



21 A 23 DE NOVEMBRO DE 2025
XXX ENAPET

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITOS HUMANOS: DESAFIOS
ÉTICOS PARA O SÉCULO XXI

Efeito da Inoculação de Bactérias Endofíticas e Rizosféricas no Crescimento de *Coffea canephora* Cultivado no Estado do Acre

ARAÚJO, C.E.H; ARAÚJO M.J; OLIVEIRA, S.B; ALMEIDA, G.M; CAVALCANTE, A.P; ROCHA, U.D;
SOUZA, M.E; LEITE, F.M.H

Grupo PET-Agronomia Cruzeiro do Sul UFAC, Campus Floresta
habacuque.araujo@sou.ufac.br, pet.agroczs@ufac.br

RESUMO: A cafeicultura tem ganhado destaque no estado do Acre, especialmente com o cultivo de *Coffea canephora*, espécie amplamente adaptada às condições amazônicas. A busca por práticas agrícolas sustentáveis tem impulsionado o uso de bioinsumos à base de bactérias endofíticas e rizosféricas, que favorecem o crescimento vegetal e reduzem a dependência de insumos químicos. Este estudo avaliou o efeito da inoculação dos produtos Biotrio® e Biofree®, aplicados isoladamente e em combinação, sobre o crescimento de dois clones de robusta amazônico (04 e G88). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Observou-se que a combinação dos dois produtos promoveu maiores valores de altura, diâmetro de copa e número de ramos plagiotrópicos, sobretudo no clone G88. Os resultados indicam que o uso conjunto de microrganismos endofíticos e rizosféricos constitui uma alternativa viável para otimizar o desenvolvimento de *C. canephora*.

Palavras-chave: Bioinsumos; Microbiota associada; Robustas amazônicas

Effect of Endophytic and Rhizospheric Bacteria Inoculation on the Growth of *Coffea canephora* Cultivated in the State of Acre

ABSTRACT : Coffee cultivation has become an increasingly important agricultural activity in the state of Acre, with *Coffea canephora* standing out as a species highly adapted to the edaphoclimatic conditions of the Amazon region. The adoption of sustainable agricultural practices has encouraged the use of bioinputs formulated with endophytic and rhizospheric bacteria capable of promoting plant growth and reducing dependence on conventional chemical inputs. This study aimed to evaluate the effects of inoculating the products Biotrio® and Biofree®, applied individually and in combination, on the development of two Amazonian robusta clones (04 and G88). The experiment was conducted in a randomized block design with three replications. The combined application of the products resulted in significant increases in plant height, canopy diameter, and number of plagiotropic branches, especially in clone G88. The results demonstrate that the joint use of endophytic and rhizospheric microorganisms

Área do conhecimento: Ciências Agrárias (5.00.00.00-4)/Agronomia (5.01.00.00-9); Microbiologia e Bioquímica do solo (5010104-8); Agricultura e Agronegócio; ODS: Fome zero e agricultura sustentável.



XXX ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)
Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte
70910-900, Brasília - DF





represents a promising strategy for improving *C. canephora* cultivation and promoting sustainable coffee production in the Western Amazon.

Keywords: Bioinputs; Associated microbiota; Amazonian robusta coffee.

Introdução

A cultura do cafeeiro (*Coffea* spp.), pertencente à família Rubiaceae, compreende espécies de elevado valor econômico e ampla distribuição em regiões tropicais. A família Rubiaceae reúne mais de 10 mil espécies distribuídas em aproximadamente 630 gêneros (Bridson & Verdcourt, 1988). O cafeeiro é um arbusto perene de crescimento contínuo, caracterizado pelo dimorfismo de ramos (Rena & Maestri, 1986).

No Acre, a cafeicultura tem apresentado expressiva expansão, ocupando a segunda posição entre os produtores de *Coffea canephora* da região Norte, sendo superada apenas por Rondônia. Os denominados robustas amazônicos destacam-se pela elevada variabilidade genética e adaptabilidade a diferentes agroecossistemas, conferindo potencial para ganhos em produtividade e qualidade. Com o avanço da cafeicultura, torna-se imperativo adotar práticas sustentáveis compatíveis com as condições edafoclimáticas locais. Nesse contexto, a aplicação de bioinsumos constitui alternativa promissora, promovendo maior eficiência na absorção de nutrientes, formação da microbiota radicular e incremento da fertilidade do solo.

