo 4

10.37423/260811294

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO FEIJÃO-COMUM IRRIGADO E SOB A APLICAÇÃO DE VINHAÇA EM SOLO DE CERRADO

Fernando Nobre Cunha — *Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde*

Gabriela Nobre Cunha — *Universidade Evangélica de Goiás*

Marconi Batista Teixeira — *Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde*

Daniely Karen Matias Alves — *Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde*

Wilker Alves Morais — *Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde*

Lara Fernanda Leite — *Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde*

RESUMO

O uso de resíduos agroindustriais como a vinhaça, associada à fertirrigação, tem se destacado como uma prática sustentável e promissora para a maximização do crescimento e desenvolvimento das culturas. Objetivou-se, assim avaliar o crescimento e desenvolvimento do diâmetro de caule e da parte aérea do feijão-comum (cv. BRS Estilo) fertirrigado com vinhaça sob os regimes hídricos de sequeiro e irrigado em Latossolo Vermelho distroférrico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4 × 2, com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de vinhaça (0, 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1}) e dois regimes hídricos (irrigado e de sequeiro). Foi utilizado um sistema de irrigação localizada por gotejamento e a lâmina de irrigação aplicada foi a de 100% da reposição hídrica. A fertirrigação com vinhaça foi realizada 50% da dose antes do plantio e os outros 50%, de acordo com os tratamentos, aos 50 dias após o plantio. Foram avaliados o diâmetro do caule, massa seca do caule e massa seca da parte aérea. O diâmetro do caule, massa seca do caule e massa seca da parte aérea de feijão-comum (cv. BRS Estilo) são influenciados pelos cultivos de irrigado e sequeiro.

Palavras-chave: Phaseolus vulgaris L., vinhoto, potássio, irrigação localizada

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do feijão-comum (Phaseolus vulgaris L.) no Brasil é uma atividade de extrema relevância tanto para o setor agrícola quanto para a segurança alimentar (Antolin; Heinemann; Marin, 2021). Sendo o país um dos maiores produtores e consumidores dessa leguminosa, a cultura do feijão ocupa lugar central na economia e na alimentação (Lopes; Lima; Reis, 2021; Nasar et al., 2023). Este domínio, caracterizado pela predominância de solos ácidos e de baixa fertilidade natural, é frequentemente manejado com adição de fertilizantes e corretivos para que atinja seu potencial produtivo (Asmar Junior et al., 2021; Ayarza et al., 2022). No entanto, o uso de resíduos agroindustriais como a vinhaça, associada à fertirrigação, tem se destacado como uma prática sustentável e promissora para a correção de deficiências físicas e químicas do solo e a maximização do crescimento e desenvolvimento da cultura (Soares et al., 2024).

A cultura de feijão portanto é influenciada por vários fatores, incluindo as condições do solo, o manejo hídrico e nutricional, e a presença de nutrientes essenciais em quantidades equilibradas (Karavidas et al., 2022). A fertirrigação com vinhaça, especialmente em solos de Cerrado, tem demonstrado um potencial significativo para aumentar as características agronômicas da cultura (Abou-Husssien; El-Zemrany; Hammad, 2020)

O crescimento da planta é diretamente impactado pela disponibilidade de nutrientes, com o potássio desempenhando um papel crucial na regulação de processos fisiológicos que influenciam a absorção de água e a fotossíntese (Johnson et al., 2022). Já o desenvolvimento da parte aérea, é essencial para a captura de luz solar e o acúmulo de biomassa, fatores determinantes para o rendimento final (Poley; Mcdermid, 2020).

Neste contexto a fertirrigação com vinhaça na cultura do feijão pode contribuir significativamente para o desenvolvimento da planta, para a melhoria dos componentes de produção e para o rendimento de grãos, especialmente em regiões onde as condições climáticas são mais desafiadoras e a disponibilidade de água é limitada (Chojnacka et al., 2020; Karavidas et al., 2022). Cabe destacar que a vinhaça contém, além do potássio, quantidades significativas de cálcio, magnésio, nitrogênio, fósforo, enxofre e os micronutrientes cobre, zinco, manganês e ferro que promovem melhorias na fertilidade do solo (Carpanez et al., 2022). Ao ser aplicada de forma controlada no solo, pode contribuir para o aumento da capacidade de retenção de água e para a manutenção dos níveis de umidade, fatores que favorecem o desenvolvimento do feijão em regiões de clima semiárido (Ebaid et al., 2024).

A aplicação de vinhaça por meio da fertirrigação, portanto pode trazer vários benefícios, melhorando, assim, o ambiente de crescimento para a cultura do feijão. Objetivou-se, assim avaliar o crescimento e desenvolvimento do diâmetro de caule e da parte aérea do feijão-comum (cv. BRS Estilo) fertirrigado com vinhaça sob os regimes hídricos de sequeiro e irrigado em Latossolo Vermelho distroférrico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde - GO. As coordenadas geográficas do local de instalação são 17°48'28" S e 50°53'57" O, com altitude média de 720 m ao nível do mar. O clima da região é classificado conforme Köppen e Geiger (1928) (Alvares et al., 2014), como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual possui pequena variação sazonal, apresentando média de 23,8°C, concentrando os maiores valores no mês de outubro, com 24,5ºC, e os menores valores no mês de julho, com 20,8ºC. A precipitação pluvial média anual varia entre 1430 e 1650 mm, concentrados de outubro a maio, ocasião em que são registradas mais de 80% do total das chuvas e o relevo é suave ondulado (6% de declividade) (Meteoblue, 2024).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), conforme o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo, sendo típico, de textura média, fase cerrado (Santos et al., 2018).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4 × 2, totalizando 24 parcelas experimentais, (quatro níveis de vinhaça: 0, 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1} e dois regimes hídricos: irrigado e de sequeiro), com três repetições.

A irrigação foi conduzida em base de tensiometria digital de punção com sensibilidade de 0,1 kPa, sendo as hastes tensiométricas instaladas nas profundidades de 20, 40 e 60 cm de profundidade. As leituras foram realizadas diariamente.

Para o cálculo da lâmina (mm) e do tempo de aplicação (minutos) foram utilizadas as Equações 1 e 2 (Varejão-Silva, 2006):

$$LL = \frac{(\theta_{cc} - \theta_{atual})}{10} \times Z \quad (1)$$

$$Tempo = 60 \times 10^{-3} \left(\frac{(LL \times A)}{Q} \right) \quad (2)$$

em que:

LL - Lâmina a ser aplicada (mm);

ϑ_{cc} - Umidade na capacidade de campo ($cm^3.cm^3$), obtida a partir da curva de retenção de água no solo;

ϑ_{atual} - Umidade do solo no momento da irrigação ($cm^3.cm^3$);

Z - Profundidade do solo (cm);

A - Área da parcela irrigada;

Q - Vazão do sistema ($m^3. h^{-1}$).

O sistema de irrigação possuía sistema de filtragem equipado com filtro de disco de 100 mesh para a retirada de partículas sólidas que porventura possam entrar no sistema. O cabeçal de controle da irrigação foi instalado na porção mediana da área experimental, composto de filtro, hidrômetro, sistema injetor de fertilizante tipo Venturi, manômetro, registros e válvulas antivácuo. Os registros, liberam a irrigação para o tratamento irrigado, dos registros saem as tubulações de PVC onde foram conectadas as linhas laterais.

Para atender cada parcela com o gotejamento, foi instalado mangueiras de polietileno de baixa densidade, sem furos, conduzindo a água da tubulação em PVC até o início da parcela, onde foi conectado o tubo gotejador.

Foi utilizado um sistema de irrigação localizada, sendo o método de irrigação o superficial e a lâmina de irrigação aplicada foi a de 100% da reposição hídrica da capacidade de campo. As características técnicas do modelo de gotejador utilizado no experimento são: tubo gotejador de parede delgada com dimensões de 16 mm; vazão de 1,0 L h-1; pressão de serviço de 1,0 bar e espaçamento entre gotejadores de 0,20 m. As linhas laterais tinham 6 m de comprimento, mantendo-se o espaçamento

entre gotejadores original, com o intuito de não modificar as reais condições de fabricação; dessa forma foi utilizado uma linha lateral de irrigação para cada linha de feijão.

A fertirrigação com vinhaça foi realizada 50% da dose antes do plantio e os outros 50%, de acordo com os tratamentos, aos 50 dias após o plantio (Sousa; Lobato, 2004). A tabela 1 apresenta as características químicas da vinhaça, detalhando os seguintes elementos e compostos presentes, foram utilizadas sementes de feijão da cultivar BRS Estilo.

Tabela 1. Características químicas da vinhaça.

N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	SO_4	Matéria orgânica	Cu	Zn	Mn	Fe
			----------kg m^{-3}----------					----------g m^{-3}----------		
0,30	0,12	4,63	0,50	0,34	1,45	19,60	6,00	2,00	3,50	7,50

A adubação nitrogenada na forma de ureia foi parcelada em dois momentos, no sulco de plantio e em cobertura aplicados aos 20 e 35 dias após a emergência (DAE). Todos os tratamentos foram adubados no sulco de plantio com fósforo (P2O5) na forma de superfosfato triplo, e micronutrientes, caso necessário, conforme resultados da análise de solo (Tabela 2) e segundo recomendações de (Sousa; Lobato, 2004).

Tabela 2. Características químicas, físico-hídricas, granulometria e classificação textural do solo da área experimental

Prof	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V
cm	H_2O	g kg^{-1}	mg dm^{-3}			----------mmol dm^{-3}----------					%
0-20	6,2	63,4	7,1	2,0	20,4	16,8	0	57,8	41,8	99,5	41,9
20-40	6,6	44,5	2,7	4,1	14,4	13,2	0	44,6	31,7	76,2	41,6

Prof	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm	----------mg dm^{-3}----------				
0-20	0,17	4,10	35,85	18,80	1,45
20-40	0,16	2,85	35,80	16,10	1,35

Prof	Granulometria			ϑ_{CC}	ϑ_{PMP}	Ds	PT	Classif. Textural
cm	g kg^{-1}			---m^3 m^{-3}---		g cm^{-3}	cm^3 cm^{-3}	-
0-20	458,3	150,2	391,5	51,83	30,50	1,27	0,55	Franco Argiloso
20-40	374,9	158,3	466,8	55,00	31,33	1,28	0,51	Argila

[1]Capacidade de campo (CC); ponto de murcha permanente (PMP); P, K, Ca e Mg: Resina; S: Fosfato de cálcio 0,01 mol L-1; Al: KCl 1 mol L-1; H+Al: SMP; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; M.O - Matéria Orgânica; pH - em CaCl2; CTC - Capacidade de troca de cátions; V - Saturação da CTC por bases.

As parcelas experimentais, mediam 6 m × 2 m, cada parcela contendo quatro linhas de feijão no espaçamento de 0,5 m entre linhas e densidade de plantio com 12 a 15 sementes por metro, de modo a obter um estande final segundo recomendado para a cultivar. Sendo as duas linhas de feijão externas da parcela considerada bordadura.

Os tratos culturais referentes ao uso de herbicidas, inseticidas, fungicidas e demais produtos relacionados com o controle de plantas invasoras, pragas e doenças foram utilizados de acordo com a necessidade e a avaliação de infestação, conforme realizado comercialmente.

Nas linhas centrais de cada parcela, avaliou-se o diâmetro de caule (DC). O DC foi mensurado próximo a superfície do solo, com auxílio de paquímetro digital eletrônico do tipo “bico fino” (Ponta Aguda) com precisão de 0,01 mm ou 0005".

