



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA FLORESTAL  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**LARA CLÍMACO DE MELO**

**EFEITO DE BACTÉRIAS NA PROMOÇÃO DO  
ENRAIZAMENTO DE CLONE DE EUCALIPTO**

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA  
2012

LARA CLÍMACO DE MELO

**EFEITO DE BACTÉRIAS NA PROMOÇÃO DO  
ENRAIZAMENTO EM CLONE DE EUCALIPTO**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / Campus Vitória da Conquista – BA, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. D. Sc. Joilson Silva Ferreira

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA  
2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA FLORESTAL  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

***Campus de Vitória da Conquista – BA.***

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

Título: Efeito de bactérias na promoção do enraizamento em clone de eucalipto.

Autor: Lara Clímaco de Melo

Aprovada com parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA FLORESTAL, pela Banca Examinadora:

---

Prof. D. Sc. Joilson Silva Ferreira- DFZ/UESB  
Presidente

---

Profª Ms. Daíse Cardoso Bernardino- DFZ/UESB

---

Prof. D. Sc. Vera Lúcia Divan Baldani – Embrapa Agrobiologia

Data da realização: 10 de setembro de 2012.

UESB – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* Vitória da Conquista.  
Estrada do Bem-Querer, km 4, Bairro Universitário, CEP 45083-900, Vitória da  
Conquista, BA. Telefone: (77) 3424-8600  
E-mail: laracmelo@gmail.com

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, inteligência suprema desse universo, pelo dom da vida, pelas oportunidades, pela coragem, por tudo. Não seria capaz de expressar em palavras o meu agradecimento por tamanha força e beleza.

Aos meus pais maravilhosos, obrigada por me proporcionarem as oportunidades de estudar, viajar, crescer e estar em constante aprendizado. Obrigada pelo amor sempre presente, pela liberdade, confiança e noções de moral e ética. Obrigada pela vida, amo vocês.

Aos meus familiares e amigos, presentes e ausentes, obrigado por existirem e torcerem pelas minhas conquistas. Cada apoio e boas energias emanadas foram fundamentais para que hoje eu estivesse aqui.

Ao meu orientador e professor amigo, Joilson Silva Ferreira, obrigada pelo direcionamento, paciência e ensinamentos.

À Camila Vasconcelos e Celsiane Manfredi, obrigada pela especial ajuda no laboratório e companhia tornando o trabalho mais agradável.

Obrigada, obrigada! Hoje eu sou mais completa, mais feliz!

*A formatação do presente trabalho segue as normas textuais da  
Revista Pesquisa Florestal Brasileira.*

## **Efeito de bactérias na promoção do enraizamento em clone de eucalipto**

Lara Clímaco de Melo<sup>1\*</sup>, Joilson Silva Ferreira<sup>1</sup>

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, CEP 45083-900, Vitória da Conquista, BA, Brasil

**\* Autor correspondente:**

laracmelo@gmail.com

**Termos para indexação:**

Miniestacas

Inoculação

Biomassa radicular

**Index terms:**

Mini-cuttings

Inoculation

Root biomass

**Resumo** - O presente estudo se propôs a analisar o efeito de bactérias em um clone de eucalipto, usando diferentes origens de estacas e sob duas formas de aplicação do inóculo. Os experimentos foram conduzidos no viveiro da empresa Tecoverde, localizado no município de Vitória da Conquista – BA. Foram usadas miniestacas com origem apical e intermediária oriundas do minijardim do clone I144, cujo material genético corresponde ao híbrido de *Eucalyptus urophylla* e submetidos a dois tipos de inoculação. Foi usado inoculante turfoso do isolado bacteriano *Herbaspirillum seropedicae*. As variáveis analisadas foram altura da parte aérea e comprimento da raiz, massa fresca e seca e percentual de enraizamento (número de miniestacas enraizadas em relação ao total) por tratamento nos experimentos. As taxas de enraizamento do clone foram beneficiadas pela presença da rizobactéria. Estacas apicais tiveram um melhor desempenho quando comparada as intermediárias na presença ou ausência do inóculo. O componente bacteriano proporcionou maiores ganhos no tratamento incorporado em

relação ao inoculado para as variáveis massa fresca da parte aérea e raiz. Não foram observados efeitos deletérios para nenhum dos experimentos.

