



**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *ROSA* SP. SOB A INOCULAÇÃO DE  
BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL**

**JESIMIEL GOMES BARBOSA**

**GARANHUNS**

**JULHO/2007**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO PRÓ-REITORIA DE  
PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *ROSA SP.* SOB A INOCULAÇÃO DE  
BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Agrícola.

**JESIMIEL GOMES BARBOSA**

**Orientador: JÚLIA KUKLINSKY SOBRAL**

**Co-orientador: GILMARA MABEL SANTOS**

**GARANHUNS**

**JULHO/2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns - PE, Brasil

B238e Barbosa, Jesimiel Gomes  
Enraizamento de estacas de *rosa* sp. sob a inoculação de  
bactérias promotoras do crescimento vegetal / Jesimiel  
Gomes Barbosa. – 2017.  
42 f. : il.

Orientadora: Júlia Kuklinsky Sobral.

Coorientadora: Gilmara Mabel Santos.

Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola )-Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós - Graduação  
em Produção Agrícola, Garanhuns, BR - PE, 2017.

Inclui referências.

1. Rosa 2. Rosa - cultivo 3. Bacillus (Bactéria) 4. Raizes  
(botânica) 5. Crescimento (plantas) I. Sobral, Júlia Kuklinsky,  
orient. II. Santos, Gilmara Mabel, coorient. III. Título

CDD 635.9

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *ROSA* SP. SOB A INOCULAÇÃO DE  
BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL**

**JESIMIEL GOMES BARBOSA**

APROVADO EM: \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ DE 2017

---

**GILMARA MABEL SANTOS**

(Examinador)

---

**JOÃO TIAGO CORREA OLIVEIRA**

(Examinador)

---

**JÚLIA KUKLINSKY- SOBRAL**

(Orientador)

A minha mãe, *Hilda Severina Gomes Barbosa*, e ao meu pai *Sebastião Gomes Barbosa*, por serem minha edificação, e exemplos para minha vida, por todo amor, carinho, esforço e incentivo em minhas conquistas.

A minha irmã *Jesiane Gomes Barbosa*, por todo amor, carinho, amizade, por sempre me dar apoio nas dificuldades, e se alegrar comigo na bonança, pela compreensão e paciência.

**Dedico!**

A *Jéssica Fernanda* por todo amor, dedicação, compreensão e paciência nos momentos de dificuldade, por ter acrescentado positivamente de forma significativa no meu crescimento pessoal e profissional.

**Ofereço!**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente Deus, pois sem Ele nada seria, e a misericórdia Dele é o que me sustenta.

A minha mãe Hilda e meu pai Sebastião por tudo, pois não só esculpiram minha genética, mas também minha personalidade com muita dedicação, amor incondicional, apoio e paciência, que não é possível dimensionar. Agradeço de todo coração a senhora e senhor, pois são meus exemplos de vida.

A minha irmã, Jesiane por todo amor, companheirismo, dedicação e proteção nos momentos que se fez necessário, e por sempre estar presente me dando apoio.

A Jéssica Fernanda por todo seu companheirismo, compreensão e sempre disposta a me ajudar.

A professora Dra. Júlia Kuklinsky Sobral, pelo grande privilégio de ter como minha tutora e orientadora, também como professora, por toda paciência, atenção, compreensão, disponibilidade, pelos conselhos profissionais e pessoais. Muito obrigado por ter acreditado em mim, por ter me incentivado nos momentos mais difíceis, com a senhora aprendi a enfrentar as dificuldades desse mundo acadêmico.

Aos amigos do Laboratório de Genética e Biotecnologia Microbiana agradeço por todo apoio e os momentos que compartilhamos alegrias...

Adjailton, Aldo, Andresa, Arthur, Bruno, Camila, Danúbia, Diogo, Everthon, Geraldo, Gilka, Williane, Isaneli, Jacyelle, Jéssica, Luana, Raquel, Tiago, Ricardo, Amanda, Flaviana, Jacyelli, Gabriel, Claudineide, Pedro, Sheyla, Elvis, Bruno, Gessyka, Lucianne, Marcos, Caio, Yasmin e ao professor Alberto, agradeço a todos vocês mais uma vez por tudo.