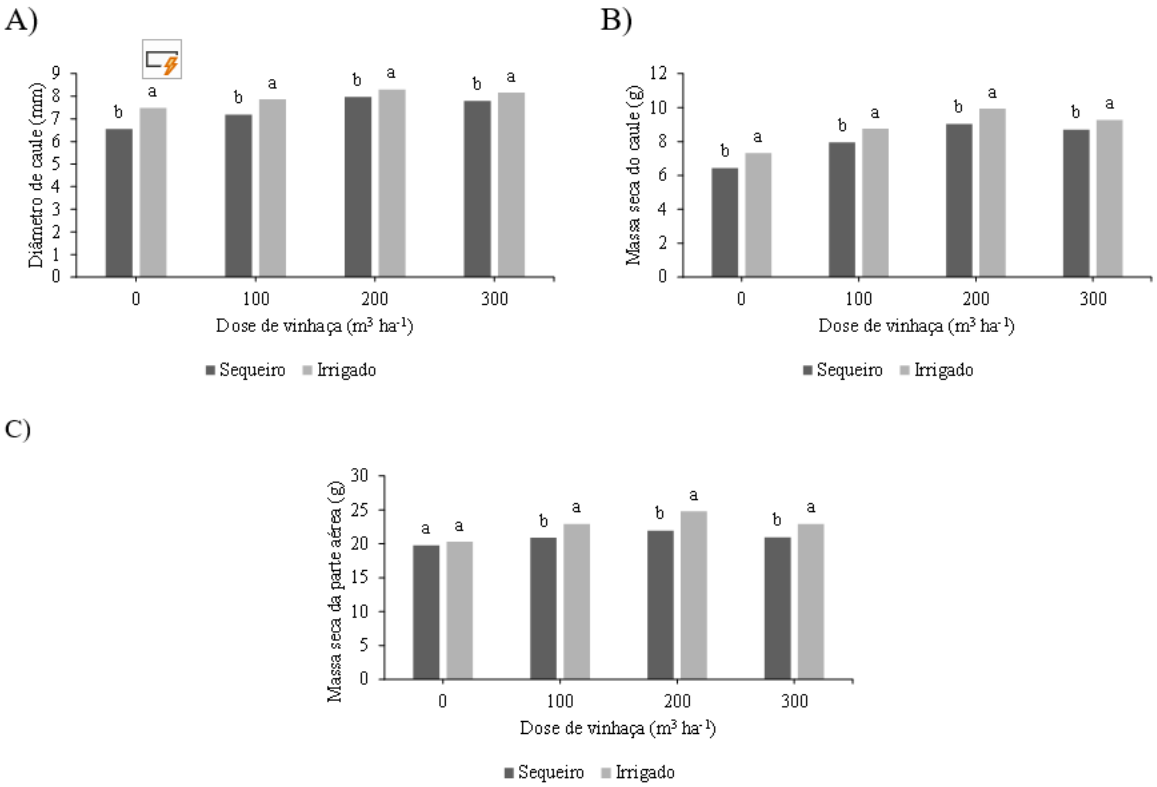
Foram avaliadas as produções de massa seca do caule (MSC) e a massa seca da parte aérea (MSPA). A secagem das plantas para conseguir as biomassas secas foi realizado através do acondicionamento de folhas e caules separados de cada planta em sacos de papéis devidamente numerados, de acordo com cada tratamento, e levado a estufa de secagem com circulação e renovação de ar por 48 h a temperatura de 65 ºC (Lacerda; Freitas; Silva, 2009). Todos os pesos para obtenção da matéria seca foram realizados em balança com precisão de 0,01g.

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p<0,05$) e em casos de significância, para os níveis de fertirrigação com vinhaça foi realizada análise de regressão, para os regimes hídricos as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey (5%), utilizando o software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro de caule do feijão irrigado foi 12,43, 8,77, 3,98 e 4,53% maior do que o diâmetro de caule do feijão sequeiro, para os níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1}, respectivamente (Figura 1A). Para o diâmetro do caule normalmente é possível observar diferença para os diferentes níveis de água disponível no solo, este fato pode estar relacionado à intensificação do crescimento secundário (Souza et al., 2016).

Figura 1. O diâmetro do caule (A), massa seca do caule (B) e massa seca da parte aérea (C) do feijão-comum em função dos níveis de vinhaça, para o regime hídrico sequeiro e irrigado. Médias seguidas da mesma letra minúscula, não diferem entre si segundo teste Tukey (5%)

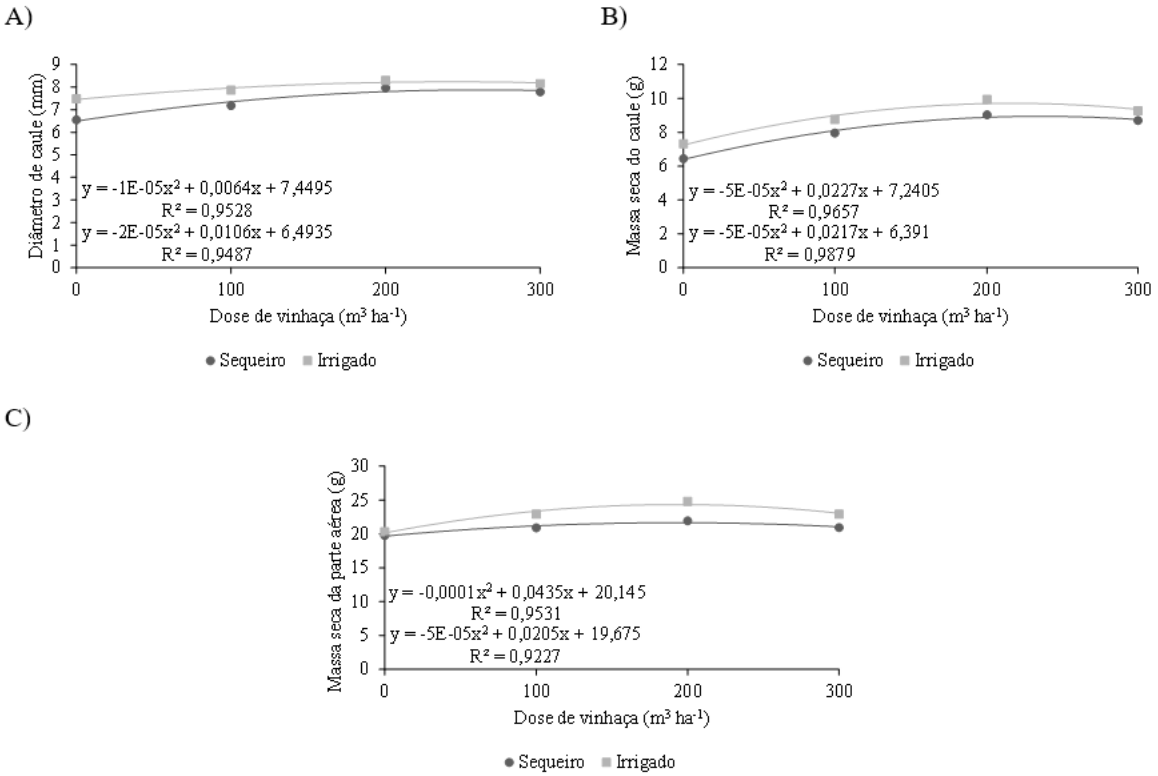


A massa seca do caule do feijão irrigado foi 12,02, 9,14, 9,06 e 6,15% maior do que a massa seca do caule do feijão sequeiro, para os níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1}, respectivamente (Figura 1B). A irrigação beneficia o crescimento e desenvolvimento da cultura do feijão-comum, favorecendo a produção de biomassa (Barroti; Nahas, 2000; Costa et al., 2023)

Não houve diferença entre os regimes hídricos de sequeiro e irrigado para a massa seca da parte aérea do feijão-comum sem fertirrigação com vinhaça (0 m^3 ha^{-1}) (Figura 1C). A massa seca da parte aérea do feijão irrigado foi 8,69, 11,53 e 8,51% maior do que a massa seca da parte aérea do feijão sequeiro, para os níveis de vinhaça de 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1}, respectivamente (Figura 1C). O estresse hídrico geralmente implica em reduções na matéria seca da parte aérea do feijão-comum (Mendes et al., 2007; Moraes, 2023).

O diâmetro de caule do feijão (cultivar BRS Estilo) irrigado e sequeiro em função dos níveis de vinhaça, adequaram-se a modelos quadráticos com R2 médio de 95,07% (Figura 2A).

Figura 2. O diâmetro do caule (A), massa seca do caule (B) e massa seca da parte aérea (C) do feijão-comum em função dos níveis de vinhaça, para o regime hídrico sequeiro e irrigado.



O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado, proporcionou elevação no diâmetro de caule do feijão até a dose de 247,88 m^3 ha^{-1} de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o diâmetro de caule máximo de aproximadamente 8,25 mm. O diâmetro de caule máximo verificado na dose de vinhaça de 247,88 m^3 ha^{-1}, foi 9,68; 3,45; 0,36 e 0,43% maior do que o diâmetro de caule observado nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1}, respectivamente (Figura 2A).

O diâmetro de caule do feijão-comum apresenta função importante no processo de mecanização, visto que, maiores diâmetros de caule promovem uma melhor sustentação das plantas, evitando assim índice elevado de acamamento (Oliveira et al., 2014; Silva; Moreira, 2022).

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão sequeiro, proporcionou incrementos no diâmetro de caule do feijão até a dose de 264,62 m^3 ha^{-1} de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido diâmetro de caule máximo de aproximadamente 7,89 mm. O diâmetro de caule máximo verificado na dose de vinhaça de 264,62 m^3 ha^{-1}, foi 17,74; 6,87; 1,06 e 0,32% maior do que o diâmetro de caule observado nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1}, respectivamente

(Figura 2A). Uma menor disponibilidade de água e nutrientes, afeta o crescimento e desenvolvimento das culturas, podendo causar atraso no desenvolvimento do diâmetro de caule (Crotser; Witt; Spomer, 2003; Teixeira et al., 2023).

A massa seca do caule do feijão (cultivar BRS Estilo) irrigado e sequeiro em função dos níveis de vinhaça, adequaram-se a modelos quadráticos com R2 médio de 97,68% (Figura 2B). O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado proporcionou elevação na massa seca do caule do feijão até a dose de 218,32 m^3 ha^{-1} de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingida a massa seca do caule máxima de aproximadamente 9,72 g. A massa seca do caule máxima verificada na dose de vinhaça de 218,32 m^3 ha^{-1}, foi 25,50; 7,49; 0,18 e 3,57% maior do que a massa seca do caule observada nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1}, respectivamente (Figura 2B). A falta de água e nutrientes pode levar a consequências negativas no crescimento e desenvolvimento das culturas, afetando diretamente a produção de biomassa, componentes de produção e o rendimento (Dutra et al., 2015; Heinemann et al., 2022).

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão sequeiro, proporcionou incrementos na massa seca do caule do feijão até a dose de 235,43 m^3 ha^{-1} de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingida a massa seca do caule máxima de aproximadamente 8,94 g. A massa seca do caule máxima verificada na dose de vinhaça de 235,43 m^3 ha^{-1}, foi 28,52; 9,44; 0,65 e 2,14% maior do que a massa seca do caule observada nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1}, respectivamente (Figura 2B). Para que ocorra o acúmulo máximo de biomassa da cultura do feijão-comum é essencial que a cultura não apresente deficiências nutricionais, indicando a importância da vinhaça como fertilizante para a cultura, pois ela é composta por macro e micronutrientes fundamentais para o crescimento saudável e a produção de biomassa da cultura (Vieira et al., 2009; Teixeira et al., 2023).

A massa seca da parte aérea do feijão (cultivar BRS Estilo) irrigado e sequeiro em função dos níveis de vinhaça, adequaram-se a modelos quadráticos com R2 médio de 93,79% (Figura 5C). O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão irrigado proporcionou elevação na massa seca da parte aérea do feijão até a dose de 192,26 m^3 ha^{-1} de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingida a massa seca da parte aérea máxima de aproximadamente 24,32 g. A massa seca da parte aérea máxima verificada na dose de vinhaça de 192,26 m^3 ha^{-1}, foi 17,17; 3,95; 0,03 e 5,39% maior do que a massa seca da parte aérea observada nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1}, respectivamente (Figura 2C).

Silva et al. (2012) encontraram resultados quadráticos avaliando o potencial matricial e quanto maior a disponibilidade de água maior a massa seca da parte aérea do feijão-comum.

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão sequeiro, proporcionou incrementos na massa seca da parte aérea do feijão até a dose de 193,82 m^3 ha^{-1} de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingida a massa seca da parte aérea máxima de aproximadamente 21,66 g. A massa seca da parte aérea máxima verificada na dose de vinhaça de 193,82 m^3 ha^{-1}, foi 9,19; 2,15; 0,01 e 2,76% maior do que a massa seca da parte aérea observada nos níveis de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m^3 ha^{-1}, respectivamente (Figura 2C). Em relação ao crescimento da parte aérea do feijoeiro, observa-se que as folhas e colmos são responsáveis por 100% do acúmulo relativo de biomassa do feijoeiro, com destaque para as folhas que representaram em torno de 63% (Nascente; Carvalho, 2018).