### **Effect of bacteria on rooting promoting of eucalyptus clone.**

**Abstract** - This study aims to analyze the effect of bacteria in eucalyptus clone, using different origins of cuttings and under two ways of application of the inoculums. The experiments were carried out in the nursery of Tecnoverde Company, located in the city of Vitoria da Conquista, Bahia. Were used mini-cuttings by apical and medium origins from minihedges of clone I144, whose genetic material is the hybrid *Eucalyptus urophylla* and submitted to two types of inoculation. Was used inoculant of bacterial isolate *Herbaspirillum seropedicae*. The variables analyzed were part height aereo and root, wet and dry weight of aereo part and root and rooting percentage (number of mini-cuttings rooted in relation to the total) for each treatment in the experiments. The rates of rooting of the clone were benefited by the presence of rizobacteria. Apical mini-cuttings had a better performance when compared to the medium in the presence or absence of the inoculum. The bacterial component increased the largest gains in treatment incorporated in relation to the inoculated for the variables fresh air part and root. It wasn't observed deleterious effects for any of the experiments.

## **1 - INTRODUÇÃO**

A crescente demanda de energia e recursos naturais no Brasil tem difundido a exploração de espécies florestais. O gênero *Eucalyptus* vem auxiliando a suprir essa demanda por madeira com propriedades silviculturais específicas e vantajosas, apresentando-se ainda como redutor da pressão exploratória exercida sobre as florestas nativas (Mafia et al., 2005).

As plantações florestais no Brasil ocupam cerca de 6,5 milhões de hectares, sendo que desse total 4,8 milhões são florestas de eucalipto. Desse modo, é possível

inferir a importância da participação dessa espécie na cadeia produtiva do setor florestal no Brasil (ABRAF, 2012). A produção brasileira é realizada quase que exclusivamente através de propagação vegetativa, que entre outras vantagens, tem permitido ganhos em incremento nos índices de enraizamento e melhoria da qualidade do sistema radicular através dos constantes avanços nas técnicas de clonagem (Assis, 2001).

A utilização da silvicultura clonal tem proporcionado avanços para uma multiplicação rápida e eficiente de genótipos selecionados (Xavier et. al., 2009). Para Assis (2001), a propagação clonal do eucalipto pode ser caracterizada pelas técnicas de macroestaquia, microestaquia e miniestaquia. Esta última, em função das diversas vantagens, tem sido a técnica de propagação mais comumente empregada no Brasil. Dentre essas vantagens, pode-se citar os menores custos quanto à implantação e manutenção dos minijardins; transporte e processamento de brotações; alto índice de juvenilidade dos brotos e maior velocidade de enraizamento, entre outras.

Ao utilizar a técnica de estaquia, um fator importante a ser considerado é o tipo da estaca utilizada. A qualidade da formação das raízes depende de fatores ambientais e de características da estaca, como conteúdo de carboidratos e juvenilidade dos tecidos (Pasqualetto et. al., 1996; Almeida, 2006). É citado por Oliveira et. al. (2001) que existem diferenças químicas na composição da base até o ápice de um ramo, e desse modo, observam-se variações na formação de raízes de estacas obtidas nessas diferentes partes. Em relação à posição ocupada no ramo, podem-se classificar as estacas como apicais, medianas ou basais.

Ainda segundo Oliveira et. al. (2001), as estacas classificadas como apicais de uma forma geral, apresentam um nível de auxina maior que as estacas de origem mediana, que necessitam de um período mais prolongado para regeneração de nova planta. A presença de folhas é também um fator que interfere na formação de raízes em

estacas, possuindo um efeito estimulante, atribuído a produção de carboidratos pela fotossíntese e de auxina endógena, sendo essa última considerada a principal estimuladora de folhas e gemas (Goulart, 2003).

Na propagação clonal do eucalipto por miniestaquia, um fator crítico para otimizar a produção está na capacidade de enraizamento do material genético. Nesse sentido, devem-se empregar tecnologias que favoreçam as condições de crescimento e produção das minicepas (Mafia et al., 2005). Uma das tecnologias utilizadas, segundo Freitas & Vildoso (2004), são as rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPs), que têm sido citadas numa série de trabalhos como beneficiadoras de inúmeras espécies vegetais.

Embora não se conheça completamente os mecanismos pelos quais essas bactérias promovam o crescimento, sabe-se que as mesmas são capazes de estimular direta ou indiretamente o crescimento das plantas, através da competência de produzir ou alterar as concentrações de hormônios nas plantas como auxinas, citocininas, giberelinas e etileno; atuar como fixadoras de nitrogênio e ainda suprimir o crescimento de microorganismos deletérios as plantas (Cattelan et. al, 1999; Husen, 2003; Mafia et. al, 2009).

Ashgar (2002) afirma que através do fornecimento de fitohormônios, as RPCPs auxiliam o crescimento da raiz e da parte aérea do vegetal aumentando a captação de nutrientes pela planta. Outro aspecto importante, considerado por Silveira (2008) é o relativo efeito antagônico que as RPCPs têm sobre vários organismos fitopatogênicos, constituindo assim, uma ferramenta eficaz no controle biológico na natureza. Inibe desse modo, o crescimento de diversos microorganismos considerados causadores de doenças.