Ao Grupo PET-Biotecnologia: Alex, Arthur, Isaneli, Everthon, Jéssica, Lucas, Bruno, Gilka, Luan, Ítalo, Lucianne, Gessika, Williane, Caio, Rita, Marcos, Leandro, Shilton, Edmilson e Jennifer. Obrigado por tudo, com vocês aprendi a trabalhar e conviver em grupo, enfrentado dificuldades, mas também compartilhando alegrias, risadas... O grupo PET foi mais um marco importante em minha vida.

Agradeço a professora Dra. Gilmara pelo apoio e contribuições como coorientadora.

A todos os professores que contribuíram para minha formação, e aos demais funcionários da Unidade Acadêmica de Garanhuns.

Aos docentes da Pós-Graduação em Produção Agrícola, por todos os conhecimentos repassados durante essa caminhada.

À CAPES pela concessão da bolsa.

**Muito obrigado!**

## RESUMO GERAL

As bactérias promotoras do crescimento vegetal atualmente representam uma alternativa viável para o incremento de uma agricultura mais sustentável, sem perder seus anseios de aumento de produtividade e qualidade do produto. No cultivo de flores e plantas ornamentais, esses anseios anteriormente citados são uma necessidade para o sucesso em meio ao atual mercado competitivo e exigente, principalmente relacionados as roseiras, para corte ou vaso. A produção de mudas de rosas com baixo custo e de melhor qualidade permitirá um produto mais competitivo. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar linhagens bacterianas de diferentes gêneros quanto à promoção do crescimento vegetal e enraizamento de estacas *Rosa* sp. Para tanto, foram utilizadas 24 linhagens bacterianas dos gêneros *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Pantoea*, *Stenotrophomonas*, *Enterobacter* e *Bacillus* isoladas da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e da soja (*Glycine max*). Foram selecionadas com base em suas características de promoção de crescimento vegetal, tais como: fixação biológica de nitrogênio, solubilização de fosfato inorgânico, produção de ácido indol acético (AIA). As estacas de *Rosa* sp. foram submetidas ao delineamento experimental inteiramente casualizado com o número de tratamentos equivalentes ao número de gêneros bacterianos avaliados, acrescidos de três tratamentos: controle (CONT = Tratamento controle sem inoculação/sem ácido indol butírico IBA; IBA1000 = Tratamento controle com ácido indol butírico a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500 = controle com ácido indol butírico a 1500 ppm/sem inoculação). Com 10 repetições por tratamento. Após o processo de inoculação e aplicação do AIB a 1000 e 1500 ppm, as estacas foram colocadas em sacos de polietileno na casa de vegetação. Depois de 40 dias do plantio das estacas de rosas foram avaliadas as características de rizogênese adventícia, como tamanho da raiz (medida por uma régua de 60 cm), número de raízes adventícias, massa fresca das raízes, massa seca das raízes (acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa a 60° C até à obtenção do peso seco constante). Quanto ao desenvolvimento da parte aérea da planta foi avaliado o tamanho do ramo. Aplicou-se a análise de variância pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade utilizando o programa estatístico SISVAR para os dados avaliados. O tratamento com bactérias do



gênero *Bacillus* obteve destaque, superando as testemunhas CONT, AIB1500 e assemelhando-se ao tratamento controle AIB1000 em todas as características de rizogênese avaliadas, afirmando-se como alternativa biotecnológica viável, propiciando melhoria na qualidade do sistema radicular, aumentando a qualidade das mudas e diminuindo a mortalidade, produzindo mudas com condições melhores para irem a campo.