4 CONCLUSÕES

O diâmetro do caule, massa seca do caule e massa seca da parte aérea de feijão-comum (cv. BRS Estilo) são influenciados pelos cultivos de irrigado e sequeiro.

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça, no feijão-comum irrigado e sequeiro proporciona elevação no diâmetro do caule, massa seca do caule e massa seca da parte aérea do feijão até a dose de vinhaça de aproximadamente 219,50 e 231,29 m^3 ha^{-1}, respectivamente.

A irrigação proporciona incrementos de até 12,43% no crescimento e desenvolvimento do caule da cultura do feijão-comum fertirrigação com vinhaça.

A massa seca da parte aérea do feijão-comum irrigado e sob fertirrigação de vinhaça apresenta incrementos acima de 11,00% do que o cultivo em sequeiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), à Fundação de Amparo à

Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), ao Centro de Excelência em Agro Exponencial (CEAGRE) e ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano), pelo apoio financeiro e estrutural para a condução deste estudo.

REFERÊNCIAS

ABOU-HUSSSIEN, E. A.; EL-ZEMRANY, H. M.; HAMMAD, M. B. Effect of vinasses, molasses and mineral fertilization on nodulation and growth of common bean (Phaseolus vulgaris L.) grown in sandy reclaimed soils. Menoufia J. Soil Sci, vol. 5, p. 1–17, 2020.

ANTOLIN, L. A. S.; HEINEMANN, A. B.; MARIN, F. R. Impact assessment of common bean availability in Brazil under climate change scenarios. Agricultural Systems, vol. 191, 7 maio 2021.

ASMAR JUNIOR, J.; SANTOS, F. C. V.; DORES, A. L. M.; BARBALHO, M. G. S. Chemical attributes as indicators of soil quality when applied to the Cerrado biome: a literature review. Águas e Florestas: desafios para conservação e utilização: Editora Científica Digital, 2021. vol. 1, p. 131–148.

AYARZA, M.; RAO, I.; VILELA, L.; LASCANO, C.; VERA-INFANZÓN, R. Soil carbon accumulation in crop-livestock systems in acid soil savannas of South America: A review. Advances in Agronomy, vol. 173, p. 163–226, 1 jan. 2022.

BARROTI, G.; NAHAS, E. População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 35, no 10, p. 2043–2050, 2000.

CARPANEZ, T. G.; MOREIRA, V. R.; ASSIS, I. R.; AMARAL, M. C.S. Sugarcane vinasse as organo-mineral fertilizers feedstock: Opportunities and environmental risks. Science of the Total Environment, vol. 832, 1 ago. 2022.

CHOJNACKA, K.; WITEK-KROWIAK, A.; MOUSTAKAS, K.; SKRZYPCZAK, D.; MIKULA, K.; LOIZIDOU, M. A transition from conventional irrigation to fertigation with reclaimed wastewater: Prospects and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 130, 1 set. 2020

COSTA, B. E. L.; CUNHA, F. N.; TEIXEIRA, M. B.; MORAIS, W. A.; CUNHA, G. N.; ANDRADE, C. L. L. Produção de biomassa do feijão comum fertirrigado com doses de vinhaça. Energia na Agricultura, vol. 38, no 3, p. 20–27, 28 set. 2023.

CROTSER, M. P; WITT, W W; SPOMER, L. A. Neutral density shading and far-red radiation influence black nightshade (Solanum nigrum) and eastern black nightshade (Solanum ptycanthum) growth. Weed Science, vol. 51, no 2, p. 208–13, 2003.

DUTRA, A. F.; MELO, A. S.; FILGUEIRAS, L. M. B.; SILVA, Á. R. F.; OLIVEIRA, I. M.; BRITO, M. E. B. Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. Revista Brasileira de Ciências Agrarias, vol. 10, no 2, p. 189–197, 27 mar. 2015.

EBAID, M.; EL HADY, M. A. A.; EL TEMSAH, M. E.; EL GABRY, Y. A.; ABDELKADER, M. A.; ALWAHED, S. H. A. A. A.; SALAMA, E.; MORSI, N. A.A.; TAHA, N. M.; SAAD, A. M.; ABD ELKREM, Y. M. Combined vinasse and mineral NPK fertilizer affect physio-biochemical, root, and yield characters of faba bean (Vicia faba l.) genotypes grown on saline soil. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, vol. 24, no 2, p. 3178–3194, 1 jun. 2024.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, vol. 35, no 6, p. 1039–1042, 2011.

HEINEMANN, A. B.; COSTA-NETO, G.; FRITSCHE-NETO, R.; DA MATTA, D. H.; FERNANDES, I. Kuivjogi. Enviromic prediction is useful to define the limits of climate adaptation: A case study of common bean in Brazil. Field Crops Research, vol. 286, p. 108628, 1 out. 2022.

JOHNSON, R.; VISHWAKARMA, K.; HOSSEN, M. S.; KUMAR, V.; SHACKIRA, A. M.; PUTHUR, J. T.; ABDI, G.; SARRAF, M.; HASANUZZAMAN, M. Potassium in plants: Growth regulation, signaling, and environmental stress tolerance. Plant Physiology and Biochemistry, vol. 172, p. 56–69, 1 fev. 2022.

KARAVIDAS, I.; NTATSI, G.; VOUGELEKA, V.; KARKANIS, A.; NTANASI, T.; SAITANIS, C.; AGATHOKLEOUS, E.; ROPOKIS, A.; SABATINO, L.; TRAN, F.; IANNETTA, P. P.M.; SAVVAS, D. Agronomic Practices to Increase the Yield and Quality of Common Bean (Phaseolus vulgaris L.): A Systematic Review. Agronomy, vol. 12, no 2, 1 fev. 2022.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

LACERDA, M. J. R.; FREITAS, K. R.; SILVA, J. W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. Bioscience Journal, vol. 25, no 3, p. 185–190, 18 jun. 2009.

LOPES, G. R.; LIMA, M. G. B.; REIS, T. N. P. Maldevelopment revisited: Inclusiveness and social impacts of soy expansion over Brazil's Cerrado in Matopiba. World Development, vol. 139, 1 mar. 2021.

MENDES, R. M. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. Revista Ciência Agronômica, vol. 38, no 1, p. 95–103, 2007.

METEOBLUE. Dados históricos simulados de clima e tempo para Rio Verde. Meteoblue. 2024. Disponível em: https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/rio-verde_brasil_3451055. Acesso em: 20 dez. 2024.

MORAES, L. C. Nutrient extraction and exportation by common bean. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, p.1-52, 2023.

NASAR, S.; SHAHEEN, H.; MURTAZA, G.; TINGHONG, T.; ARFAN, M.; IDREES, M. Socioeconomic Evaluation of Common Bean (Phaseolus vulgaris L.) Cultivation in Providing Sustainable Livelihood to the Mountain Populations of Kashmir Himalayas. Plants, vol. 12, no 1, 1 jan. 2023.

NASCENTE, A. S.; CARVALHO, M. C. S. Yield, biomass production and nutrients accumulation of super early genotype of common bean. Colloquium Agrariae, Presidente Prudente - SP, vol. 14, no 1, p. 101–114, 4 maio 2018.

OLIVEIRA, T. C.; SILVA, J.; SANTOS, M. M.; CANCELLIER, E. L.; FIDELIS, R. R. Desempenho agronômico de cultivares de feijão em função da adubação fosfatada no sul do estado do Tocantins. Revista Caatinga, Mossoró - RN, vol. 27, no 1, p. 50–59, 31 mar. 2014.

POLEY, L. G.; MCDERMID, G. J. A systematic review of the factors influencing the estimation of vegetation aboveground biomass using unmanned aerial systems. Remote Sensing, vol. 12, no 7, 25 mar. 2020.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.Á.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. Brazilian soil classification system. 5th ed. re. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2018.

SILVA, C. G. M.; MOREIRA, S. G. Nutritional demand and nutrient export by modern cultivars of common bean. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol. 57, p. e02248, 29 abr. 2022.

SILVA, W. G.; CARVALHO, J. A.; OLIVEIRA, E. C.; REZENDE, F. C.; LIMA JUNIOR, J. A.; RIOS, G. F.A. Manejo de irrigação para o feijão-de-metro, nas fases vegetativa e produtiva, em ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - PB, vol. 16, no 9, p. 978–984, 15 jun. 2012.

SOARES, A. A. V. L.; PRADO, R. M.; BERTANI, R. M. A.; DA SILVA, A. P. R.; DEUS, A. C. F.; KANO, C.; FURLANETO, F. P. B. Contribution of Using Filter Cake and Vinasse as a Source of Nutrients for Sustainable Agriculture—A Review. Sustainability, vol. 16, no 13, p. 1–19, 26 jul. 2024.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 416p. 2004.

SOUZA, T. M. A.; SOUZA, T. A.; SOUTO, L. S.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; MESQUITA, E. F. Água disponível e cobertura do solo sob o crescimento inicial do feijão-caupi CV. BRS Pujante. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, CE, vol. 10, no 3, p. 598–604, 5 jun. 2016.

TEIXEIRA, M. B.; CUNHA, F. N.; CUNHA, G. N.; MORAIS, W. A.; SOARES, F. A. L.; VIEIRA, L. G. Impacto da fertirrigação com vinhaça no crescimento de feijão comum. Irriga, vol. 28, no 3, p. 564–573, 11 set. 2023.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Irrigação: princípios e métodos. 2o ed. Viçosa - MG: Editora UFV, 2006.

VIEIRA, N. M. B.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, L. P.; REZENDE, P. M. Accumulation of macronutrients by different common bean cultivars grown in different plant densities in no-tillage crop system. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. East Lansing, MI: Michigan State Universit, 2009. vol. 52, p. 132–133.

Capítulo 5

10.37423/260811300

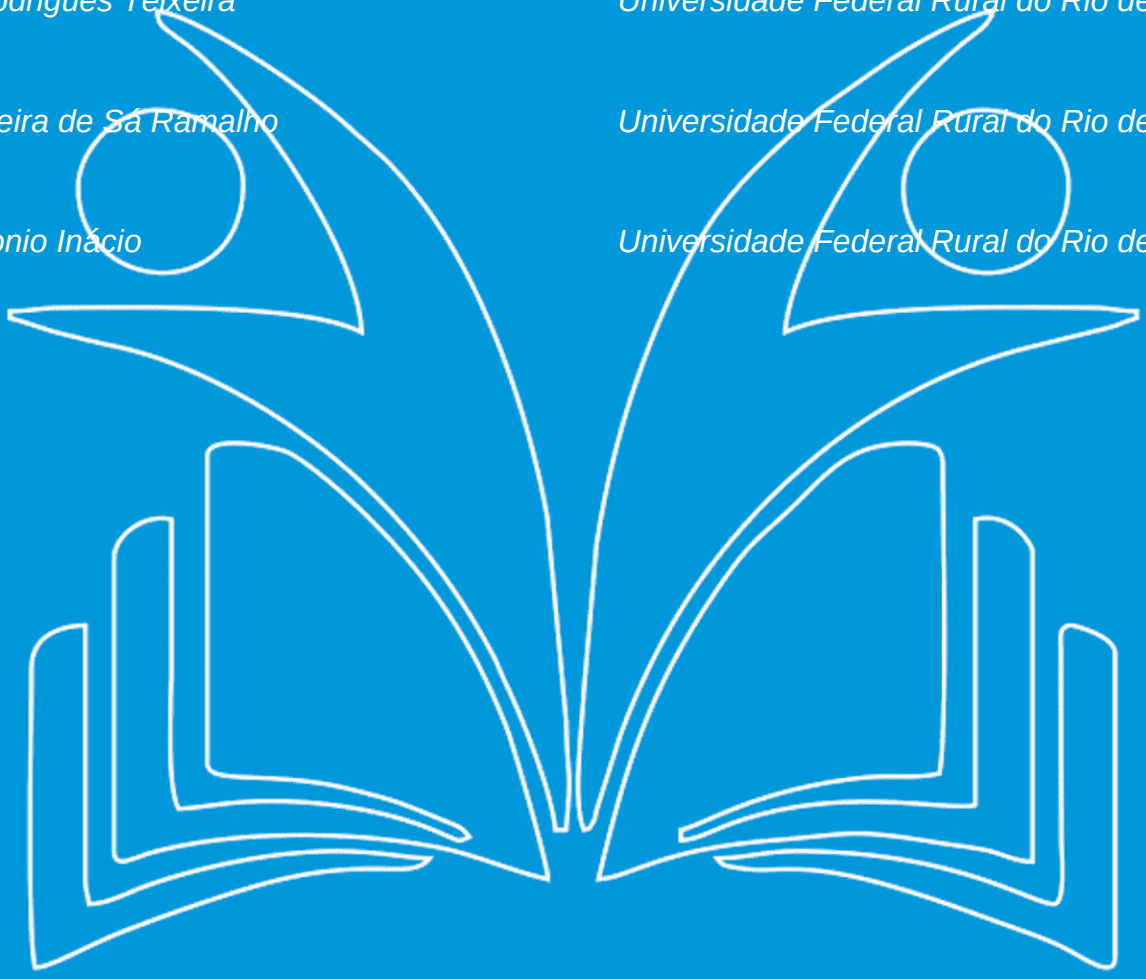
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E PATOGENICIDADE DE ESPÉCIES DE COLLETOTRICHUM ASSOCIADAS A ANTRACNOSES EM DIFERENTES HOSPEDEIROS NO BRASIL

Bruno de Souza Baptista — *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*

Gabriela Rodrigues Teixeira — *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*

Letícia Moreira de Sá Ramalho — *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*

Carlos Antonio Inácio — *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*



RESUMO

Fungos do gênero Colletotrichum são comumente associados às antracnoses em várias culturas de importância econômica no globo, sendo responsáveis por perdas significativas na agricultura. Algumas espécies têm sido estudadas no Departamento de Entomologia e Fitopatologia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e caracterizadas. O presente trabalho tem como objetivos apresentar essas espécies e discutir sua taxonomia.