Isolados de bactérias tem sido utilizados em inoculações de cultivos hidropônicos com objetivo de promover crescimento vegetal *in vitro* (Bernardes et. al., 2010). Rizobactérias são testadas ainda quanto a sua eficiência no controle biológico de *Plutella Xystotella*, usada em solução para pulverizadores. (Thuler et. al., 2006). Mafia et al. (2007), usou suspensões de rizobactérias na constituição e composição de substratos de enraizamento para verificar o efeito das mesmas sobre o enraizamento e crescimento de mudas de eucalipto, objetivo do estudo semelhante ao presente trabalho.

A utilização de microrganismos como inoculantes biológicos tem se mostrado uma excelente opção na substituição de métodos tradicionais de auxílio à produtividade, como por exemplo, uso de fertilizantes à base de uréia (Silveira, 2008). Chanway (1997) afirma que resultados com algumas espécies arbóreas indicam um melhor desempenho das mudas com sistema radicular inoculado com bactérias; estudos têm mostrado ainda um incremento no peso seco de plantas de 15 a 30%.

Os grupos de rizobactérias comumente isolados são: *Pseudomonas* e *Bacillus*, no entanto, outros gêneros como *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Serratia*, e *Herbaspirillum* também vem sendo utilizados para tais fins, seja em espécies lenhosas ou em agricultáveis (Benizri et al., 2001; Zilli et al., 2007). O *Herbaspirillum seropedicae*, utilizado nesse estudo, é conhecido pelo seu potencial como promotor de crescimento e presente nos mais variados tipos de plantas (Sabino et. al., 2000; Zilli et. al., 2007).

De acordo com Mariano et. al. (2004), bactérias em habitats naturais colonizam o interior e exterior de órgãos de plantas. As bactérias promotoras de crescimento de plantas fazem parte da população residente das plantas e, entre outros, podem ser utilizadas para tratamento de estacas, explantes e mudas micropropagadas.

A eficiência de isolados de bactérias em *Eucalyptus*, espécie objeto de estudo, usando estacas e mini-estacas também tem sido demonstrada, sendo esses ganhos

variáveis conforme o clone e o tipo de rizobactéria utilizado (Teixeira et al.,2005). No tangente as geadas, salidade e outros estresses ambientais, Vilchez & Manzanera (2011) confirmam a potencialidade de inoculados na proteção contra esses fatores quando combinados com determinadas plantas.

Considerando os exemplos aplicáveis para algumas culturas, inclusive o gênero *Eucalyptus*, a utilização de rizobactérias como promotoras de crescimento tem se mostrado uma alternativa promissora no auxílio aos ganhos em produtividade. Nesse contexto, esse estudo se propõe a analisar o efeito de bactérias em um clone de eucalipto, usando diferentes origens de estacas e sob duas formas de aplicação do inóculo.

## **2- METODOLOGIA**

### **2.1 Instalação dos experimentos**

Os experimentos foram conduzidos entre os meses de dezembro de 2011 até junho de 2012, no viveiro da empresa Tecnoverde, localizado no município de Vitória da Conquista – BA. A presente região está situada a 14°53' de latitude Sul e 40°48' de longitude Oeste, e segundo classificação de Köppen, apresenta clima tropical de altitude, precipitação média anual de 733,9 mm, altitude de 928 m e médias de temperaturas máxima de 25,3° C e mínima de 16,1°C (SEI, 2010).

### **2.2 Origem das miniestacas e genótipo usado**

Foram utilizadas no preparo das mudas miniestacas com um par de folhas, com origem apical e intermediária com cerca de 5cm de comprimento oriundas do minijardim do clone I144, cujo material genético corresponde ao híbrido de *Eucalyptus urophylla*. Esse genótipo é caracterizado por um arranque inicial lento, no entanto, apresenta ótimo desenvolvimento final. Esse clone tem ampla utilização em todo Brasil, mas suas características específicas são difíceis de estabelecer pois depende do manejo

utilizado. É uma espécie viável essencialmente para fins de biomassa e serraria (Portal Florestal, 2012).

### **2.3 Bactéria diazotrófica e inoculante utilizado**

Foi usado inoculante turfoso contendo  $10^9$  células bacterianas para 1g de turfa do isolado bacteriano ZAE94 de *Herbaspirillum seropedicae*, depositado na coleção de cultura da Embrapa Agrobiologia em Seropédica, RJ, com o código BR11417.

### **2.4 Preparo das mudas e avaliações**

As miniestacas foram plantadas em tubetes de 53 cm<sup>3</sup> preenchidos com substrato próprio da empresa, composto por vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada/esterilizada e fibra de coco seguindo-se da inoculação; após esse procedimento, as mudas foram acondicionadas em casa de vegetação dotadas de sistema de irrigação por nebulização por um período equivalente a 30 dias. Decorrido esse prazo, realizou-se a transferência das mudas para campo de sombreamento (50%), onde permaneceram por mais 10 dias. Completado o período final, realizou-se a avaliação da biomassa radicular para a massa fresca, sendo o material levado para estufa por 48h sob temperatura de 60°C para aferição de massa seca.

