



## Bactérias diazotróficas associativas e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento de mudas de *Eremanthus erythropappus*<sup>1</sup>

**Fernanda de Carvalho<sup>(2)</sup>; Mariana Gonçalves Souza<sup>(3)</sup>; Ricardo Henrique Barbosa<sup>(4)</sup>  
Fatima Maria de Souza Moreira<sup>(5)</sup>; Marco Aurélio Carbone Carneiro<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do CNPq, CAPES e FAPEMIG

<sup>(2)</sup> Pós-doutoranda, Bolsista CNPq/PNPD, Departamento de Ciência do Solo (DCS), Universidade Federal de Lavras (UFLA), fernandacarva@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola, Bolsista PIBIT/CNPq, UFLA, marigsouza@gmail.com; <sup>(4)</sup> Graduando em Engenharia Florestal, Bolsista PIBIC/UFLA, UFLA, rbarbosa.engflorestal@gmail.com; <sup>(5)</sup> Professora titular, DSC/UFLA, bolsista de produtividade nível 1A do CNPq, fmoreira@dcs.ufla.br; <sup>(6)</sup> Professor Associado III, DSC/UFLA, bolsista de produtividade nível 2 do CNPq, marcocarbne@dcs.ufla.br

**RESUMO:** A candeia é uma espécie florestal de múltiplos usos, tendo destaque tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. Seu cultivo tem surgido como uma interessante opção no setor florestal, no entanto, um dos custos mais elevados para sua implantação e manutenção advém dos gastos com adubação e com as mudas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do uso de bactérias diazotróficas (BD) associativas e de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) como promotores do crescimento de mudas de candeia. O experimento foi conduzido em casa de vegetação. Foram utilizados tubetes, com areia e vermiculita (2:1) autoclavados. O experimento constitui-se de 10 tratamentos, sendo quatro de inoculação (BD e FMAs), quatro de coinoculação e dois controles, um com baixa e outro com alta concentração de nitrogênio. Os microrganismos utilizados foram: estirpes de bactérias de *Azospirillum brasilense* (BR11001<sup>T</sup> e UFLA 214R) e espécies de fungos micorrízicos arbusculares - *Acaulospora morrowiae* e *Claroideoglossum etunicatum*. Os parâmetros avaliados foram: matéria seca da parte aérea, altura e diâmetro da copa da planta. A inoculação, assim como, a coinoculação de bactérias diazotróficas associativas e de fungos micorrízicos arbusculares apresentaram respostas diferenciadas quanto à promoção do crescimento de mudas de candeia. A coinoculação foi mais eficiente que a inoculação no aumento da matéria seca da parte aérea em todos os tratamentos, exceto os inoculados com *Acaulospora morrowiae* aumentaram o diâmetro da copa.

**Termos de indexação:** candeia, microrganismos facilitadores da nutrição vegetal, promotores do crescimento vegetal

### INTRODUÇÃO

A candeia (*Eremanthus erythropappus* MacLeish) é uma espécie arbórea nativa do Brasil com grande

ocorrência no estado de Minas Gerais. Encontrada em altitudes que variam entre 900 e 1700 metros, a candeia é reconhecida não somente por sua representatividade ecológica, como também, devido ao seu potencial econômico.

Do ponto de vista econômico, a candeia é uma espécie de usos múltiplos, destacando o uso de sua madeira como moirão de cerca, pela sua durabilidade, e para a produção de óleo essencial, cujo principal componente, o alfabisabolol, possui propriedades antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas (Scolforo et al., 2015). Do ponto de vista ecológico, a candeia é considerada uma espécie pioneira sendo precursora na invasão dos campos, colonizando solos pobres, arenosos e até mesmo pedregosos (Rizzini, 1981).

Devido a estas características a candeia é uma espécie indicada na recuperação de áreas degradadas. No entanto, mesmo sendo uma espécie com baixa exigência edáfica, estas necessitam de um sistema radicular mais profundo, com maior quantidade de raízes, principalmente de raízes finas, que possam melhor nutrir a planta, promovendo, assim, maior capacidade de crescimento e desenvolvimento em sítios desfavoráveis.

A utilização de microrganismos promotores do crescimento vegetal tais como os fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas associativas, pode auxiliar no desenvolvimento de mudas florestais com maiores teores de biomassa.

As micorrizas, que são a simbiose entre os FMAs e as raízes das plantas, funcionam como extensores, aumentando, portanto a área de absorção de água e nutrientes (Moreira & Siqueira, 2006). As bactérias diazotróficas associativas podem promover o crescimento da planta por meio da fixação biológica de nitrogênio ou até mesmo por outros processos, como a produção de ácido indol acético no qual, dependendo da concentração



produzida pode atuar no aumento do crescimento radicular (Moreira et al., 2010).

