

# INTERAÇÃO DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL EM PLANTAS DE EUCALIPTO

Edilma Maria dos Santos<sup>1</sup>; Roger Luiz da Silva Almeida Filho<sup>2</sup>; Joilson Silva Ferreira<sup>3</sup>; Cristiano Tagliaferri<sup>4</sup>; Maria Elisa de Castro Rodrigues dos Santos<sup>5</sup>; Alécia Priscila de Souza<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Graduanda em Bacharel em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: edilmamah@Outlook.com; <sup>2</sup>Doutor em Agronomia, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: rogerluizfilho@gmail.com; <sup>3</sup>Professor Titular do Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: joilsonferreira@uesb.edu.br; <sup>4</sup>Professor do Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: tagliaferri@uesb.edu.br; <sup>5</sup>Graduandas em Bacharel em Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: 201820680@uesb.edu.br; alecia.priscila94@gmail.com.

## RESUMO

A cultura do eucalipto enfrenta desafios significativos devido ao estresse hídrico que ocorrem em regiões semi-áridas. O uso de bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV) têm sido adotadas como uma estratégia altamente promissora para melhorar o desempenho das plantas de eucalipto em ambientes com escassez de água. O estudo teve como objetivo avaliar os impactos da inoculação de Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal em mudas de *Eucalyptus urophylla* sujeitas a diversos padrões de irrigação. Para isso, o experimento foi conduzido em casa de vegetação, com um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 5, com 20 tratamentos e três repetições. Foram utilizadas quatro lâminas de irrigação (60%, 100%, 140% e 180% da capacidade de campo dos vasos) e quatro bactérias promotoras de crescimento vegetal, além do tratamento sem inoculação. As variáveis avaliadas foram altura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas, volume da raiz e o índice SPAD. Os resultados demonstram que, em todas as lâminas de irrigação, as plantas submetidas à inoculação com as bactérias exibiram alturas e volumes de raízes superiores destacando as bactérias DNVC07 e DNSE04 com crescimento em altura das plantas, enquanto a bactéria DNVC11 se destacou no aumento do volume das raízes. A bactéria DNVC07, e a lâmina de água mais apropriada foi de 116% da capacidade de campo dos vasos.

**Palavras-chave:** Estresse abiótico; Isolados bacterianos; Microrganismos; Rizobactérias.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de eucalipto no Brasil tem crescido notavelmente devido à demanda da indústria madeireira, desempenhando um papel fundamental na preservação das florestas nativas (ARAÚJO, 2021). No entanto, o estresse hídrico é

um grande desafio, especialmente em regiões semiáridas, onde a escassez de água muitas vezes limita o crescimento das plantas.

A estratégia promissora de inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV) tem sido amplamente adotada para aumentar a resistência das plantas ao estresse hídrico, podendo melhorar o desempenho das culturas de eucalipto em ambientes com escassez de água. As rizobactérias, isoladas das áreas próximas às raízes das plantas, produzem reguladores de crescimento, como auxinas, desempenhando um papel fundamental nos processos fisiológicos das plantas (GALDIANO JÚNIOR, 2009). Portanto, o objetivo deste trabalho foi quantificar o efeito da inoculação de isolados bacterianos que promovem o crescimento vegetal em plantas de eucalipto submetidas a diversos padrões de irrigação.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Os isolados bacterianos que estavam armazenados em meio batata sólido e óleo mineral foram reativados para verificar a pureza e o preparo do inoculante. Para isso, foram retiradas partes do estoque de cada isolado e transferidas para tubos de ensaio contendo 5 ml de meio de cultura líquido DYGS (BALDANI et al., 2014), onde permaneceram por 48 horas a 30 °C para monitorar o crescimento e a pureza. As colônias consideradas puras foram usadas na produção do inoculante líquido em meio DYGS, com diluições seriadas até atingir  $1 \times 10^9$  UFC mL<sup>-1</sup>. Após a diluição, 1 mL da suspensão de cada diluição foi transferido para tubos de ensaio, totalizando a preparação do inoculante líquido.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no campus da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. As mudas com 90 dias de idade e com altura média de 20 cm foram transplantadas para vasos de 35 L de solo. O solo empregado no experimento foi categorizado com base em sua classe textural, identificado como franco-argiloso, no qual foi previamente analisado quimicamente e corrigido de acordo com as recomendações de adubação por (RIBEIRO et al., 1999). As mudas de eucalipto usadas foram provenientes do clone AEC 144 (*Eucalyptus urophylla*) obtidas de um viveiro comercial. Para garantir a padronização, todos os vasos foram pesados para determinar corretamente as massas de solo.