As variáveis analisadas foram altura da parte aérea e comprimento de raiz, massa fresca e seca e percentual de enraizamento (número de miniestacas enraizadas em relação ao total) por tratamento nos dois experimentos (Mafia et. al., 2005; Mafia et. al., 2007).

### **2.5 Experimentos**

#### **2.5.1 Ensaio de inoculação em miniestacas de origens apical e intermediária**

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento ao acaso com 5 repetições contendo 6 plantas cada, em arranjo fatorial 2x2 onde o primeiro fator refere-se a origem das miniestacas (apical e intermediária) e o segundo fator corresponde a inoculação da bactéria utilizada (testemunha e inoculado), totalizando 4 tratamentos. A inoculação consistiu na imersão de um terço inferior da miniestaca úmida em inoculante turfoso.

### 2.5.2 Ensaio com diferentes formas de aplicação das Rizobactérias

Para esse experimento, utilizou-se apenas miniestacas de origem intermediária, onde foram avaliados três tratamentos consistindo de duas formas de inoculação das bactérias e uma testemunha absoluta. Testou-se a inoculação direta (um terço inferior da miniestaca foi imersa em inoculante turfoso), incorporação do inoculante bacteriano na proporção de 10g de substrato para 1g de inoculante comparando-se com a testemunha, onde não foi aplicado nada. Os tratamentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado usando 6 mudas para cada repetição, num total de 6 repetições.

## 2.6 Testes estatísticos empregados

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro Wilk), variância dos erros e homogeneidade dos erros (Bartlett); posteriormente aplicada a análise de variância (ANOVA) através do teste F a 5% de probabilidade e as respectivas médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram feitas com o auxílio do programa SISVAR versão 4.3 (Ferreira, 2011) e SAEG (UFV, 2000).

## 3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 – Experimento 1

Não foram observadas respostas significativas estatisticamente à aplicação de rizobactéria nas miniestacas de origem apical e intermediária nas variáveis analisadas.

As miniestacas de origem apical foram superiores estatisticamente em todas as variáveis analisadas (Tabela 1). As diferenças fisiológicas naturais entre estacas intermediárias e apicais explicam essa posição vantajosa, pois estacas colhidas da parte apical do ramo possuem células meristemáticas com metabolismo mais ativo, percentual de lignificação menor, quantidade de compostos fenólicos reduzidos e maior nível endógeno de auxinas, características que favorecem o enraizamento (Garbuió et. al., 2007; Ferreira et. al., 2008).

Embora não significativo estatisticamente, a inoculação promoveu aumentos de até 21,25% em relação à testemunha para a variável altura para as miniestacas intermediária; desse modo, os resultados referentes a essa origem confirmam que a presença do componente bacteriano foi positiva para todas as variáveis, pois agregaram incremento nos valores médios. Da mesma forma, não foram observados efeitos deletérios.

**Tabela 1** – Altura, comprimento de raiz, massas frescas e secas da parte aérea e raiz de miniestacas de origens apicais e intermediárias oriundas do clone I144 de *E. Urophylla* na presença ou ausência do inoculante *Herbaspirillum seropedicae*.

	<b>ALTURA (cm)</b>		<b>C RAIZ (cm)</b>	
	Testemunha	Inoculado	Testemunha	Inoculado
Apical	18,0652 Aa	16,56 aA	15,699 aA	15,6166 aA
Intermediária	7,7375 bA	9,3816 bA	12,0083 bA	12,5516 bA
	<b>M fresca PA (mg)</b>		<b>M seca PA (mg)</b>	
	Testemunha	Inoculado	Testemunha	Inoculado
Apical	1,3182 aA	1,3111 aA	0,3725 aA	0,3411 aA
Intermediária	0,4263 bA	0,4588 bA	0,1244 bA	0,1457 bA
	<b>M fresca R (mg)</b>		<b>M seca R (mg)</b>	
	Testemunha	Inoculado	Testemunha	Inoculado
Apical	0,7208 aA	0,6757 aA	0,1188 aA	0,1052 aA
Intermediária	0,2474 bA	0,2838 bA	0,0341 bA	0,036 Ba

Letras minúsculas separam as médias na coluna, enquanto as maiúsculas separam as médias na linha. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a

5% de probabilidade. M = massa (mg); C = comprimento (cm); PA = parte aérea das mudas; R = raiz das mudas.