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de mudas de *E. erythropappus* após a inoculação e coinoculação de estirpes de bactérias diazotróficas da espécie *Azospirillum brasilense* e espécies de fungos micorrízicos arbusculares de *Acaulospora morrowiae* e *Claroideoglossum etunicatum*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Promoção do crescimento de mudas de *E. erythropappus*

Para avaliar a eficiência da inoculação e coinoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e bactérias diazotróficas associativas em mudas de *E. erythropappus*, foi conduzido um experimento em casa de vegetação constituído de dez tratamentos com seis repetições cada. Os tratamentos constituíram de: inoculação somente com estirpes de bactérias diazotróficas associativas da espécie *Azospirillum brasilense* – BR11001<sup>T</sup> (B1) e UFLA 214R (B2) (Moreira et al., 2008); inoculação somente com FMAs – *Acaulospora morrowiae* (F1) e *Claroideoglossum etunicatum* (F2) e de coinoculação com fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas associativas: F1+B1; F1+B2; F2+B1 e F2+B2, além de dois controles sem inoculação/coinoculação – um com baixa concentração de nitrogênio (N) (5,25 g L<sup>-1</sup>) e outro com alta concentração de N (52,5 g L<sup>-1</sup>).

Para a condução do experimento foram utilizados tubetes (240 cm<sup>3</sup>) contendo vermiculita e areia 2:1 (v:v). Os tubetes e substrato foram esterilizados em autoclave à pressão de 1,5 kg cm<sup>2</sup>, a 121°C durante 40 minutos.

As sementes de *E. erythropappus* foram oriundas do Laboratório de Sementes Florestais da UFLA. Antes da semeadura, as sementes de *E. erythropappus* foram desinfestadas utilizando hipoclorito de sódio (0,5%) durante 30 minutos. Após, foram lavadas em água destilada estéril por sucessivas vezes. Foram semeadas em cada tubete três sementes.

Os microrganismos B2, F1 e F2 utilizados neste estudo pertencem à coleção de culturas da UFLA localizada no setor de microbiologia do solo/DCS. As estirpes de bactérias diazotróficas BR11001<sup>T</sup> e UFLA 214R foram crescidas em meio de cultura GNA líquido sob agitação de 110 rpm, a 28°C durante 3 dias.

Os FMAs foram multiplicados em vasos utilizando braquiária como hospedeiras e extraídos por peneiramento úmido conforme Gerdemann & Nicolson (1963). Após a extração, os esporos dos

FMAs foram desinfestados superficialmente conforme Colozzi-Filho (1988).

Após a germinação das sementes nos tubetes, foram realizados as inoculações com 1 ml de cultura para as bactérias diazotróficas associativas e com aproximadamente 100 esporos de FMAs por repetição conforme o tratamento. Os tubetes foram regados com solução nutritiva (Hoagland & Arnon, 1950) com baixa concentração de N, com exceção do controle com alta concentração de N, no qual foi utilizada solução nutritiva (Hoagland & Arnon, 1950) com alta concentração de N.

Aos 90 dias após a inoculação as mudas de candeia foram coletadas para avaliação de matéria seca da parte aérea, altura e diâmetro da copa.

### Análise estatística

Os dados o foram submetidos à análise de variância, empregando-se o programa de análise estatística SISVAR, versão 5.3 (Ferreira, 2011). Os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação e a coinoculação com bactérias diazotróficas associativas e fungos micorrízicos arbusculares resultaram em diferenças no desenvolvimento de mudas de *E. erythropappus* (Tabela 1). A inoculação com a BR11001<sup>T</sup> – *Azospirillum brasilense* promoveu aumento da matéria seca da parte aérea, assim como, observou-se um efeito sinérgico quando se utilizou coinoculações entre BR11001<sup>T</sup>, UFLA 214R, *A. morrowiae* e *C. etunicatum* quando comparados ao controle com baixa concentração de nitrogênio (Tabela 1).

A coinoculação da BR11001<sup>T</sup> + *A. morrowiae* e UFLA 214R + *C. etunicatum* favoreceram o crescimento em altura da planta e proporcionaram maior diâmetro da copa em relação ao controle com baixa concentração de nitrogênio e aos demais tratamentos, com exceção apenas do controle com alta concentração de nitrogênio (Tabela 1).

Estudos sobre o potencial de utilização de bactérias diazotróficas associativas no desenvolvimento de mudas de espécies florestais são escassos. No entanto, esta é uma importante alternativa na produção de mudas de espécies florestais, principalmente das não leguminosas.

As bactérias diazotróficas associativas, tais como as do gênero *Azospirillum* podem auxiliar no crescimento das plantas, tanto pela fixação biológica de nitrogênio, quanto por outros processos tais como a produção de fitormônios (auxinas,



giberelinas e citocininas), solubilização de fosfatos, sideróforos, dentre outros (Moreira et al., 2010).