Estudos recentes demonstram que bactérias rizosféricas e endofíticas associadas ao cafeeiro favorecem a disponibilidade de nitrogênio e fósforo, além de sintetizarem ácido indolacético e solubilizarem fosfatos (Pratiwi et al., 2020; Urgiles-Gómez et al., 2020). Em abordagens de maior escala, consórcios microbianos e rizobactérias benéficas têm se mostrado eficazes no aumento do crescimento, da síntese de compostos bioativos e do desempenho produtivo do café robusta (Suriani et al., 2025; Asad et al., 2023). Assim, o uso de bioinsumos representa um pilar para o desenvolvimento de sistemas sustentáveis e acessíveis à cafeicultura familiar amazônica. O presente estudo objetiva avaliar o desempenho agrônomico de diferentes

Área do conhecimento: Ciências Agrárias (5.00.00.00-4)/Agronomia (5.01.00.00-9); Microbiologia e Bioquímica do solo (5010104-8); Agricultura e Agronegócio; ODS: Fome zero e agricultura sustentável.



genótipos de robustas amazônicos clonais em função da aplicação de bioinsumos sob as condições edafoclimáticas do Vale do Juruá.

Método

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, situada em Cruzeiro do Sul (AC), nas coordenadas 7°33'31,2" S e 72°43'01,2" O, a 220 m de altitude. O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Af, caracterizado por precipitação anual superior a 2.000 mm e temperatura média de 24,5 °C (Silva et al., 2020; Moreira et al., 2020).

O solo da área experimental foi identificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, bem drenado, sob vegetação de *Urochloa decumbens* degradada.

As mudas de *Coffea canephora* foram adquiridas em viveiro registrado no MAPA e transplantadas em covas de 40 × 40 × 40 cm, com espaçamento de 3 × 1 m. A calagem foi realizada com 220 g de calcário dolomítico por cova, seguida da adubação de fundação com 250 g de superfosfato simples e 3 L de cama de aviário (Marcolan & Espíndula, 2015). Foi realizado o manejo de brotos, conduzindo as plantas com 3 hastes ortotrópicas e as brotações que surgiam eram eliminadas.

O manejo nutricional foi realizado de acordo com Marcolan e Espíndula (2015), no primeiro ano foi aplicado em cobertura 60 g de nitrogênio, 32 g de potássio, 40 g de fosforo por planta, parcelado em 8 vezes durante o período das chuvas usando o fertilizante 19-04-19 como fonte. Para o segundo ano foi aplicado 300 kg. ha⁻¹ de N, 270 kg. ha⁻¹ de K₂O, e 90 kg. ha⁻¹ P₂O₅, aplicado em cobertura parcelado em 8 vezes durante o período chuvoso, usando com fonte 19-04-19, foi aplicado os micronutrientes Zinco e Boro via foliar na dosagem de 4 kg por hectare de cada.

Os tratamentos microbiológicos incluíram a aplicação foliar de Biotrio®, contendo

Área do conhecimento: Ciências Agrárias (5.00.00.00-4)/Agronomia (5.01.00.00-9); Microbiologia e Bioquímica do solo (5010104-8); Agricultura e Agronegócio; ODS: Fome zero e agricultura sustentável.

Bacillus pumilus CCTB05, *Bacillus subtilis* CCTB04 e *Bacillus amyloliquefaciens* CCTBB09, na dose de 300 mL ha⁻¹, em duas etapas: 45 e 90 dias após o plantio. Adicionalmente, utilizou-se Biofree®, composto por *Azospirillum brasilense* Ab-V6 e *Pseudomonas fluorescens* CCTB03, aplicado via solo, na dose de 150 mL ha⁻¹, 30 dias antes e 45 dias após o plantio.

O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, totalizando 4 tratamentos: adubação química sem nada, adubação química + Biotrio®, adubação química + Biofree® e adubação + Biotrio® + Biofree® com 3 repetições. Os clones avaliados foram o 04 e G88 sendo uma parcela constituída por 5 plantas e a foram avaliadas as 3 plantas centrais sendo avaliadas as seguintes seguintes variáveis: altura das plantas, diâmetro da copa e nº de ramos plagiotrópicos. Os obtidos foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A altura das plantas apresentou variação significativa em função dos tratamentos aplicados. No clone 04, todos os tratamentos diferiram estatisticamente da testemunha, embora não tenham apresentado diferenças entre si. Em contraste, no clone G88, o tratamento com Biotrio® resultou em menor altura das plantas em relação à testemunha e aos demais tratamentos, enquanto o Biofree® não diferiu estatisticamente da testemunha. A combinação entre Biotrio® e Biofree® promoveu desempenho superior em relação a todos os tratamentos, conforme indicado na Tabela 1. Resultados análogos foram descritos por Suriani et al. (2025), que observaram incremento no crescimento de *Coffea canephora* após inoculação com consórcios de rizobactérias promotoras de crescimento.