Outros estudos comparando as diferenças entre estacas são comentados na literatura. Ao analisar a influência de um componente químico e do tipo de estaca no enraizamento de goiabeira, Dantas et. al. (1999) percebeu que as estacas apicais foram superiores às intermediárias em relação a vários fatores, como o peso de matéria seca das raízes, resultados semelhantes ao desse estudo, comprovando a vantagem das apicais em diferentes tratamentos.

A falta de resposta à inoculação da RPCP utilizada pode ser devido a falta de especificidade entre a rizobactéria e o genótipo utilizado, já que Mafia et. al. (2007) observaram que embora os isolados de rizobactérias utilizados em clones de eucalipto foram eficientes na promoção do enraizamento e crescimento, os autores sugerem evidências de especificidade de resposta para espécies arbóreas, onde a inexistência de um isolado específico de rizobactéria pode ocasionar a não significância em determinados materiais genéticos.

Freitas et. al. (2003), ao comparar diferentes gêneros bacterianos no auxílio ao crescimento de alface, encontrou um marcante benefício do gênero *Pseudomonas* com relação aos outros, revelando algum tipo de especificidade que favoreça essas bactérias na rizosfera da alface.

A partir das premissas comentadas, sugere-se que o isolado *Herbaspirillum seropedicae* tenha atuação específica, considerando as condições de solo e ambiente da raiz, além do clima e geografia do local de estudo (Vonderwell et al., 2001). A estirpe utilizada teve origem em Seropédica, RJ, com coordenadas 22°46'S, 43°41'W, altitude de 33m e segundo classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, com chuvas concentradas entre novembro e março, precipitação anual média de 1.213mm e

temperatura média anual de 23,9°, segundo Carvalho et. al. (2006), sendo estas condições diferenciadas do presente município. Foi observado por Mafia et. al. (2009) significâncias diferenciais nas respostas de espécies de eucalipto tratadas com diferentes isolados de rizobactérias.

Tem sido cada vez mais freqüente a quantidade de estudos e o conhecimento gerado acerca do modo de ação das rizobactérias como promotoras do crescimento de plantas. Assim que totalmente desvendado, será possível entender as condições que interferem e, em específico, aquelas que favorecem o seu desempenho permitindo desse modo estabelecer as melhores formas de uso dessas bactérias, seja pela comprovação benéfica das mesmas para determinadas plantas, ou ainda pelo manejo das condições do meio que venha a favorecer a sua atuação (Freitas & Vildoso, 2004).

Diante do exposto acima, seria interessante novas avaliações utilizando outros gêneros bacterianos já estudados, ou ainda, considerando a condição específica da rizosfera do local de estudo, poderiam ser isoladas rizobactérias do próprio material genético, buscando assim estreitar a relação entre os genótipos, as condições do ambiente e a forma de ação das bactérias.

Para avaliar o efeito das rizobactérias no incremento radicial de mudas de eucalipto, foram contabilizadas o número de miniestacas enraizadas em relação ao total. Neste experimento, os resultados demonstraram que o uso de *Herbaspirillum seropedicae* foi favorável tanto para as estacas intermediárias quanto para as apicais. No entanto, quando confrontados os números para as diferentes origens, as estacas apicais apresentaram um melhor percentual (Tabela 2).

**Tabela 2** – Percentual de enraizamento de miniestacas de origens apical e intermediária do clone I144 de *E. Urophylla* testadas quanto a presença ou ausência de inoculação de *Herbaspirillum seropedicae*.

Experimento	Tratamentos	Enraizamento
		(%)
Origens das miniestacas	Apical Inoculada	71
	Apical Testemunha	64
	Intermediária Inoculada	32
	Intermediária	
	Testemunha	24

Resultados semelhantes aos encontrados também foram descobertos por Ferreira et. al. (2008) ao estudar enraizamento de estacas de Ateemoieira ‘gefner’ (*Annona Cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.), onde observaram maior percentual de enraizamento em estacas apicais em relação às intermediárias.

Garbuio et. al. (2007) ao avaliar a propagação por estaquia em patchouli (*Pogostemon cablin*), não encontrou diferenças quanto à porcentagem de enraizamento entre estacas apicais e medianas, mas estas apresentaram resultados superiores em relação às basais, o que denota que a posição da colheita caulinar pode ter uma relação direta com a quantificação do enraizamento, onde conforme decresce essa posição, também decresce o número de miniestacas enraizadas.

### 3.2 – Experimento 2

O comprimento radicular, bem como a altura das mudas e as massas secas da parte aérea e raiz não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos na presença ou ausência das rizobactérias testadas. Para as variáveis massa fresca da muda, tanto na parte aérea quanto na raiz, os resultados demonstraram ganhos significativos para o tratamento incorporado em relação ao inoculado (Tabela 3).

**Tabela 3** – Altura, comprimento de raiz, massas frescas e secas da parte aérea e raiz de miniestacas de origem intermediária oriundas do clone I144 de *E. Urophylla* sob diferentes formas de aplicação do inoculante *Herbaspirillum seropedicae*.