INTRODUÇÃO

As antracnoses constituem um dos grupos de doenças fúngicas de maior importância econômica na agricultura tropical e subtropical, sendo comumente associadas a espécies do gênero Colletotrichum, fungos fitopatogênicos de ampla distribuição geográfica que encontram-se nas regiões de clima quente e úmido, condições especialmente favoráveis à esporulação e à infecção dos tecidos vegetais (Damm et al., 2019; Faria, 2018; et al., 2015,2018; De Souza et al., 2013; Peres et al., 2002; Silva et al., 2024). A relevância deste grupo é notada pois o gênero Colletotrichum destaca-se entre os dez gêneros de fungos fitopatogênicos mais importantes em termos de perdas econômicas na agricultura mundial (Faria & Inácio; Dean et al., 2012; Cannon et al., 2008), afetando culturas de de significativa importância comercial e ornamental, haja visto que o patógeno acomete severamente grandes commodities e culturas alimentícias vitais como por exemplo soja, milho, mandioca e diversos cultivos frutícolas, podendo acarretar perdas expressivas de rendimento ou a perda total da produção(Barros et al., 2025; Embrapa, 2022). Em área tropical, as culturas são mais passíveis de contaminação e consequente perda severa devido ao clima úmido e à precipitação anual mais abundante, além da temperatura amena durante o inverno que permite a infecção contínua pelo patógeno (Zakaria, 2021). Nos últimos anos estudos envolvendo a caracterização morfológica e molecular de várias espécies vegetais, têm sido efetuados no bioma Mata Atlântica em Seropédica, R.J. (Baptista et al. 2023; 2024; 2025; Faria, 2018; Faria & Inácio, 2023). Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivos realizar a caracterização morfológica de espécies de Colletotrichum associadas a diferentes hospedeiros vegetais e avaliar a patogenicidade do fungo isolado de Schefflera sp. (Araliaceae) em mudas destacadas desta mesma espécie hospedeira.

MATERIAIS & MÉTODOS

A maior parte dos espécimes fúngicos utilizados neste estudo foi coletada diretamente em campo com amostras de famílias botânicas distintas, exibindo sintomas foliares, onde, priorizou-se a obtenção de material fresco para viabilizar a caracterização morfológica das estruturas reprodutivas. Complementarmente, foram consultados espécimes depositados no Herbário Fitopatológico "Verlande Duarte Silveira" (HFVDS), da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), bem como isolados mantidos na coleção de culturas do Laboratório de Micologia (LabMic/ICBS/UFRRJ).

Caracterização morfológica

Amostras sintomáticas foram levadas para o laboratório para atividades de fotodocumentação e mensuração das estruturas fúngicas sob microscópio óptico e estereoscópico. Os cortes do material foram obtidos manualmente utilizando-se de lâmina de barbear, com seções finas e posteriormente observadas e fotodocumentadas em microscópio óptico.

Obtenção dos isolados

No laboratório amostras foliares foram lavadas sob torneira e posteriormente desinfectadas com hipoclorito de sódio (1%)/± 1 min., e novamente lavadas em água destilada e secadas em papel de filtro estéril e, fragmentos 4x4 mm transferidos para placa de petri contendo BDA (Batata-dextrose-ágar) com antibiótico e então, incubadas em BOD (± 25°C)/12 luz/12 escuro. As colônias obtidas do isolamento foram utilizadas em estudos de caracterização e patogenicidade.

Patogenicidade

Dentre os isolados obtidos, foram selecionadas para os testes de patogenicidade as espécies que apresentaram melhor propagação e desenvolvimento de estruturas em meio de cultura, inoculando-se fragmentos do meio contendo micélio do patógeno em folhas sadias destacadas de Schefflera sp., previamente colocadas sob papel de filtro esterilizado e umedecido contidos em placas de petri e, posteriormente, levados para BOD (±25°C) 12h luz/12h escuro. Foram testadas quatro combinações experimentais: (A) Folha destacada contendo meio BDA estéril com pulsão. (B) Folha destacada contendo meio BDA estéril sem pulsão. (C) Folha destacada contendo meio BDA com patógeno e sem pulsão. (D) Folha destacada contendo meio BDA com patógeno e com pulsão.

RESULTADOS & DISCUSSÃO

Espécie no. 1 - O primeiro espécime estudado corresponde a um isolado de Colletotrichum obtido em folhas de Andira sp. (Fabaceae) (UFRJ 1481) coletado em Lavras, Minas Gerais (Fig 1, Tab. 1)

As lesões observadas apresentavam coloração marrom com a margem marrom-avermelhadas às vezes necrosadas, inicialmente arredondadas, variando de irregulares a elípticas, com frutificações distribuídas na lesão, anfígenas embora setas não tenham sido observadas. As características

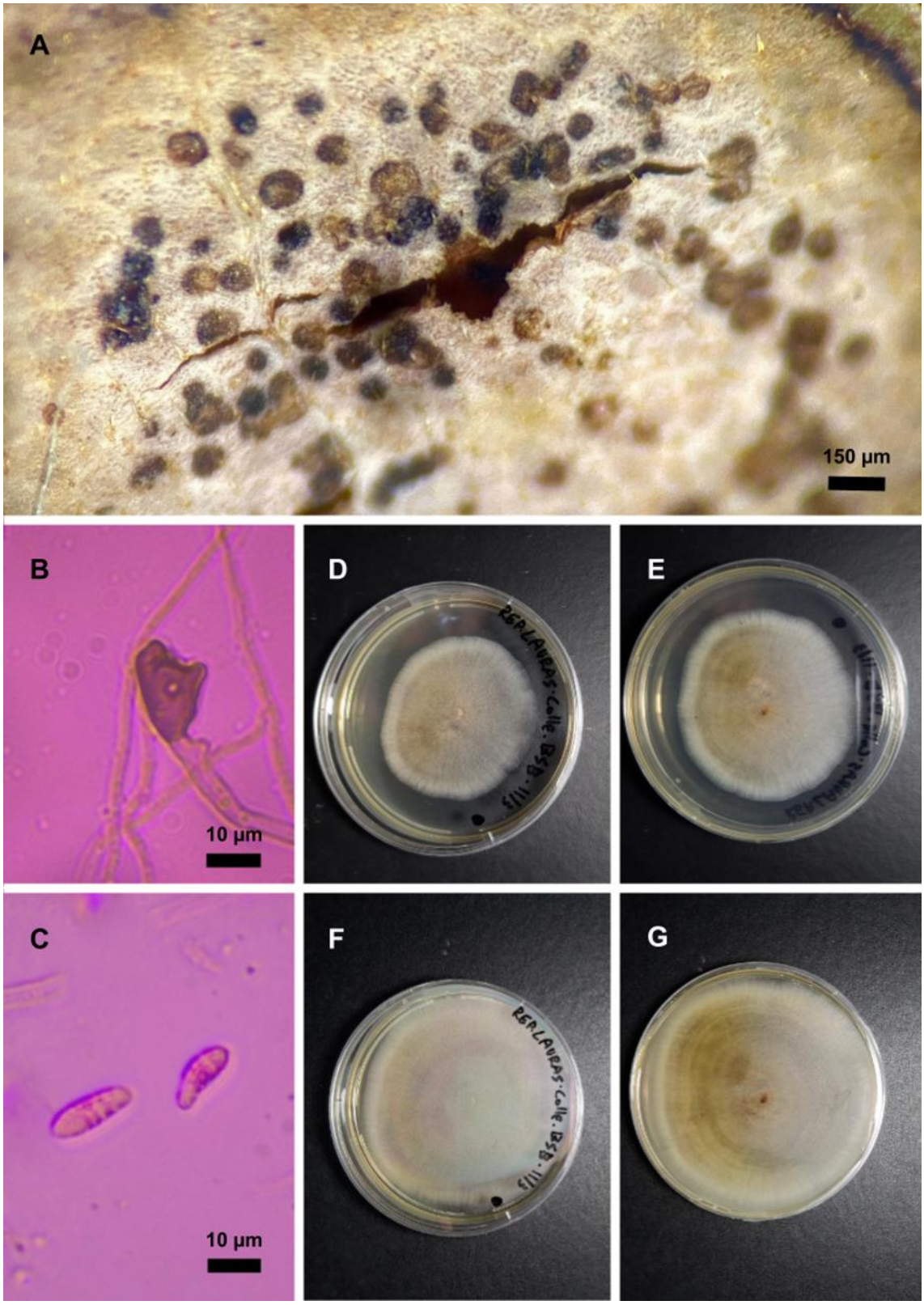
apresentadas pelo fungo foram: Conídios 9,1–16 × 3,6–5,6 µm, hialinos, cilíndricos, ápices arredondados, levemente atenuados na base e truncados, superfície lisa, gutulados; Apressórios 6,5–13,3 × 5,6–9,4 µm, marrons, elípticos a ligeiramente lobados, asseptados.

Comentário: Foram comparadas algumas espécies já reportadas em Fabaceae em diversos locais (Tabela 1) e verifica-se que aparentemente a espécie encontrada em Andira sp. no Brasil, mostrou-se distinta das outras apesar de algumas similaridades com C. erythrinae, porém trata-se de hospedeiro distinto e estudos adicionais com uso de técnicas de biologia molecular serão efetuados.

Tabela 1 – Espécies de Colletotrichum já descritas em hospedeiros similares a Andira sp. em locais ao redor do globo comparadas com a espécie encontrada em Andira sp. descrita neste trabalho.

Espécies	Local	Hospedeiro	Acérvulo (µm)	Conídio (µm)	Célula Conidiogênica (µm)	Seta (µm)	Apressório (µm)	Ref's.
Colletotrichum lupini	Brasil	*Lupinus spp.*	-	9 – 15 × 3,5 – 4,5	2,5 – 20 × 1,5 – 2,5	-	6 – 12 × 6 – 9	Damm et al., 2012
Colletotrichum lupini	Alemanha	*Lupinus albus*	-	15,4 – 16 × 4,2 – 4,6	13,8 – 14,6 × 4,2 – 4,7	-	10 × 4 – 5	Feiler & Hagedorn
Colletotrichum erythrinae	EUA	*Erythrina sp.*	150 – 200, em diâm	14 – 16 × 3,5	-	70 – 100 × 3 – 4	-	Ellis e Everhart, 1895
Colletotrichum gloeosporioides	India	*Erythrina indica*	-	11 – 15 × 4,5 – 5,5	10 – 25 × 2,5 – 4	40 – 120 × 4 – 6	7 – 8,5 × 5 – 6	Cannon et al., 2008
Colletotrichum sojae	EUA	*Glycine max*	-	14–17× 5–6	7 – 22,5 × 3 – 6,5	-	12 – 19 × 8 – 11,5	Damm & Alizadeh, 2018
Colletotrichum aeschynomenes	EUA	*Aeschynomene virginica*	-	17–20 × 4 – 5	-	-	-	Weir & Johnst, 2012
Colletotrichum truncatum	Tailândia	*Dracaena sp.*	-	20 – 30 × 2 –4	1 – 2 × 2 – 3,5	100 – 200 × 4 –10	-	Andrus & Moore, 2019
Colletotrichum sp.	**Brasil**	***Andira sp.***	**42,3 – 131,6**	**9,1 – 16 × 3,6 – 5,6**	**-**	**-**	**6,5 – 13,3 × 5,6–9,4**	**Este trabalho**

Fig. 1 – Cultura e morfologia de Colletotrichum em Andira sp.: (A) Sintoma sob microscópio; (B) Apressório; (C) Conídios; (D) Vista Superior da cultura com 5 dias; (E)Vista inferior da cultura com 5 dias; (F) Vista superior da cultura com 10 dias; (G) Vista inferior da cultura com 10 dias.