**Palavras-chave:** *Rosa* sp., Interação bactéria-planta, *Bacillus*, Rizogênese.

## ABSTRACT

Plant growth promoting bacteria today represent a viable alternative for the growth of a more sustainable agriculture, without losing their desire to increase productivity and product quality. In the cultivation of flowers and ornamental plants, the aforementioned wishes are a necessity for success amidst the current competitive and demanding market, especially related to rose bushes, cut or vase. The production of roses seedlings with low cost and better quality will allow a more competitive product. Thus, the objective of this work was to evaluate bacterial strains of different genera regarding the promotion of plant growth and rooting of *Rosa* sp. For this purpose, 24 bacterial strains of the genera *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Pantoea*, *Stenotrophomonas*, *Enterobacter* and *Bacillus* isolated from sugarcane (*Saccharum officinarum*) and soybean (*Glycine max*) were used. They were selected based on their characteristics of plant growth promotion, such as: biological nitrogen fixation, inorganic phosphate solubilization, indole acetic acid (AIA) production. The stakes of *Rosa* sp. were submitted to a completely randomized design with the number of treatments equivalent to the number of bacterial genera evaluated, plus three treatments: control (CONT = Control treatment without inoculation / without indole butyric acid IBA; IBA1000 = Control treatment with indole butyric acid at 1000 ppm / no inoculation IBA1500 = control with indole butyric acid at 1500 ppm / no inoculation). With 10 replicates per treatment. After the inoculation and application of the AIB at 1000 and 1500 ppm, the cuttings were placed in polyethylene bags in the greenhouse. Adventitious rhizogenesis characteristics, such as root size (measured by a 60 cm ruler), number of adventitious roots, fresh root mass, root dry mass (packed in sacks) paper and oven dried at 60 ° C until constant dry weight is obtained). Regarding the development of the aerial part of the plant, the size of the branch was evaluated. The analysis of variance was applied by the Tukey test at 1% of probability using the SISVAR statistical program for the data evaluated. The treatment with bacteria of the genus *Bacillus* was highlighted, overcoming the controls CONT, AIB1500 and resembling the control treatment AIB1000 in all the characteristics of rhizogenesis evaluated, being affirmed as a viable biotechnological alternative, providing improvement in the quality

of the root system, increasing the quality of seedlings and reducing mortality, producing seedlings with better conditions to go to the field.

**Key words:** *Rosa* sp., Plant bacterium interaction, *Bacillus*, *Rhizogenesis*.

## Lista de Figuras

Pág.

<b>Figura 1:</b> Preparo das estacas: (a) Retirada das folhas e gemas; (b) Estacas prontas sob hidratação constante.....	24
<b>Figura 2:</b> Estacas imersas em solução inoculante.....	27
<b>Figura 3:</b> Substrato utilizado: areia lavada e peneirada.....	27
<b>Figura 4:</b> Disposição do experimento na casa de vegetação. ....	28
<b>Figura 5:</b> (a) Corte das raízes adventícias; (b) Contagem das raízes adventícias.....	29
<b>Figura 6:</b> Medição do tamanho do ramo.....	29
<b>Figura 8:</b> Valores médios de comprimento das raízes adventícias das estacas de <i>Rosa</i> sp. dos tratamentos: CONT = controle sem inoculação/sem IBA; IBA1000 = controle com IBA a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500 = controle com IBA a 1500 ppm/sem inoculação; BACI = mix das linhagens do gênero <i>Bacillus</i> ; BURK = mix das linhagens do gênero <i>Burkholderia</i> ; ENTE= mix das linhagens do gênero <i>Enterobacter</i> ; PANT = mix das linhagens do gênero <i>Pantoea</i> ; PSEU = mix das linhagens do gênero <i>Pseudomonas</i> ; STEN = mix das linhagens do gênero <i>Stenotrophomonas</i> . Letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). ....	31
<b>Figura 9:</b> Valores médios do número de raízes adventícias das estacas de <i>Rosa</i> sp. dos tratamentos: CONT= controle sem inoculação/sem IBA; IBA1000= controle com IBA a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500= controle com IBA a 1500 ppm/sem inoculação; BACI= mix das linhagens do gênero <i>Bacillus</i> ; BURK= mix das linhagens do gênero <i>Burkholderia</i> ; ENTE = mix das linhagens do gênero <i>Enterobacter</i> ; PANT = mix das linhagens do gênero <i>Pantoea</i> ; PSEU = mix das linhagens do gênero <i>Pseudomonas</i> ; STEN = mix das linhagens do gênero <i>Stenotrophomonas</i> . Letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). ....	32
<b>Figura 10:</b> Valores médios da massa fresca raízes adventícias das estacas de <i>Rosa</i> sp. dos tratamentos: CONT= controle sem inoculação/sem IBA; IBA1000= controle com IBA a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500= controle com IBA a 1500 ppm/sem inoculação;	