Variáveis	Tratamentos
-----------	-------------

	Inoculado		Testemunh
	o	Incorporado	a
Altura (cm)	10,188 a	10,383 a	10,028 a
C Raiz (cm)	12,185 a	11,970 a	12,654 a
M fresca PA (mg)	605,805 b	721,925 a	645,435 ab
M seca PA (mg)	173,200 a	185,663 a	180,631 a
M fresca R (mg)	b	327,880 a	234,470 b
M seca R (mg)	31,268 a	38,913 a	33,438 a

Médias seguidas com a mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. M = massa (mg); C = comprimento (cm); PA = parte aérea das mudas; R = raiz das mudas.

Ao contrário dos resultados apresentados, onde a rizobactéria não interferiu na massa seca, a utilização desse grupo de bactérias é relatada em diferentes trabalhos com clones de eucalipto como benéficas ao incremento de matéria seca (Freitas & Vildoso, 2004; Sottero et. al., 2006). Uma das explicações para o comportamento diferencial seriam fatores relacionados ao meio ambiente e constituição genética da árvore testada, segundo Lana et. al. (2008), que também encontrou insignificância na massa seca ao testar auxinas no enraizamento e crescimento de estacas de eucalipto.

Vários trabalhos apontam o envolvimento de bactérias na promoção do desenvolvimento do sistema radicular em várias culturas. Em relação à biomassa radicular, Máfia et. al. (2005) encontraram incremento significativo para as rizobactérias testadas em diferentes clones de eucalipto com inoculação das mesmas em suspensão.

Tal qual os resultados aqui encontrados, Gasoni et. al. (2001) observaram em específico, aumentos consideráveis na matéria fresca de sementes tratadas com *Pseudomonas fluorescens* e *Bacillus pumilus*. Outros benefícios para biomassa radicular em clones de eucalipto foram comprovados por Máfia et. al. (2007), onde os ganhos médios atingiram 73%.

No tocante ao desempenho superior do tratamento com incorporação, Raasch et al. (2012) encontraram os mesmos resultados, onde ao incorporar rizobactérias no substrato de clones de eucalipto foi perceptível a redução de doenças fúngicas, demonstrando a positividade dessa metodologia em relação a inoculação.

Em geral, embora não significativo estatisticamente em algumas variáveis, os números indicam que os tratamentos usando a rizobactéria proporcionaram algum tipo de incremento. Assis (2001) comenta que o enraizamento adventício é um processo fisiológico complexo e depende da otimização combinada de fatores diversos, podendo ser o componente bacteriano incluso nessa combinação.

Em relação a taxa de enraizamento, considerando o percentual de mudas enraizadas nesse ensaio, o número de miniestacas enraizadas foi mais bem desempenhado pela testemunha, entretanto, ao se comparar os tratamentos que usaram a rizobactéria, aquele em que o componente foi incorporado obteve um percentual maior de enraizamento, correspondendo com o benefício já visto para o incremento de biomassa radicular (Tabela 4).

**Tabela 4** – Percentual de enraizamento de miniestacas de origem intermediária oriundas do clone I144 de *E. Urophylla* analisadas sob diferentes formas de aplicação do inoculante *Herbaspirillum seropedicae*.

Experimento	Tratamentos	Enraizamento
		(%)
Diferentes inoculações	Intermediária Inoculada	33
	Intermediária	
	Incorporada	40
	Testemunha	47

Diversos trabalhos vêm testando componentes químicos e biológicos na tentativa de otimizar os processos de enraizamento. Quando comparados com o controle, Mafia et al. (2007a) confirmaram ganhos médios no percentual de enraizamento de diferentes

clones de eucalipto por diferentes inoculados em cerca de 20%. Teixeira et. al. (2007) também observaram melhorias na quantidade de mudas enraizadas para clones de eucalipto com o uso de rizobactérias.

O enraizamento de estacas pode ser influenciado por injúrias, pelo balanço hormonal, pela presença de inibidores, constituição genética da matriz e condições nutricionais e hídricas (Alfenas et. al., 2004). Confirma-se, portanto, que o baixo índice de enraizamento desse experimento em relação ao primeiro para os três tratamentos pode ser justificado por problemas de ordem nutricional e período seco, conforme explicitado pela empresa.

O mesmo autor afirma ainda que embora tenha havido evolução nas técnicas para maximizar o enraizamento do gênero *Eucalyptus*, as entranhas biológicas envolvidas na formação de raízes não são totalmente conhecidas. Faz-se necessário então, o contínuo estudo acerca dos fatores envolvidos nos processos de enraizamento, com vistas ao acúmulo de conhecimento e utilização do mesmo para ganhos constantes em produtividade.