2- Espécie no. 2 - O segundo espécime foi isolado a partir de folhas de Schefflera sp. (Araliaceae) (UFRJ 1499), coletadas em Seropédica, Rio de Janeiro (Fig. 2, Tab. 2).

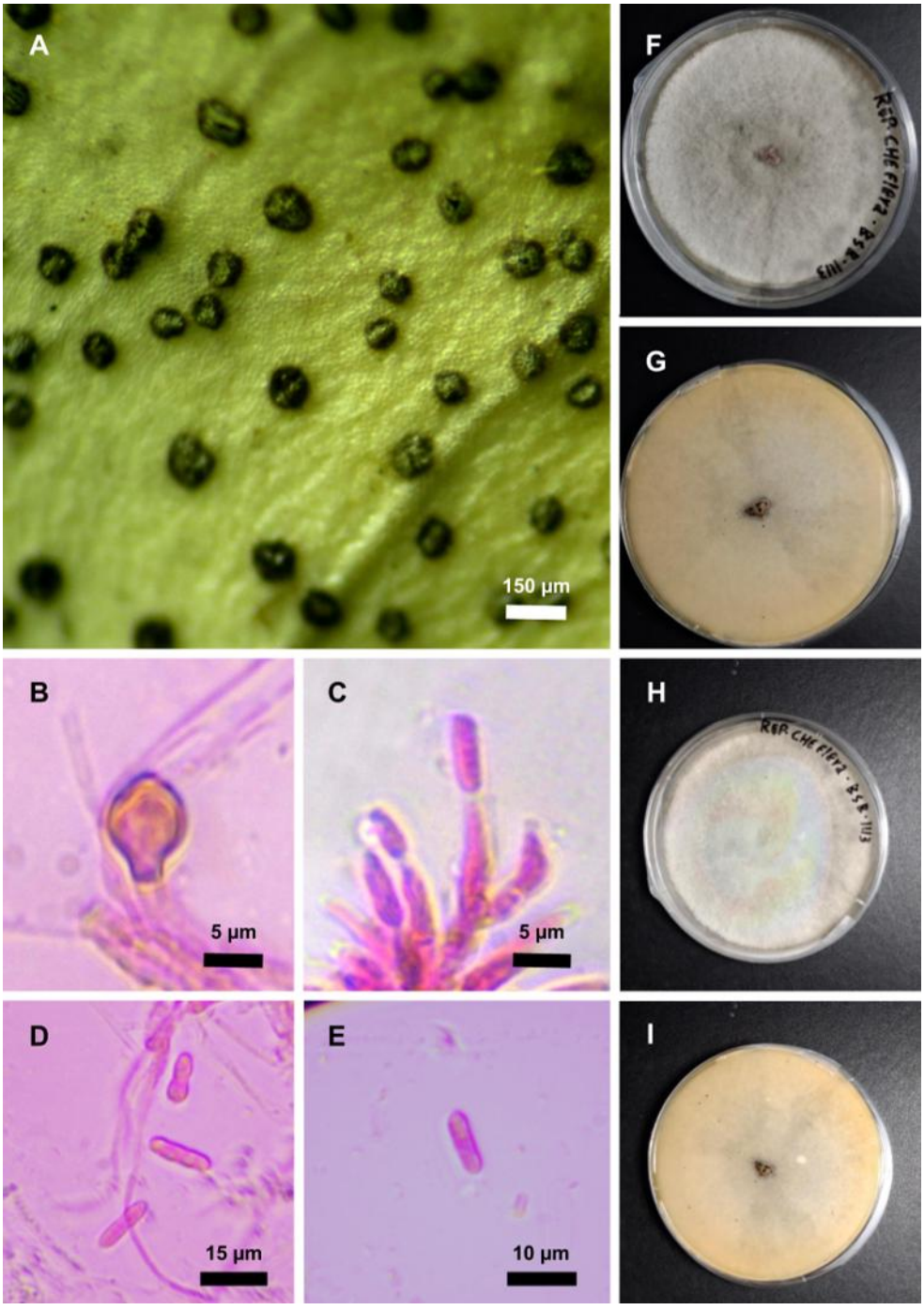
Os sintomas apresentados foram de lesões escuras com frutificações distribuídas na folha; Setas 33–60 × 2,8–4,7 µm, marrons, septadas. Células conidiogênicas 6,5–12 × 2,8–3,8 µm, lageniformes a cilíndricas, hialinas e lisas. Conídios 10,3–15 × 2,8–3,7 µm, hialinos, gutulados, cilíndricos, asseptados e lisos; Apressórios 5,6–9,4 × 4,7–8 µm, marrons, variáveis em forma, globosos, elípticos a lobados.

Comentário: A espécie aqui encontrada é comparada com algumas espécies já reportadas em hospedeiros distintos em diferentes países (Tabela 2) e verifica-se que aparentemente a espécie C. fructicola encontrada em Coffea arabica na Tailândia mostra-se com conídios (10 – 14 × 3 – 4,5 µm) próximos ao da espécie encontrada no Brasil (10,3 – 15 × 2,8 – 3,7 µm) bem os apressórios próximos (4,5 – 10 × 4 – 7,5 µm).

Tabela 2 – Espécies de Colletotrichum já descritas em Schefflera sp. e outras descritas em locais distintos comparadas com a espécie descrita neste trabalho.

Espécies	Local	Hospedeiro	Acérvulo (µm)	Conídio (µm)	Célula Conidiogênica (µm)	Seta (µm)	Apressório (µm)	Ref's.
Colletotrichum dematium	EUA	*Polyscias fruticosa*	-	18 – 26 × 3 – 3,5	12 – 26 × 2,5 – 4	60 – 200 × 4 – 7,5	-	Matsushima, 1975
Colletotrichum schefflerae	China	*Schefflera heptaphylla*	-	13 – 19 × 5 – 7	18 – 28 × 3 – 6	-	-	Feng et al., 2023
Colletotrichum fructicola	China	*Fatsia japonica*	-	13 – 19 × 4,5 – 6,5	-	-	6 – 11 × 5 – 7	Shi et al., 2017
Colletotrichum fructicola	Tailândia	*Coffea arabica*	-	10 – 14 × 3 – 4,5	-	-	4,5 – 10 × 4 – 7,5	Cai & Hyde, 2009
Colletotrichum peregrinum	Itália	*Araliae sieboldii*	-	12–16 × 2,5–3 µm	-	75 × 2,5–3 µm	-	Saccardo, 1892
Colletotrichum sp.	**Brasil**	***Schefflera sp.***	**37,6 – 141**	**10,3 – 15 × 2,8 – 3,7**	**6,5 – 12 × 2,8 – 3,8**	**33 – 60 × 2,8 – 4,7**	**5 – 9,5 × 5 – 8**	**Este trabalho**

Fig. 2 – Cultura e morfologia de Colletotrichum em Schefflera sp.: (A) Sintoma sob microscópio; (B) Apressório; (C) Célula conidiogênica; (D)-(E) Conídios; (F) Vista superior da cultura com 5 dias; (G) Vista inferior da cultura com 5 dias; (H) Vista superior da cultura com 10 dias; (I) Vista inferior da cultura com 10 dias.



Espécie no. 3 - O terceiro espécime foi obtido de folhas de Dama-da-Noite (Epiphyllum oxypetalum, Cactaceae) (UFRJ 1492) coletadas no Rio de Janeiro (Fig. 3, Tab. 3).

Sintomas de lesões escuras com frutificações dispostas aleatoriamente. Acérvulos 89–125 × 91–174 µm; Setas 48–149 × 2,8–3,7 µm, marrons, septadas; Células conidiogênicas 11,3–26 × 3–5 µm, hialinas,

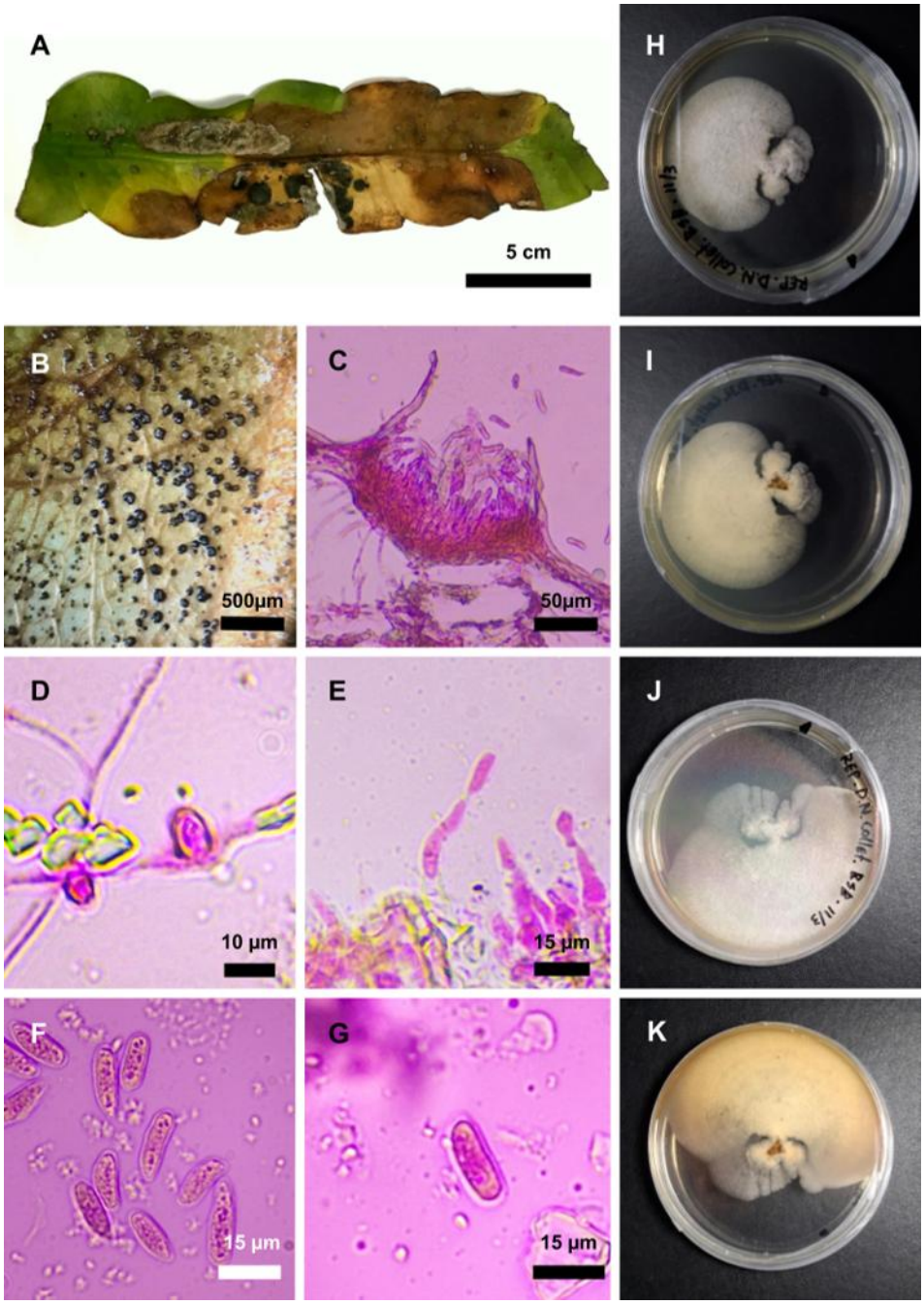
lageniformes a cilíndricas, lisas; Conídios 12,2–18 × 3,8–5,7 µm, hialinos, cilíndricos, asseptados e lisos; Apressórios 4,7–11,2 × 4,7–6,6 µm, hialinos a marrom-claros, cilíndricos, elipsóides a ligeiramente lobados.