Tabela 1 – Altura das plantas

Tipos de adubção	Clone 04	Clone G88
Química	1,95 b	1,94 ab
Quim. + Biotrio	2,03 a	1,89 b
Quim. + Biofree	2,08 a	1,92 ab

Área do conhecimento: Ciências Agrárias (5.00.00.00-4)/Agronomia (5.01.00.00-9); Microbiologia e Bioquímica do solo (5010104-8); Agricultura e Agronegócio; ODS: Fome zero e agricultura sustentável.

Biofree

Quim. Biotrio
+ Bio free

2,05 a

2,11 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si por Tukey a 5% de significância.

A análise do diâmetro da copa evidenciou interação significativa entre os tratamentos e os clones avaliados. O clone 04 apresentou baixa responsividade, não diferindo estatisticamente da testemunha em nenhum tratamento. Em contraste, no clone G88, apenas o tratamento com Biotrio® não apresentou diferença significativa em relação à testemunha, enquanto a combinação de Biotrio® e Biofree® resultou em valores superiores aos demais tratamentos, conforme indicado na Tabela 2. Esse padrão de resposta sugere que a eficiência dos microrganismos está condicionada à interação com o genótipo hospedeiro, corroborando as observações de Ferrão et al. (2015), que destacam a elevada variabilidade genética dos robustas amazônicos e suas distintas respostas fisiológicas às condições ambientais e ao manejo nutricional.

Tabela 2 – Diâmetro da copa

Tipos de adubção	Clone 04	Clone G88
Química	2,41 b	2,05 b
Quim. + Biotrio	2,54 a	2,20 b
Quim. + Biofree	2,49 a	2,27 ab
Quim. Biotrio + Bio free	2,58 a	2,50 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si por Tukey a 5% de significância.

A análise do número de ramos plagiotrópicos revelou efeitos distintos entre clones e tratamentos. No clone 04, a combinação dos dois produtos promoveu valores superiores aos obtidos com os produtos aplicados isoladamente, embora não tenha diferido estatisticamente da testemunha. No clone G88, a testemunha e o tratamento com Biotrio® apresentaram

Área do conhecimento: Ciências Agrárias (5.00.00.00-4)/Agronomia (5.01.00.00-9); Microbiologia e Bioquímica do solo (5010104-8); Agricultura e Agronegócio; ODS: Fome zero e agricultura sustentável.

desempenho semelhante, mas inferior aos demais tratamentos. Esses resultados corroboram as observações de Pratiwi et al. (2020) e Vega et al. (2020), que atribuíram o estímulo ao crescimento de ramos produtivos à produção de ácido indolacético (AIA) e à solubilização de fosfatos por bactérias endofíticas associadas ao café. Ademais, conforme Asad et al. (2023), a atividade dessas bactérias também favorece o fortalecimento do sistema radicular e o equilíbrio microbiano da rizosfera.

Tabela 2 – N° de ramos plagiotrópicos

Tipos de adubção	Clone 04	Clone G88
Química	15,00 a	10,33 b
Quim. + Biotrio	14,22 ab	10,33 b
Quim. + Biofree	13,11 b	17,77 a
Quim. Biotrio + Bio free	15,77 a	17,55 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si por Tukey a 5% de significância.

Os resultados obtidos reforçam a relevância da integração entre genótipo e microbiota associada às plantas, uma vez que diferentes clones de *C. canephora* exibem composições microbianas distintas em raízes e frutos (Gomes et al., 2024). Essa variabilidade pode elucidar as diferenças observadas na resposta aos bioinsumos. A interação entre *Azospirillum* e *Bacillus*, evidenciada neste estudo, contribuiu para o aprimoramento do crescimento e da arquitetura das plantas, corroborando as observações de Urgiles-Gómez et al. (2021), que ressaltam o potencial desses microrganismos para aumentar o vigor e a produtividade sob condições tropicais.