Para determinar os volumes de água necessários para cada irrigação, adotou-se uma metodologia adaptada de (ADORIAN et al., 2015), na qual a

Evapotranspiração da Cultura (ET<sub>c</sub>) foi baseada na capacidade de campo dos vasos. Esses volumes foram calculados diariamente durante o experimento, por meio de pesagens. Eles foram então distribuídos em quatro níveis que definiram as lâminas de irrigação para os tratamentos, os quais foram 60%, 100%, 140% e 180% da evapotranspiração da cultura. Essa escolha de valores visa avaliar o comportamento do eucalipto em combinação com as Bactérias Promotoras do Crescimento Vegetal (BPCV) em condições de estresse hídrico.

Para avaliar o crescimento das mudas de eucalipto, foram realizadas inoculações bacterianas utilizando 3 ml da suspensão líquida, garantindo o contato direto com as raízes. As estirpes bacterianas (SE04, DNVC22, DNVC07, DNVC11) foram inoculadas nas mudas e também utilizado uma testemunha sem inoculação. Após os 90 dias foram feitas as medições que incluíram a altura da planta, diâmetro do caule (medido na base da raiz) e a contagem de folhas em cada planta, em seguida as amostras foram coletadas e cuidadosamente armazenadas em sacos plásticos e mantidas em uma câmara fria, a aproximadamente 10°C, até a lavagem. Posteriormente, o volume (cm<sup>3</sup>) das raízes foi quantificado, de acordo com as análises do programa Safira (Jorge e Rodrigues, 2008).

### **2.1. Análise estatística**

O experimento seguiu um delineamento experimental inteiramente casualizado em um esquema fatorial 4 x 5, com quatro níveis de irrigação (60%, 100%, 140% e 180% da evapotranspiração da cultura) e quatro estirpes bacterianas (SE04, DNVC22, DNVC07, DNVC11 e Testemunha), totalizando 20 tratamentos com três repetições.

Os dados foram analisados para verificar se atendiam aos pressupostos necessários para a análise de variância. Para o fator quantitativo, usou-se a análise de regressão, considerando a significância dos coeficientes, o coeficiente de determinação. Para o fator qualitativo, aplicou-se o teste de média Scott-Knott com um nível de significância de 5% em cada lâmina utilizada.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise estatística dos dados revelou significância nas variáveis de altura e volume de raiz, apontando para uma interação entre os fatores (Lâmina x Bactéria). Por outro lado, no caso das variáveis de diâmetro e número de folhas, não foi observada significância em relação aos fatores analisados (Tabela 1).

**Tabela 1-** Análise de variância e coeficientes de variação (CV), em relação à altura de planta (alt), diâmetro do colo (Dia), Número de folhas (N° Folhas), Volume da raiz (Vol), índice SPAD (SPAD), em mudas de *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, produzidas sob diferentes regimes hídricos.

Quadrado médio					
FV	GL	Alt	Dia	N° Folha	Vol
Lâmina (L)	3	54,25*	1,59 <sup>ns</sup>	1351 <sup>ns</sup>	1032*
Bactéria(B)	4	292,47*	12,07 <sup>ns</sup>	4835,5 <sup>ns</sup>	15433,5*
(L) x (B)	12	81,62*	3,83 <sup>ns</sup>	731,3 <sup>ns</sup>	1292,5*
Resíduo	40	17,118	2,4768	1229,9	350,2
CV(%)	-	7,57	14,59	25,01	15,28

\*Significativo ( $p \leq 0,05$ )

A interação entre as variáveis Bactéria e Lâmina de irrigação teve um impacto significativo na altura das plantas. Independentemente da lâmina de irrigação utilizada, as plantas inoculadas com bactérias mostraram maior altura em comparação com as plantas do grupo controle (não inoculadas). Notavelmente, na lâmina de irrigação de 100%, houve um aumento significativo de 54,26% na altura das plantas tratadas com a bactéria DNVC07 em comparação com o grupo controle (Tabela 2).