Comentário: A espécie aqui encontrada em folhas de "dama-da-noite" quando comparada com algumas espécies já reportadas em hospedeiros distintos em diferentes países (Tabela 3), mostra-se aparentemente próxima a espécie C. siamense encontrada em Coffea arabica na Tailândia e Hyloceres spp. no Brasil, porém distingue-se claramente no tamanho do acérvulo (89 – 125 × 91 – 174 mm) e formando setas.

Tabela 3 – Espécies de Colletotrichum já descritas em Epiphyllum sp. e similares em de diferentes locais comparadas com a espécie descrita neste trabalho.

Espécies	Local	Hospedeiro	Acérvulo (µm)	Conídio (µm)	Célula Conidiogênica (µm)	Seta (µm)	Apressório (µm)	Ref's.
Colletotrichum chrysophilum	Brasil	*Hylocereus spp.*	-	6 – 10 × 2,5 – 4,5	-	-	3 – 6 × 2,5 – 4	Santos et al., 2025
Colletotrichum chrysophilum	Brasil	*Musa sp.*	-	13 – 19 × 4,5 – 6	16 – 22 × 3 – 4,5	-	7 – 12 × 7 – 13	Vieira et al., 2017
Colletotrichum siamense	Brasil	*Hylocereus spp.*	-	4,5 – 15 × 1,5 – 3,5	-	-	4,5 – 8 × 3 – 5	Santos et al., 2025
Colletotrichum siamense	Tailândia	*Coffea arabica*	-	7 – 18 × 3 – 4	-	-	5 – 8 × 3,5 – 5	Hyde et al., 2009
Colletotrichum phyllocacti	EUA	*Epiphyllum crenatum*	30 – 40 × 3 – 3,5	10 – 12 × 3,5 – 4	-	-	-	Ellis e Everhart, 1902
Colletotrichum pereskiae	Brazil	*Pereskia aculeata*	-	7,5 – 16 × 3 – 8	6,5 – 19 × 3 – 7	-	6 – 18 × 4 – 12,5	Custódio et al., 2021
Colletotrichum sp.	**Brazil**	***Epiphyllum sp.***	**89 – 125 × 91 – 174**	**12,2 – 18 × 3,8 – 5,7**	**11,3 – 26 × 3 – 5**	**48 – 149 × 2,8 – 3,7**	**4,7 – 11,2 × 4,7 – 6,6**	**Este trabalho**

Fig. 3 – Cultura e morfologia de Colletotrichum em Epiphyllum sp.: (A) Folha sintomática; (B) Sintoma sob microscópio estereoscópico; (C) Acérvulo; (D) Apressório; (E) Célula conidiogênica; (F)-(G) Conídios; (H) Vista superior da cultura com 5 dias; (I) Vista inferior da cultura com 5 dias; (J) Vista superior da cultura com 10 dias; (K) Vista inferior da cultura com 10 dias.



Espécie no. 4 - O espécime foi coletado em fruto de manga (Mangifera indica L., Anacardiaceae) também no Rio de Janeiro (Col. Micológica no. 347).

Sintoma: Lesões escuras com frutificações concentricamente distribuídas. Neste isolado não foram observados acérvulos, setas ou células conidiogênicas. Conídios 10,3–18,8 × 2,8–4,7 µm, hialinos, cilíndricos, asseptados e lisos; Apressórios 5,6–13,1 × 3,8–12.

Comentário: A espécie aqui encontrada em folhas de "manga" quando comparada com algumas espécies já reportadas em hospedeiros em Anacardiaceae (Tabela 4) mostra-se aparentemente próxima a espécie C. cliviae já reportada em Mangifera indica no Brasil, estudos adicionais com o material tipo e com uso de biologia molecular serão efetuados.

Tabela 4 – Espécies de Colletotrichum já descritas em Mangifera sp. e Artocarpus (Anacardiaceae) em locais ao redor do globo comparadas com a espécie descrita neste trabalho.

Espécies	Local	Hospedeiro	Acérvulo (µm)	Conídio (µm)	Célula Conidiogênica (µm)	Seta (µm)	Apressório (µm)	Ref's.
Colletotrichum mangiferae	India	*Mangifera indica*	340 – 1190	10 – 13,2 × 3,3 – 5	-	4 – 7	-	Kelkar & Rao, 1963
Colletotrichum dianesei	Brasil	*Mangifera indica*	-	10,5 – 14,5 × 4 – 5,5	-	-	6 – 10 × 4,5 – 7	Lima et al., 2013
Colletotrichum endomangiferae	Brasil	*Mangifera indica*	-	14,5 – 19,9 × 4,5 – 6,20	-	-	7,1 – 9,8 × 5,8 – 7,7	Vieira et al., 2011
Colletotrichum fructicola	Tailândia	*Artocarpus heterophyllus*	-	9 – 15 × 3 – 6	-	-	8 – 10 × 4 – 8	Fallahi, 2023
Colletotrichum karstii	Brasil	*Mangifera indica*	-	10,4 – 20,2 × 3,8 – 6,5	-	-	-	Lima et al., 2013
Colletotrichum plurivorum								
Colletotrichum sp.	**Brasil**	***Mangifera sp.***	**-**	**10,3 – 18,8 × 2,8 – 4,7**	**9 – 19 × 1 – 4**	**-**	**5,6 – 13,1 × 3,8 – 12**	**Este trabalho**

Teste de patogenicidade

Os resultados obtidos revelaram reações semelhantes entre todos os tratamentos testados, os quais não diferiram da testemunha. Este resultado, apesar de não conclusivo quanto à confirmação da patogenicidade do isolado nas condições testadas, permite inferir através dos sintomas observados no campo e pelos sinais exibidos pelo patógeno, a associação patogênica do fungo, bem como o presente trabalho permitiu a ilustração e caracterização destes fungos.

Fig. 5 – Patogenicidade de uma espécie de Colletotrichum infectando órgão vegetativo de Schefflera sp.(A) Folha destacada contendo meio BDA estéril com pulsão. (B) Folha destacada contendo meio BDA estéril sem pulsão. (C) Folha destacada contendo meio BDA com patógeno e sem pulsão. (D) Folha destacada contendo meio BDA com patógeno e com pulsão.



CONCLUSÕES

Este estudo contribuiu, assim, para a caracterização morfológica de isolados de Colletotrichum associados a hospedeiros de relevância econômica e ornamental, incluindo Schefflera sp., Andira sp., dama-da-noite (Epiphyllum oxypetalum) e frutos de Mangifera indica L. com mensurações de estruturas reprodutivas compatíveis, de modo geral, com os padrões descritos na literatura para o complexo de espécies deste gênero. As espécies estudadas trata-se provavelmente de novas espécies as quais estudos complementares estão sendo efetuados visando consolidar sua nomenclatura. Quanto aos testes de patogenicidade, os resultados obtidos reforçam a necessidade de estudos adicionais, com revisão de literatura e novos experimentos, visando à elucidação mais precisa da relação patogênica entre os isolados estudados e seus respectivos hospedeiros.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à NAAC/PROEXT/UFRRJ pelo apoio e bolsas que permitiram a realização do presente trabalho. O terceiro autor gostaria de agradecer à CNPq, CAPES, FAPERJ, FINEP pelo apoio nos últimos anos.

REFERENCIAS

ALIZADEH, A., JAVAN-NIKKHAH, M., ZARE, R., FOTOUHIFAR, K.-B., DAMM, U., AND STUKENBROCK, E.H. (2015). New records of Colletotrichum species for the mycobiota of Iran. Mycologia Iranica 2: 95-109.

ARX. J. A.(1957). Die Arten der Gattung Colletotrichum Cda. Phytopathologische Zeistschrift 29(4). pp. 413 - 468.

BAPTISTA, B. S.; SOUZA, H. P.; MELO, A. L. X.; SOUZA, J. B.; SILVA, A. R. G.; FERREIRA, L. C.; INÁCIO, C.A. (2023). Some Colletotrichum species found in the Phytopathological Herbarium 'Verlande Duarte Silveira'. In: 53º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2023, Brasília. Anais do 53º Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Brasília: SBF - Sociedade Brasileira de Fitopatologia, p. 494-494.

BAPTISTA, B. S.; TEIXEIRA, G. R.; CAZUZA, I. F.; RAMALHO, L. M. S.; SOUZA, H. P.; SILVA, L. J.; INÁCIO C.A. (2025). Caracterização e inoculação de fungos pertencentes ao gênero colletotrichum presentes na mata atlântica. Anais da XII Reunião Anual de Iniciação Científica da UFRRJ-RAIC. São Paulo: EVEN 3.

BATISTA, B. S.; MELO, A. L. X.; SOUZA, J. B.; FERREIRA, L. C.; SOUZA, H. P.; INÁCIO, CA . (2024). Two Colletotrichum species from herbarium material. In: X Congresso Brasileiro de Micologia, 2024, Belo Horizonte. Anais do X Congresso Brasileiro de Micologia. Belo Horizonte.

CANNON, PF; BUDDIE A, BRIDGE P. (2008). The typification of Colletotrichum gloeosporioides. Mycotaxon 104: 189-204.

DAMM, U., SATO, T., ALIZADEH, A., GROENEWALD, J.Z., AND CROUS, P.W. (2019). The Colletotrichum dracaenophilum, C. magnum and C. orchidearum species complexes. Stud. Mycol. 92: 1-46.

DEAN R, VAN KAN JAAL, PRETORIUS ZA, HAMMOND-KOSACK KE, DI PIETRO A, SPANU DP, RUDD JJ, DICKMAN M, KAHMANN R, ELLIS J, FOSTER GD (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology 13(4): 414–430.

DOUANLA-MELI, C., UNGER, J.-G., AND LANGER, E. (2018). Multi-approach analysis of the diversity in Colletotrichum cliviae sensu lato. Antonie Van Leeuwenhoek 111: 423-435.

DOUANLA-MELI, C., UNGER, J.-G., AND LANGER, E. (2018). Multi-approach analysis of the diversity in Colletotrichum cliviae sensu lato. Antonie Van Leeuwenhoek 111: 423-435.

ELLIS, J.B.; EVERHART, B.M. (1902). New Alabama fungi. Journal of Mycology 8 (2): 62-73.

FARIA CMX, INÁCIO CA. (2023) Considerações sobre o gênero Colletotrichum . Revisão Anual de Patologia de Plantas 29, 131-147. doi: 10.31976/0104-038321v280006

FARIA, C. M. X. (2018). Caracterização de espécies de Colletotrichum em vegetação de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil; Dissertação. 94 PP.

JAYAWARDENA, R.S., HYDE, K.D., DAMM, U., CAI, L., LIU, M. , LI, X.H., ZHANG, W., ZHAO, W.S., YAN, J.Y. (2016). Notes on currently accepted species of Colletotrichum. Mycosphere 7: 1192-1260.

KIRK. P. M. & CANNON. P. F. & DAVID. J. C. & STALPERS. J. A. (2001). Dictyonary of the Fungi. CAB International. pp. 655.

LIU, F., WEIR, B.S., DAMM, U., CROUS, P.W., WANG, Y., LIU, B., WANG, M., ZHANG, M., AND CAI, L.(2015). Unravelling Colletotrichum species associated with Camellia: employing ApMat and GS loci to resolve species in the C. gloeosporioides complex. Persoonia 35: 63-86.

LIU, X., LI, B., CAI, J., ZHENG, X., FENG, Y., AND HUANG, G. (2018). Colletotrichum species causing anthracnose of rubber trees in China. Sci. Rep. 8: 10435Q.

MENDES, M.A.S., DA SILVA, V.L., DIANESE, J.C., AND ET AL. (1998). Fungos em Plants no Brasil. Embrapa-SPI/Embrapa-Cenargen, Brasilia: 555.

NIRENBERG, H.I., FEILER, U., AND HAGEDORN, G. (2002). Description of Colletotrichum lupini comb. nov. in modern terms. Mycologia 94: 307-320

PERES, N.A.R., KURAMAE, E.E., DIAS, M.S.C., AND DE SOUZA, N.L. (2002). Identification and characterization of Colletotrichum spp. affecting fruit after harvest in Brazil. Journal of Phytopatholy 150: 128-134.