#### **4 – CONCLUSÃO**

As taxas de enraizamento do clone foram beneficiadas pela presença da bactéria para o primeiro experimento;

Estacas apicais tiveram um melhor desempenho quando comparada com as intermediárias na presença ou ausência do inóculo;

O inoculante *Herbaspirillum seropedicae* proporcionou maiores ganhos no tratamento incorporado em relação ao inoculado para as variáveis massa fresca da parte aérea e raiz;

Não foram observados efeitos deletérios para nenhum dos experimentos.

#### **5 – AGRADECIMENTOS**

À Tecnoverde pelo apoio fundamental na execução dos experimentos e a Embrapa Agrobiologia pelo material do estudo.

## 6- REFERÊNCIAS UTILIZADAS

**ABRAF.** Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/ABRAF12-BR.pdf>>. Acessado em: 10/09/2012.

ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F.; **Clonagem e doenças do eucalipto.** Viçosa: UFV, 2004. 442 p.

ALMEIDA, F.D. Propagação vegetativa de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. Por estaquia e miniestaquia. 2006. 74f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

ASGHAR, H. N.; ZAHIR, Z.A.; ARSHAD, M.; KHALIQ, A. Relationship in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v 35, p. 231-237, 2002.

ASSIS, T. F. Evolution of technology for cloning *Eucalyptus* in large scale. In: IUFRO INTERNATIONAL SYMPOSIUM, **Anais...** Valdivia, 417p, 2001.

BENIZRI, E.; BALDOIN, E.; GUCKERT, A. Root colonization by inoculated plant growth-promoting rhizobacteria. **Biocontrol Science and Technology**, v.11, p.557-574, 2001.

BERNARDES, F.S.; PATRÍCIO, F.R.A.; SANTOS, A.S.; FREITAS, S.S. Indução de resistência sistêmica por rizobactérias em cultivos hidropônicos. **Summa Phytopathologica**, v.36, no.2, p. 115-121, 2010.

CARVALHO, D.F.; SILVA, L.D.B.; FOLEGATTI, M.V.; COSTA, J.R.; CRUZ, F.A. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica – RJ utilizando

lisímetro de pesagem. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.14, p. 108-116, 2006.

CATTELAN, A. J.; HARTEL, P.G.; FUHRMANN, J.J. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. **Soil Science Society America Journal**. V.63, p. 1670-1680, 1999.

CHANWAY, C.P. Inoculation of tree roots with plant growth promoting soil bacteria: an emerging technology for reforestation. **Forest Science**, v. 43, no. 1, p. 99-112, 1997.

DANTAS, A.C.M.; DUTRA, L.F.; KERSTEN, E. Influência do etefon e do tipo de estaca no enraizamento de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de agrociência**, v.5, n.1, p. 19-21, 1999.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. V. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, G.; FERRARI, T.B.; PINHO, S.Z.; SAVAZAKI, E.T. Enraizamento de estacas de atemoieira 'gefner' tratadas com auxina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.4, p. 1083-1088, 2008.

FREITAS, S.S.; VILDOSO, C.I.A. Rizobactérias e promoção do crescimento de plantas cítricas. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.28, p.987-994, 2004.

FREITA, S.S.; MELO, A.M.T.; DONZELLI, V.P. Promoção do crescimento de alface por rizobactérias. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.1, p. 61-70, 2003.

GARBUIO, C.; BIASI, L.A.; KOWALSKY, A.P.J; SIGNOR, D.; MACHADO, E.M.; DESCHAMPS, C. Propagação por estaquia em Patchouli com diferentes números de folhas e tipos de estacas. **Scientia Agraria**, Curitiba, n.4, v.8, p. 435-438, 2007.

GASONI, L.; COZZI, J.; KOBAYASHI, K.; YOSSEN, V.; ZUMELZÚ, G.; BABBITT, S.; KAHN, N. Yeld response of lettuce and potato to bacterial and fungal inoculants

under field conditions in Cordoba. **Journal of plant diseases and protection**, v. 108, n.5, p. 530-535, 2001.

GOULART, P.B. **Desenvolvimento de metodologia para enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus*) (DC) MacLeisch**. 2003. 32f. Monografia (Departamento de Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HUSEN, E. Screening of soil bacteria for plant growth promotion activities *in vitro*. **Indonesian Journal of Agricultural Science**, v.4, n.1, p.27-31, 2003.

LANA, R.M.Q.; LANA, A.M.Q.; BARREIRA, S.; MORAIS, T.R.; FARIA, M.V. Doses do ácido indolbutírico no enraizamento e crescimento de estacas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.24, n.3, p. 13-18, 2008.

MAFIA, R.G.; ALFENAS, A.C.; FERREIRA, E.M.; ZARPELON, T.G.; SIQUEIRA, L. Crescimento de mudas e produtividade de minijardins clonais de eucalipto tratados com rizobactérias selecionadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.843-851, 2005.