Conclusões

Os resultados indicaram que a aplicação de bioinsumos contendo bactérias endofíticas e rizosféricas promoveu incremento significativo no crescimento vegetativo de *Coffea*

Área do conhecimento: Ciências Agrárias (5.00.00.00-4)/Agronomia (5.01.00.00-9); Microbiologia e Bioquímica do solo (5010104-8); Agricultura e Agronegócio; ODS: Fome zero e agricultura sustentável.



canephora, com destaque para o clone G88. A associação dos produtos Biotrio® e Biofree® resultou em maior altura das plantas, diâmetro de copa e número de ramos plagiotrópicos, evidenciando efeito sinérgico entre os microrganismos. Em contraste, o clone 04 apresentou menor responsividade aos tratamentos. Esses achados sugerem que a eficiência dos bioinsumos está condicionada à interação entre o genótipo e a microbiota, reforçando a relevância da utilização de consórcios microbianos adaptados às condições edafoclimáticas do Acre.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal do Acre pelas oportunidades de aprendizado e apoio institucional durante o desenvolvimento das atividades, ao FNDE pelo incentivo e financiamento das bolsas do PET, ao nosso tutor Professor Dr. Hugo Mota pela orientação, dedicação e constante incentivo ao nosso desenvolvimento acadêmico e pessoal, ao Dr. James Maciel pelo comprometimento, colaboração auxílio técnico, e à Universidade de Brasília pela oportunidade de apresentar este trabalho e trocar experiências com outros grupos PET.

Referências

ASAD, Suhail *et al.* Coffee-associated endophytes: Plant growth promotion and crop protection. **Biology**, v. 12, n. 7, 2023.

BRIDSON, D. M.; VERDCOURT, B. Flora of tropical East Africa: Rubiaceae. (Part 2). **Cape Town: Iziko Museums of Cape Town**. p. 415–747, 1988.

FERRÃO, R. G. et al. *Melhoramento genético de Coffea canephora*. In: MARCOLAN, A. L.; ESPÍNDULA, M. C. (org.). **Café na Amazônia**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 5, p. 120–173. ISBN 978-85-7035-469-3. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1023755/cafe-na-amazonia>. Acesso em: 9 out. 2025.

GOMES, W. de S. et al. *Efeitos de genótipos de Coffea canephora na comunidade microbiana do solo e dos frutos*. **Scientific Reports**, v. 14, p. 29035, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80403-4>.

Área do conhecimento: Ciências Agrárias (5.00.00.00-4)/Agronomia (5.01.00.00-9); Microbiologia e Bioquímica do solo (5010104-8); Agricultura e Agronegócio; ODS: Fome zero e agricultura sustentável.



MOREIRA, J. G. V.; MUNIZ, M. A.; MAIA, G. F. N.; MESQUITA, A. A.; PEREIRA, L. B.; SERRANO, R. O. P. **Franquency Analysis of maximum flows recorded in the upper Jurua River basin, Acre, Brazil.** South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v. 7, n. 2, p. 23-36, 2020.

PRATIWI, Esti Rizkiana *et al.* Plant Growth Promoting Endophytic Bacteria of Coffea canephora and Coffea arabica L. in UB Forest. **Journal of experimental life science**, v. 10, n. 2, p. 119–126, 2020.

RENA, A. B.; MAESTRI, M.; FISILOGIA DO CAFEEIRO, Simpósio Sobre Fatores Que Afetam A Produtividade Do. **Anais. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**. 1, Poços de Caldas: Anais. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.13-85, 1986.

SILVA, J. R. S.; TAVEIRA, M. K.; SERRANO, R. O. P.; MESQUITA, A. A.; MOREIRA, J. G. V.; Probability of rainfall for the city of Cruzeiro do Sul, Acre, Brazil. **Revista Ambiente e Água**, v. 16, e2593, 2020.

SURIANI, Ni Luh *et al.* Rhizobacteria consortium improves growth, yield, and phytochemicals in robusta coffee (Coffea canephora L.). **Frontiers in microbiology**, v. 16, p. 1602940, 2025.

URGILES-GÓMEZ, Narcisa *et al.* Plant growth-promoting microorganisms in coffee production: From isolation to field application. **Agronomy (Basel, Switzerland)**, v. 11, n. 8, p. 1531, 2021.

VEGA, María Esther González *et al.* Caracterização e potencial de promoção do crescimento vegetal de grupos microbianos associados a uma coleção de Coffea sp. **Emirates Journal of Food and Agriculture** , v. 32, n. 5, p. 358-367, 2020.

Área do conhecimento: Ciências Agrárias (5.00.00.00-4)/Agronomia (5.01.00.00-9); Microbiologia e Bioquímica do solo (5010104-8); Agricultura e Agronegócio; ODS: Fome zero e agricultura sustentável.