DE SOUZA, A., DELPHINO CARBONI, R.C., WICKERT, E., DE MACEDO LEMOS, E.G., AND DE GOES, A. (2013). Lack of host specificity of Colletotrichum spp. isolates associated with anthracnose symptoms on mango in Brazil. Plant Patholology 62: 1038-1047.

PERES, N.A.R., KURAMAE, E.E., DIAS, M.S.C., AND DE SOUZA, N.L. (2002). Identification and characterization of Colletotrichum spp. affecting fruit after harvest in Brazil. J. Phytopathol. 150: 128-134.

PIEPENBRING, M. (2006). Checklist of fungi in Panama. Preliminary version. Puente Biol. 1: 1-190.

SACCARDO, P.A. (1892). Sylloge Fungorum 10: 11-964.

SARBHOY, A.K., AND AGARWAL, D.K. (1990). Descriptions of Tropical Plant Pathogenic Fungi. Set 1.. Malhotra Publ. House, New Delhi.

SHARMA, G., AND SHENOY, B.D. (2014). Colletotrichum fructicola and C. siamense are involved in chili anthracnose in India. Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz 47: 1179-1194.

SHIVAS, R.G. (1989). Fungal and bacterial diseases of plants in Western Australia.. J. Roy. Soc. W. Australia 72: 1-62.

SILVA, K.R.; VIEIRA, W.A.S.; CÂMARA, M.P.S.; DOYLE, V.P.; GIONGO, M.; SANTOS, M.M.; AGUIAR, R.W.S.; MORAES, C.B.; INÁCIO, C.A.; CANGUSSU, A.S.R.; SANTOS, G.R. (2024). Colletotrichum siamense is responsible for anthracnose on in Brazil. JOURNAL OF PHYTOPATHOLOGY, 172: e13264-e13264, 2024.

SILVA. M. & MINTER. D. W. (1995). Fungi From Brazil. CAB International. pp. 585. SUTTON. B. C. (1980). CAB International. pp. 696.

STEVENSON, J.A.(1975). Fungi of Puerto Rico and the American Virgin Islands. Contr. Reed Herb. 23: 743.

TEIXEIRA, G.R.; BAPTISTA, B.S.; IUNES, L.P.L.; CAZUZA, I.F.; FERREIRA, L.C.; SOUZA, N.S.; SOUZA, H. P.; RAMALHO, L.M.S.; INÁCIO, C.A. (2025). Some Colletotrichum species found in the state of Rio de Janeiro. In: 54º Congresso Brasileiro de Fitopatologia (CBF), 2025, Lavras - M.G. Anais do 54º Congresso Brasileiro de Fitopatologia (CBF).

VIEIRA, W.A.S., MICHEREFF, S.J., DE MORAIS, JR., M.A., HYDE, K.D., CAMARA, M.P.S.(2014). Endophytic species of Colletotrichum associated with mango in northeastern Brazil. Fung. Diversity 67: 181-202.

Capítulo 6

10.37423/260811303

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICAÇÃO DE CONTAMINANTES EM UVAS-PASSAS COMERCIALIZADAS A GRANEL EM QUATRO ESTADOS BRASILEIROS.

BIANCA LATALIZA GRANJEIRO	*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*
Victória Abdo Chamon Simões	*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*
Emilly Vivian Falcão de Araújo	*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*
Lucas Gabriel Gomes do Nascimento	*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*
Brenno Santos de Paiva	*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*
Maria Iohane Quirino Amador	*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*
Cláudia Gouveia Rodrigues	*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*
Karoliny Brito Sampaio	*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*
Patricia Pinheiro Fernandes Vieira	*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA*

RESUMO

O consumo de frutas desidratadas tem crescido devido às suas propriedades funcionais, porém a comercialização a granel levanta preocupações quanto à qualidade sanitária desses alimentos. Este estudo objetivou avaliar a qualidade microbiológica de amostras de uvas-passas comercializadas a granel nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Mato Grosso e Minas Gerais. A pesquisa, de caráter exploratório e quali-quantitativo, realizou análises laboratoriais para quantificação de bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras, enterobactérias, Escherichia coli, Staphylococcus aureus coagulase positiva e Salmonella spp., além da identificação morfológica de fungos micotoxigênicos. As contagens para mesófilos, bolores, leveduras, enterobactérias, E. coli e S. aureus permaneceram abaixo do limite estabelecido pela legislação, com resultados <7 UFC/g, indicando conformidade geral com os padrões vigentes. No entanto, identificou-se a presença de Salmonella spp. em uma das amostras da cidade de João Pessoa, demonstrando inconformidade sanitária e potenciais falhas nas etapas de processamento ou contaminação cruzada. Adicionalmente, isolou-se Aspergillus flavus, fungo de importância na saúde pública por seu potencial de produção de aflatoxinas hepatotóxicas e carcinogênicas. Conclui-se que, embora o produto apresente padrão microbiológico parcialmente satisfatório, a ocorrência de Salmonella spp. e A. flavus evidencia a presença de gargalos na cadeia produtiva, reforçando a urgência da adoção rigorosa de Boas Práticas Agrícolas, de Fabricação e de Comercialização para assegurar a inocuidade do alimento.

PALAVRAS-CHAVE: Uvas-passas; Salmonella spp.; Aspergillus flavus; inocuidade.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com maior produção mundial de frutas. No Nordeste brasileiro, mais especificamente no Submédio do Vale do São Francisco, destaca-se a produção de uvas em âmbito nacional e internacional. Após o cultivo, as frutas podem ser utilizadas na elaboração de produtos processados, como sucos, vinhos, geleias e desidratados, os quais podem apresentar propriedades funcionais devido ao elevado conteúdo de antioxidantes e compostos fenólicos (Caldeira et al., 2018).

O processamento industrial das frutas permite sua transformação em produtos de maior valor agregado, como as frutas desidratadas, que apresentam crescente demanda devido à busca dos consumidores por alimentos convenientes. Nesse contexto, as uvas-passas destacam-se por oferecerem benefícios à saúde e facilidade de utilização como ingrediente em diversas preparações (Caldeira et al., 2018). O mercado brasileiro apresenta reduzida produção própria de uvas-passas, principalmente devido às pequenas áreas destinadas ao cultivo de variedades de uvas sem sementes. Dessa forma, grande parte das uvas desidratadas consumidas no Brasil é importada de países como Estados Unidos, Argentina e Chile. Entre 2012 e 2014, o Brasil importou aproximadamente 24.000 toneladas de uvas-passas (Caldeira et al., 2018).

As frutas secas são ricas em nutrientes e compostos bioativos, e seu consumo tem aumentado. Apesar do elevado teor de açúcar, as uvas-passas apresentam propriedades antioxidantes, imunomoduladoras e de eliminação de radicais livres, além de concentrações relevantes de fibras e polifenóis. O consumo prolongado de alimentos ricos nesses compostos pode contribuir para a proteção contra condições como câncer, diabetes, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (Escobar-Avello et al., 2020).

Atualmente, a secagem de frutas é empregada tanto para a concentração de compostos quanto para a elaboração de produtos alimentícios diferenciados. Entre suas principais vantagens estão a concentração de nutrientes, a preservação das características sensoriais e o prolongamento da vida de prateleira (Machado, Souza, Novaes, 2015). A uva apresenta elevada perecibilidade devido ao alto teor de água livre, favorecendo perdas pós-colheita. Assim, o processamento para obtenção de uvas-passas constitui uma alternativa para minimizar essas perdas. Entretanto, mesmo após a desidratação, são necessárias análises microbiológicas para verificar a segurança do produto, sendo fundamental a adoção de boas práticas de fabricação (Alencar; Nobre, 2022).

A secagem consiste na remoção da umidade do alimento por meio da evaporação, reduzindo a atividade de água e, consequentemente, as reações de degradação e o desenvolvimento de

microrganismos. As frutas submetidas a esse processo apresentam redução parcial de água, elevando a concentração de açúcares, ácidos, sais e outros componentes, o que contribui para sua conservação (Alencar, 2022; Machado, Souza, Novaes, 2015).

As frutas secas podem ser consumidas diretamente ou utilizadas em preparações culinárias. No entanto, a comercialização a granel ou a embalagem no próprio estabelecimento pode representar riscos à qualidade sanitária. A manipulação excessiva, o armazenamento inadequado e a exposição a diferentes ambientes podem favorecer a contaminação por sujidades e a proliferação de fungos micotoxigênicos (Lubis et al., 2025). Entre os principais gêneros associados a alimentos submetidos à secagem e ao armazenamento prolongado destacam-se Penicillium e Aspergillus, enquanto Fusarium está relacionado à contaminação durante o cultivo e o período pós-colheita (Abamecha, 2022).

Dessa forma, torna-se necessário monitorar a qualidade microbiológica das frutas secas consumidas pela população, visando minimizar riscos à saúde dos consumidores e alertar produtores e comerciantes sobre os cuidados necessários.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade microbiológica baseado nos parâmetros de qualidade das amostras, micológicas com identificação de fungos micotoxigênicos de contaminantes conforme a legislação em amostras de uvas-passas comercializadas a granel na Paraíba, Rio Grande do Norte, Mato Grosso e Minas Gerais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar a carga microbiana e identificar a incidência de contaminações fúngicas nas amostragens de uvas-passas.
- Mapear a presença de fungos micotoxigênicos dos gêneros Aspergillus.
- Avaliar a existência e o desenvolvimento de bolores e leveduras, Salmonella spp., bactérias aeróbias mesófilas, Escherichia coli e Staphylococcus aureus coagulase positiva.

- Comparar a contaminação microbiológica entre as amostras obtidas em diferentes regiões do país.

- Discutir os potenciais impactos à saúde do consumidor associados à manipulação, armazenamento e exposição inadequados do produto.

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O presente estudo foi conduzido como uma pesquisa de caráter exploratório, desenvolvida em ambiente laboratorial e fundamentada em uma abordagem quali-quantitativa, conforme a classificação proposta por Pereira et al. (2018), tendo como finalidade avaliar a qualidade microbiológica de variadas amostras de uvas-passas comercializadas a granel nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Mato Grosso e Minas Gerais. Para a realização da análise, as amostras foram submetidas a análises microbiológicas, com o intuito de caracterizar sua qualidade e identificar a eventual presença de contaminantes que possam comprometer a inocuidade e a segurança do produto destinado ao consumo.

3.2 COLETA E PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram adquiridas amostras de uvas-passas a granel no comércio local e em feiras livres de municípios localizados nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e Rio Grande do Norte, bem como em diferentes bairros da cidade de João Pessoa-PB.

As amostras foram acondicionadas em suas embalagens originais de venda, identificadas de acordo com a cidade e ponto de compra, sendo posteriormente encaminhados para a realização de análises laboratoriais.

Antes do início das análises, as amostras foram mantidas em condições adequadas de armazenamento a fim de serem preservadas suas características físicas e microbiológicas.

3.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE INDICADORES SANITÁRIOS E PATOLÓGICOS

As análises foram conduzidas no Laboratório de Microbiologia pertencente ao Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba (CTDR/UFPB), conforme os procedimentos descritos por Silva et al. (2021). Foram avaliadas contagem total de bolores e leveduras, contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas, presença de enterobactérias, Escherichia coli, Staphylococcus aureus coagulase positiva e Salmonella spp. Posteriormente, realizou-se a identificação de fungos micotoxigênicos presentes nas amostras de amendoim.

3.3.1 Preparação das amostras e diluições seriadas

Para o preparo das amostras, foram pesados assepticamente 25 g de cada amostra de uva-passa e transferidos para beckers contendo 225 mL de água peptonada a 0,1%. Em seguida, realizou-se a homogeneização da suspensão, obtendo-se a diluição inicial correspondente a 10^{-1}. A partir dessa diluição, foram preparadas diluições decimais seriadas até 10^{-4}, as quais foram posteriormente utilizadas para a realização das análises microbiológicas.

3.3.2 Determinação de bolores e leveduras e contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas

Para a enumeração de bolores e leveduras, utilizou-se o meio Potato Dextrose Agar (PDA), enquanto a contagem de bactérias aeróbias mesófilas foi realizada em Plate Count Agar (PCA). A partir das diluições seriadas previamente preparadas, foram transferidos 1 mL de cada diluição para placas de Petri contendo os respectivos meios. Após a inoculação, as placas com PDA foram incubadas a 25 °C por 48 horas, ao passo que as placas contendo PCA foram incubadas a 35 °C durante o mesmo período.