MAFIA, R.G.; ALFENAS, A.C.; MAFFIA, L.F.; FERREIRA, E.M.; SIQUEIRA, L. Efeito de rizobactérias sobre o enraizamento e crescimento de clones de eucalipto em diferentes condições de propagação clonal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 813-821, 2007.

MAFIA, R.G.; ALFENAS, A.C.; FERREIRA, E.M.; TEIXEIRA, D.A.; ZAUZA, E.A.V. Indução do enraizamento e crescimento do eucalipto por rizobactérias: efeito da adição de fonte alimentar e da composição de substrato de enraizamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.4, p. 589-597, 2007a.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A.C.; FERREIRA, E.M.; BINOTI, D.H.B.; MAFIA, G.M.V.; MOUNTEER, A.H. Root colonization and interaction among growth promoting rhizobacteria isolates and eucalypts species. **Revista Árvore**, v.33, no.1, p.1-9, 2009.

MARIANO, R.L.M.; SILVEIRA, E.B.; ASSIS, S.M.P; GOMES, A.M.A; NASCIMENTO, A.R.P; DONATO, V.M.T.S. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v.1, p. 89-111, 2004.

OLIVEIRA, M.C; RIBEIRO, J.F.; RIOS, M.N.S.; REZENDE, M.E. Enraizamento de Estacas para Produção de Mudanças de Espécies Nativas de Matas de Galeria. Brasília: EMBRAPA, 2001. 4p. (**Recomendação Técnica, 41**).

PASQUALETTO, A.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S.; MOSQUIM, P.R. Enraizamento de estacas de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill).I. Avaliação de Características Físicas e Químicas. **Revista Ceres**, v. 43, p. 120-125, 1996.

**PORTAL FLORESTAL.** Disponível em: <[http://www.portalflorestal.com.br/construcoes\\_detalhes.php?con\\_id=11](http://www.portalflorestal.com.br/construcoes_detalhes.php?con_id=11)>, acessado em: 08/08/2012.

RAASCH, L.D.; BONALDO, S.M.; OLIVEIRA, A.A.F. Rizolyptus na proteção de miniestacas de eucalipto contra *Puccinia psidii*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n.14, p. 854-864, 2012.

SABINO, D.C.C; FERREIRA, J.S.; GUIMARÃES, S.L.; BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I. Avaliação da capacidade das bactérias *Burkholderia brasiliensis* e *Herbaspirillum seropedicae* em promover o crescimento de plântulas de arroz. **Comunicado Técnico**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, nº 45, p. 1-3, 2000.

SILVEIRA, E.L. **Inoculações de bactérias promotoras de crescimento no cultivo de arroz em solução nutritiva**. 2008. 83 f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

SOTTERO, A.N.; FREITAS, S.S.; MELO, A.M.T.; TRANI, P.E. Rizobactérias e alface: colonização rizosférica, promoção de crescimento e controle biológico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.2, 2006.

SEI. Superintendência de estudos econômicos e sociais da Bahia. Disponível em: <[HTTP://www.sei.ba.gov.br](http://www.sei.ba.gov.br)>. Acessado em: 06/07/2012.

TEIXEIRA, D. A.; ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G.; MAFFIA, L.A.; FERREIRA, E.M. Evidências de Indução de Resistência Sistêmica à Ferrugem do Eucalipto mediada por Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas. **Fitopatologia Brasileira**, vol. 30, no. 4, 2005.

TEIXEIRA, D.A.; ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G.; FERREIRA, E.M.; SIQUEIRA, L.; MAFFIA, L.A.; MOUNTEER, A.H. Promoção do enraizamento e crescimento de eucalipto por rizobactérias. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, n.1, 2007.

THULER, R.T.; BARROS, R.; MARIANO, R.L.R.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de bactérias promotoras de crescimento de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. **Científica**, v.34, no. 2, p. 217-222, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa - MG, 2000. 142p.

VILCHEZ, S & MANZANERA, M. Biotechnological uses of desiccation-tolerant microorganisms for the rhizoremediation of soils subjected to seasonal drought. **Appl Microbiol Biotechnol**, v.91, p. 1297-1304, 2011.

VONDERWELL, J.D.; ENEBAK, S.A.; SAMUELSON, L.J. Influence of two plant Growth-Promoting Rhizobacteria on loblolly pine root respiration and IAA activity. **Forest Science**, v.47, n.2, p. 197-202, 2001.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura Clonal: princípios e**

**técnicas.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009.

ZILLI, J.E. Contribuição da bactéria diazotrófica *Herbaspirillum seropedicae* para o rendimento de grãos de arroz e milho em Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Roraima**; 6. 20 p. 2007.