**Tabela 2–** Alturas (ALT) observadas do clone AEC144 de *Eucalyptus urophylla*, submetidas à aplicação de BPCV, sob os regimes hídricos de 60%, 100%, 140%, 180%.

TRATAMENTOS	ALT (cm)			
	60%	100%	140%	180%
TEST	46,25 <sup>b</sup>	44,46 <sup>c</sup>	50,63 <sup>a</sup>	50,64 <sup>a</sup>
DNSE04	61,8 <sup>a</sup>	55,6 <sup>b</sup>	54,16 <sup>a</sup>	52,18 <sup>a</sup>
DNVC22	56,5 <sup>a</sup>	50,25 <sup>b</sup>	51,9 <sup>a</sup>	53 <sup>a</sup>
DNVC07	56,6 <sup>a</sup>	68,6 <sup>a</sup>	55,5 <sup>a</sup>	52,6 <sup>a</sup>
DNVC11	53,76 <sup>a</sup>	66,82 <sup>a</sup>	52,26 <sup>a</sup>	58,83 <sup>a</sup>

A inoculação com bactérias resultou em um notável aumento no volume das raízes, com destaque para um aumento de 286% na lâmina de irrigação de 140% com a bactéria DNSE04. Além disso, observou-se um aumento de 216% na lâmina de irrigação de 100% com a bactéria DNVC07, um incremento de 150,3% na lâmina de irrigação de 60% com a bactéria DNVC22, e um aumento de 77,2% na lâmina de irrigação de 180% com a bactéria DNVC07. Isso demonstra o impacto positivo das bactérias na promoção do crescimento radicular, variando conforme o nível de irrigação.

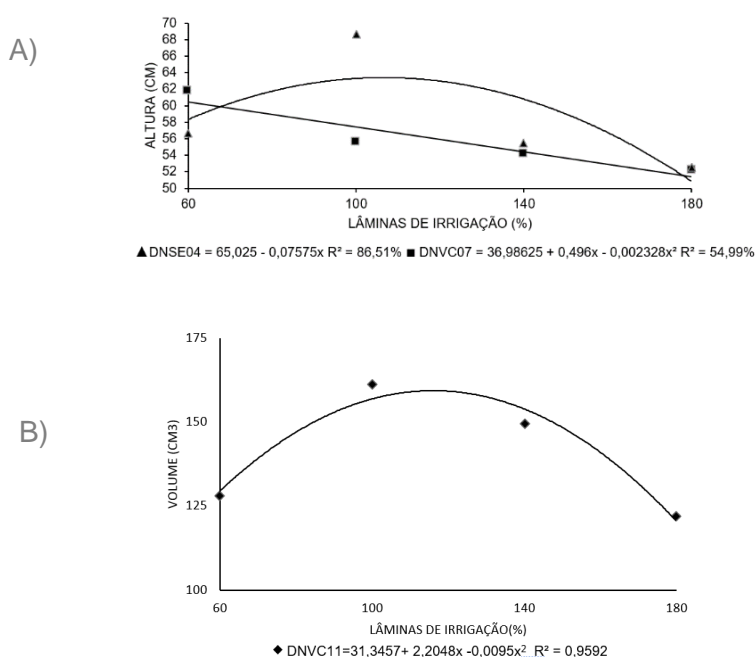
**Tabela 3–** Volumes de raízes (Vol) observadas do clone AEC144 de *Eucalyptus urophylla*, submetidas à aplicação de BPCV, sob os regimes hídricos de 60%, 100%, 140%, 180%.

TRATAMENTOS	Vol (Cm <sup>3</sup> )			
	60%	100%	140%	180%
TEST	59,33B	51,31B	43,9C	84,33B
DNSE04	135,4 <sup>a</sup>	127,09 <sup>a</sup>	169,64 <sup>a</sup>	133,06 <sup>a</sup>
DNVC22	148,54 <sup>a</sup>	146,45 <sup>a</sup>	167,5 <sup>a</sup>	117,94 <sup>a</sup>
DNVC07	94,1B	162,18 <sup>a</sup>	116,74B	149,55 <sup>a</sup>
DNVC11	128,01 <sup>a</sup>	161,15 <sup>a</sup>	149,55 <sup>a</sup>	121,9 <sup>a</sup>