3.3.3 Determinação de enterobactérias, Escherichia coli e Staphylococcus aureus

Para a determinação de enterobactérias, as amostras foram inoculadas em meio Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG). A pesquisa de Escherichia coli foi realizada utilizando o meio Eosin Methylene Blue (EMB), com incubação a 45 °C por 48 horas. Para a determinação de Staphylococcus aureus coagulase positiva, empregou-se o meio Baird-Parker (BP), seguido de incubação a 35 °C durante 48 horas.

3.3.4 Pesquisa de Salmonella spp.

A pesquisa de Salmonella spp. foi conduzida por meio de etapas sucessivas de pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo e isolamento em meios diferenciais. Inicialmente, 25 g de cada amostra foram adicionados a 225 mL de água peptonada tamponada (BPW) e submetidos à incubação a 35 °C por 24 horas. Em seguida, alíquotas do pré-enriquecimento foram inoculadas nos caldos Tetrationato (TT) e Rappaport-Vassiliadis (RV), utilizados para o enriquecimento seletivo, com incubação a 35 °C e 45 °C, respectivamente, durante 24 horas. Após essa etapa, foram realizados estriamentos por esgotamento em placas contendo os meios Salmonella-Shigella (SS) e Xylose Lysine Deoxycholate (XLD), posteriormente incubadas a 35 °C por 48 horas. Ao término da incubação, as placas foram analisadas para verificação de colônias com características sugestivas de Salmonella spp., permitindo a avaliação quanto à presença ou ausência desse microrganismo nas amostras.

3.3.5 Identificação de fungos micotoxigênicos

Após o período de incubação das placas contendo meio Potato Dextrose Agar (PDA), as colônias fúngicas desenvolvidas foram submetidas à identificação preliminar, considerando-se suas características morfológicas. A avaliação foi realizada por meio da observação macroscópica das colônias, considerando aspectos como coloração, textura e aspecto do crescimento, seguida da análise microscópica das estruturas fúngicas, com o objetivo de realizar uma identificação preliminar de possíveis fungos micotoxigênicos presentes nas amostras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

4.1.1 Contagem de bolores e leveduras e de bactérias aeróbias mesófilas

Nas amostras de uvas-passas avaliadas, as contagens de bolores e leveduras, assim como de bactérias aeróbias mesófilas, permaneceram abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente (< 7 UFC/g). Apesar da baixa contagem contaminante observada, a avaliação das características morfológicas dos isolados fúngicos revelou um perfil sugestivo de Aspergillus flavus, como apresentado na imagem 1. A ocorrência dessa espécie merece atenção devido ao seu potencial toxigênico e à capacidade de

produzir aflatoxinas sob condições ambientais favoráveis. Essa presença em frutas secas pode estar relacionada à sua capacidade de tolerar condições de baixa disponibilidade de água, além de possíveis falhas nas etapas de secagem, armazenamento e manipulação. Dessa forma, o achado reforça a necessidade de manter medidas rigorosas de controle durante as etapas de processamento, armazenamento e comercialização das uvas-passas, contribuindo para a manutenção da qualidade e da segurança microbiológica do produto.

Imagem 1



Fonte: Própria.

O padrão de diminuição da carga microbiana tem sido relatado em estudos, como o de Alp e Bulantekin (2021) com uvas e outras frutas submetidas a processamentos como a secagem/desidratação, o qual contribui para a redução significativa da carga microbiana, principalmente por conta da diminuição da atividade de água inibindo o crescimento microbiano, reforçando assim o efeito protetor do processamento na qualidade do produto.

4.1.2 Determinação de enterobactérias, Escherichia coli e Staphylococcus aureus

Os resultados das análises microbiológicas das amostras de uvas-passas demonstraram conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação vigente para os microrganismos avaliados, incluindo enterobactérias, Escherichia coli e Staphylococcus aureus coagulase positiva. As contagens observadas foram inferiores ao limite estabelecido pela legislação (< 7 unidades formadoras de colônia por grama – UFC/g), indicando condições higiênico-sanitárias satisfatórias nas amostras analisadas. Esses resultados sugerem que, apesar de serem produtos submetidos ao processo de desidratação, as uvas-passas podem apresentar condições microbiológicas adequadas quando são produzidas, manipuladas, armazenadas e comercializadas sob condições apropriadas.

De forma semelhante, estudos com uvas-passas comercializadas em diferentes regiões também indicam ausência de patógenos clássicos como Escherichia coli e Staphylococcus aureus, embora ainda possam ser detectados microrganismos indicadores e fungos em determinadas amostras, especialmente produtos a granel ou com menor controle de armazenamento. Pesquisas reforçam que a ausência de alguns indicadores microbiológicos não elimina completamente a possibilidade de contaminação residual, sobretudo por fungos ambientais com potencial micotoxigênico como os grupos comumente encontrados nesse tipo de alimento: A. niger, Penicillium spp e A. flavus (Santos et al, 2015), o que demonstra que produtos vegetais contendo baixa umidade ainda podem apresentar certa vulnerabilidade microbiológica específica, especialmente quando associada a fungos adaptados a condições de armazenamento.

4.1.3 Pesquisa de Salmonella spp.

A presença de Salmonella spp. em uma das amostras analisadas indica inconformidade com a legislação vigente e sugere condições higiênico-sanitárias insatisfatórias. Embora as uvas-passas estejam em um grupo de alimentos composto por baixa atividade de água, característica essa que limita a multiplicação desse patógeno, a Salmonella pode permanecer viável por longos períodos de tempo em alimentos secos, o que torna seu monitoramento algo essencial. Segundo Beuchat et al. (2013), os principais riscos associados aos alimentos com baixa umidade estão relacionados à sobrevivência de microrganismos e à possibilidade de contaminação cruzada após etapas de processamento capazes de reduzir ou eliminar sua presença. Dessa maneira, a presença de Salmonella spp. em uma das amostras avaliadas, como representado na imagem 2, sugere que as etapas de processamento e manipulação não foram totalmente eficazes na prevenção da contaminação, o que reforça a importância da adoção de Boas Práticas de Manipulação e Fabricação, do controle das condições de processamento e armazenamento e da prevenção da contaminação cruzada para garantir a segurança microbiológica de alimentos de baixa umidade (Beuchat et al., 2013).

Imagem 2



Fonte: Própria.

4.1.4 Identificação de fungos micotoxigênicos

Uma das amostras avaliadas manifestou crescimento indicativo de Aspergillus flavus, fungo micotoxigênico, reconhecido por sua capacidade de produção de aflatoxinas. Mesmo que a presença desse fungo não confirme, de forma solitária, a produção dessas micotoxinas, esse achado demonstra um importante indicativo de risco à segurança alimentar, uma vez que determinadas condições ambientais podem facilitar sua síntese.

Pesquisas realizadas com uvas-passas comercializadas em Votuporanga-SP também evidenciaram a presença de Aspergillus niger, Aspergillus flavus e Penicillium spp. em 82% das amostras coletadas. Tais contaminantes identificados possuem potencial toxigênico associado a uma fração de isolados, o que reforça o fato de que a detecção do fungo, deve ser considerada relevante do ponto de vista sanitário (Santos et al., 2015). Esse cenário é importante principalmente em regiões de clima úmido e quente, como o do Nordeste brasileiro, onde condições ambientais tendem a favorecer o desenvolvimento de fungos produtores de aflatoxinas. O estudo que recolhe resultados como esses possui relevância no

que se associa aos potenciais efeitos tóxicos das aflatoxinas sobre a saúde humana, uma vez que essas substâncias podem apresentar propriedades hepatotóxicas e imunossupressoras (Koshiol et al., 2026). Complementarmente, as aflatoxinas foram classificadas como carcinogênicas para humanos pela International Agency for Research on Cancer (IARC, 2002), estando associadas ao aumento do risco de desenvolvimento de carcinoma hepatocelular.

A presença de fungos como os do gênero Aspergillus flavus enfatiza a necessidade de monitoramento constante da qualidade microbiológica das uvas-passas, principalmente devido à elevada suscetibilidade desse produto à contaminação fúngica nas etapas de cultivo, colheita, secagem, armazenamento e comercialização. Dessa forma, a adoção das boas práticas de produção e fabricação, juntamente ao controle adequado das condições de umidade e de temperatura, é essencial a fim de minimizar os riscos de contaminação e garantir a segurança alimentar dos consumidores.

5 CONCLUSÃO

A análise do perfil sanitário de amostras de uvas-passas comercializadas na Paraíba, Rio Grande do Norte, Mato Grosso e Minas Gerais revelou a presença de contaminação microbiológica pontual, reforçando a relevância da fiscalização contínua sobre as etapas de processamento, estocagem e distribuição do produto.

No âmbito microbiológico, os parâmetros avaliados apresentaram contagens abaixo do limite de detecção para bactérias aeróbias mesófilas, bolores, leveduras, enterobactérias, Escherichia coli e Staphylococcus aureus, contudo evidenciou a presença de Salmonella spp. Esses dados indicam um padrão microbiológico parcialmente satisfatório para as variáveis testadas.

Por outro lado, a identificação de Aspergillus flavus em uma amostra sinaliza a necessidade de controle contínuo sobre a micoflora do alimento. A presença desse fungo ressalta a urgência de manter rigorosas Boas Práticas Agrícolas, de Fabricação e de Distribuição para mitigar os riscos de contaminação e assegurar a integridade do produto final.

Em suma, ainda que as uvas-passas comercializadas a granel tenha demonstrado conformidade na maioria dos ensaios microbiológicos gerais, a contaminação por A. flavus e a presença de Salmonella spp. apontam para gargalos na cadeia produtiva. Os dados obtidos ampliam o diagnóstico sobre a

segurança desse alimento e sublinham a importância de ações preventivas constantes do campo ao ponto de venda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAMECHA, Nezif. Health Impacts of Foodborne Mycotoxins and Factors Affecting Occurrence of Toxigenic Fungi and Their Toxins in Stored Foods. Wollega university department of food science and postharvest technology. Journal of Natural Sciences Research, 2022.

ALENCAR, Luana; NOBRE, Sabrina R. Análise de Sujidades em Ameixa e Uva-Passa Comercializadas a Granel na Cidade de Campo Mourão. Trabalho de Conclusão de Curso–Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2022.

ALP, D.; BULANTEKIN, Ö. Qualidade microbiológica de diversos alimentos secos por diferentes métodos de secagem: uma revisão. Eur Food Res Technol, 2021.

BEUCHAT, Larry R. et al. Low-Water Activity Foods: Increased Concern as Vehicles of Foodborne Pathogens. Journal of Food Protection, 2013.

CALDEIRA, Vanessa F. et al. Packages influencing BRS Vitória raisins quality maintenance. Brazilian Journal of Food Research, 2018.

ESCOBAR-AVELLO, Danilo et al. A Targeted Approach by High Resolution Mass Spectrometry to Reveal New Compounds in Raisins. Molecules, Basel, 2020.

IARC. Aflatoxins. In: INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER.

IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene. Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2002.

KOSHIOL, Jill et al. Aflatoxins and Human Health: Global Exposure, Disease Burden, and One Health Strategies. MDPI, Review, 2026.

LUBIS, Wahyudi A. et al. Microbiological quality and safety assessment of minimally processed fruits sold in Klang Valley, Malaysia. Mejuajua: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat, 2025.

MACHADO, Antônio Vitor; SOUZA, José Aldenor de; NOVAES, Rafael da S. Estudo cinético da secagem da uva Isabel para produção de uva passa. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. GVAA, 2015.

PEREIRA, Adriana S. et al. Metodologia da pesquisa científica. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

SAMSON, R. A. et al. Introduction to Foodborne Fungi. 3. ed. Baarn, Delft: Centraalbureau voor Schimmelcultures, 1998.

SANTOS, Ana F. et al. Identificação de Fungos Toxigênicos e suas Respectivas Toxinas em Uvas Passas Escuras Comercializadas em Votuporanga-SP. Revista Brasileira Multidisciplinar, 2015.

SILVA, Neusely da et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 6. ed. 2021.



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

conhecimentolivre.org/home
contato@conhecimentolivre.org
editoraconhecimentolivre

CIÊNCIAS AGRÁRIAS:
A MULTIDISCIPLINARIDADE DOS RECURSOS NATURAIS

VOLUME XXVI