A coinoculação de fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas associativas tem favorecido culturas agrícolas (Balota et al., 1997; Sala et al., 2007) e nosso trabalho ressalta que a coinoculação pode favorecer o desenvolvimento de mudas de espécies florestais como no caso da *E. erythropappus*.

Bactérias diazotróficas associativas e fungos micorrízicos arbusculares podem interagir sinergicamente para estimular o crescimento da planta por meio de uma série de mecanismos que incluem a melhoria da aquisição de nutrientes e inibição de patógenos de plantas (Artursson et al., 2006) como foi encontrado no presente estudo.

O cultivo de *E. erythropappus* tem surgido como uma interessante opção de cultivo florestal, no entanto, os custos mais elevados tanto na sua implantação quanto na manutenção estão relacionados com a adubação e com as mudas (Silva et al., 2014). O uso de microrganismos capazes de promover o crescimento de mudas de *E. erythropappus* pode auxiliar na redução de gastos com insumos químicos principalmente na etapa de implantação desta cultura, além disso, o uso destes microrganismos tornam as mudas mais saudáveis e resistentes diminuindo custos com a obtenção de mudas para o replantio, promovendo portanto, benefícios econômicos e ambientais.

## CONCLUSÕES

A inoculação com *Azospirillum brasilense* e a coinoculação utilizando bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos foram mais eficientes no aumento da matéria seca da parte aérea da candeia.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, CAPES, FAPEMIG.

## REFERÊNCIAS

ARTURSSON, V.; FINLAY, R.D.; JANSSON, J.K. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria and their potential for stimulating plant growth. *Environmental Microbiology*, 8:1-10, 2006.

BALOTA, E. L.; LOPES, E. S.; HUNGRIA, M.; DÖBEREINER, J. Inoculação de bactérias diazotróficas e fungos micorrízico-arbusculares na cultura da mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32:627-639, 1997.

COLOZZI-FILHO, A. Desinfestação superficial de esporos de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares. Lavras: ESAL, 1988. 80p. Tese de Mestrado.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, 35:1039-1042, 2011.

GERDEMANN, J. W. & NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46:235-244, 1963.

HOAGLAND, D. & ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soil. California. Agriculture Experimental Station. Circular. 1950. 347p.

MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e Bioquímica do Solo*. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006. 728p.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. *Comunicata Scientiae*, 1:74-99, 2010

MOREIRA, F. M. S.; LANGE, A.; KLAUBERG-FILHO, O.; SIQUEIRA, J. O.; NÓBREGA, R. S. A.; LIMA, A. S. 2008. Associative diazotrophic bacteria in grass roots and soils from heavy metal contaminated sites. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 80: 749-781.

RIZZINI, C. T. Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: E. Edgard Blücher, 1981. 296 p.

SALA, M. V. R.; FREITAS, S.; SILVEIRA, A. P. D. Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas em trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:1593-1600, 2007.

SILVA, C. S. J.; OLIVEIRA, A. D.; JUNIOR, L. M. C. et al. Viabilidade econômica e rotação florestal de plantios de candeia (*Eremanthus erythropappus*), em condições de risco. *Cerne*, 20:113-122, 2014.

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; DAVIDE, A. C. et al. Manejo sustentado das candeias *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeish e *Eremanthus incanus* (Less.) Less. Disponível em: [http://www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf/candeia/manual\\_c\\_ompleto.pdf](http://www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf/candeia/manual_c_ompleto.pdf). Acesso em: 25 mai. 2015.



**Tabela 1** - Matéria seca da parte aérea, altura da planta e diâmetro da copa de mudas de *Eremanthus erythropappus* após inoculação e coinoculação com bactérias diazotróficas associativas (BR11001<sup>T</sup> e UFLA 214R – *Azospirillum brasilense*) e fungos micorrízicos arbusculares – *Acaulospora morrowiae* e *Claroideoglossum etunicatum*.

<b>Tratamentos</b>	<b>Matéria seca da parte aérea (g)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Diâmetro da copa (mm)</b>
BR 11001 – <i>Azospirillum brasilense</i>	0,12 b	50,5a	43,4c
UFLA 214R – <i>Azospirillum brasilense</i>	0,08c	38,0b	35,4d
<i>Acaulospora morrowiae</i>	0,06c	32,5b	28,8e
<i>Claroideoglossum etunicatum</i>	0,05c	36,4b	35,0d
BR 11001+ <i>A. morrowiae</i>	0,13b	55,4a	47,8b
BR 11001+ <i>C. etunicatum</i>	0,10b	43,4b	39,9c
UFLA 214R + <i>A. morrowiae</i>	0,10b	41,0b	42,2c
UFLA 214R + <i>C. etunicatum</i>	0,12b	48,9a	44,8b
Controle (5,25 g L <sup>-1</sup> de Nitrogênio)	0,04c	37,3b	31,2e
Controle (52,5 g L <sup>-1</sup> de Nitrogênio)	0,27a	53,9a	67,9a
CV(%)	23,9	16,5	9,92