Nos resultados da análise de regressão (Figura 1) para altura (A), foi evidenciado que a bactéria DNSE04 se adequa de maneira mais apropriada ao modelo linear ( $R^2=86,51\%$ ), atingindo uma altura máxima de 60,1 cm. Por outro lado, a bactéria DNVC07 demonstrou uma melhor adaptação ao modelo quadrático

( $R^2=54,99\%$ ), com a altura máxima atingindo 63,4 cm, ocorrendo em torno de 106% do valor da lâmina. Quanto às outras bactérias, não foi possível ajustar modelos aos dados.

Quando as plantas enfrentam escassez de água e altas temperaturas, elas respondem adaptativamente, o que pode se refletir em folhas menores e, em casos específicos, na perda de folhas como uma estratégia para enfrentar a seca. Segundo Mendes, Garbea e Raaijmarkers (2013), as bactérias promotoras de crescimento desempenham um papel crucial ao melhorar o crescimento das plantas em condições de estresse hídrico. Isso ocorre ao melhorar a turgidez celular e estimular a produção de reguladores de crescimento, como auxinas e citocininas, que promovem o desenvolvimento das plantas, o que está em consonância com os resultados observados.



**Figura 1-** Altura de mudas (A) e Volume de Raiz (B) do *Eucalyptus urophylla*, clone AEC 144, submetidas à aplicação de BPCV, sob os regimes hídricos de 60%, 100%, 140%, 180%.

Os dados referentes ao volume das raízes (B) revelam que houve uma interação significativa. No entanto, apenas a bactéria DNVC11 demonstrou um ajuste apropriado ao modelo quadrático, com uma lâmina de irrigação máxima de 116%, resultando em um volume de raízes de 159,27 cm<sup>3</sup> (Figura 1).

A inoculação com bactérias aumentou significativamente o volume das raízes, destacando o papel crucial das BPCV no desenvolvimento radicular das plantas. A interação significativa encontrada neste estudo revela que o impacto das bactérias

promotoras de crescimento vegetal no volume das raízes varia conforme o nível de irrigação. Essa variação pode estar relacionada com a capacidade dessas bactérias de aprimorar a absorção de água pelas raízes (VACHERON et al., 2013).

#### 4. CONCLUSÕES

-O estudo revela que as bactérias DNVC07 e DNSE04 influenciaram no aumento da altura das plantas, a bactéria DNVC11 se destacou no incremento do volume das raízes.

-A lâmina de irrigação mais adequada para promover o desenvolvimento máximo do volume de raiz foi de 116% e a altura é de 106%.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORIAN, G. C. et al. **Evapotranspiração Potencial e Coeficiente da Cultura de dois Genótipos de arroz de Terras Altas**. Brazilian Journal of Agriculture. v.90, n.2, 2015. <https://doi.org/10.37856/bja.v90i2.190>

ARAÚJO, M. S. **Estudos para o melhoramento de um consórcio com potencial bioestimulante em mudas de Eucalyptus**. Repositório Institucional Pantheon, 2021.

BALDANI, et al. The art of isolating nitrogen-fixing bacteria from non-leguminous plants using N-free semi-solid media: a practical guide for microbiologists. **Plant and Soil**, v.384, p. 413-431, 2014.

JORGE, L. A. C.; RODRIGUES, A. F. O. Safira: Sistema de análise de fibras e raízes. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Instrumentação Agropecuária**. São Carlos, n. 24, 2008, 21 p.

GALDIANO JÚNIOR, R. F. **Isolamento, identificação e inoculação de bactérias produtoras de auxinas associadas às raízes de orquídeas**. Universidade Estadual Paulista Câmpus de Jaboticabal Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, SP. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). São Paulo, 2009. 84p

MEDES, R.; GARBEVA, P.; RAAIJMARKERS, J. M. 2013. The rizosphere microbiome: significance of plant beneficial, plant pathogenic, and human pathogenic microorganisms. **Federation of European Microbiological Societies**, 37, 634-663.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. 1. ed. Viçosa: CBCS/UFV, 359 p, 1999.

VACHERON, Jordan et al. Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. **Frontiers in plant science**, v. 4, p. 356, 2013.