BACI= mix das linhagens do gênero *Bacillus*; BURK= mix das linhagens do gênero *Burkholderia*; ENTE= mix das linhagens do gênero *Enterobacter*; PANT= mix das linhagens do gênero *Pantoea*; PSEU= mix das linhagens do gênero *Pseudomonas*; STEN= mix das linhagens do gênero *Stenotrophomonas*. Letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). .....33

**Figura 11:** Valores médios da massa seca raízes adventícias das estacas de *Rosa* sp. dos tratamentos: CONT= controle sem inoculação/sem IBA; IBA1000= controle com IBA a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500= controle com IBA a 1500 ppm/sem inoculação; BACI= mix das linhagens do gênero *Bacillus*; BURK= mix das linhagens do gênero *Burkholderia*; ENTE= mix das linhagens do gênero *Enterobacter*; PANT= mix das linhagens do gênero *Pantoea*; PSEU= mix das linhagens do gênero *Pseudomonas*; STEN= mix das linhagens do gênero *Stenotrophomonas*. Letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). .....34

**Figura 12:** Valores médios do comprimento do ramo das estacas de *Rosa* sp. dos tratamentos: CONT= controle sem inoculação/sem IBA; IBA1000= controle com IBA a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500= controle com IBA a 1500 ppm/sem inoculação; BACI= mix das linhagens do gênero *Bacillus*; BURK= mix das linhagens do gênero *Burkholderia*; ENTE= mix das linhagens do gênero *Enterobacter*; PANT= mix das linhagens do gênero *Pantoea*; PSEU= mix das linhagens do gênero *Pseudomonas*; STEN= mix das linhagens do gênero *Stenotrophomonas*. Letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ). .....35

## Lista de Tabelas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabela 1:</b> Origem, identificação e caracterização da promoção do crescimento vegetal das linhagens bacterianas isoladas de cana-de-açúcar e soja coinoculados em estacas de <i>Rosa</i> sp. ....	22
<b>Tabela 2:</b> Tratamentos utilizados na avaliação do enraizamento e desenvolvimento das estacas de <i>Rosa</i> sp. ....	24
<b>Tabela 3:</b> Composição do meio de cultura Trypcase Soy Agar (TSA) 10% sólido. ....	25
<b>Tabela 4:</b> Composição do meio de cultura Trypcase Soy Agar (TSA) 10% líquido, acrescido de L-triptofano. ....	25
<b>Tabela 5:</b> Composição do tampão Phosphate Buffered Saline (PBS) acrescido L-triptofano. ....	26

## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1. A Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais.....	18
2.2. A Cultura da roseira.....	19
2.3. Bactérias promotoras do crescimento vegetal.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1. Seleção das Linhagens bacterianas.....	22
3.2. Coleta e preparo do material vegetal .....	23
3.3. Influência das bactérias promotoras do crescimento vegetal sob enraizamento e desenvolvimento das estacas de <i>Rosa</i> sp.....	24
3.3.1. Preparo dos inóculos bacterianos....	25
3.3.2. Inoculação e plantio das estacas de <i>Rosa</i> sp.....	26
3.3.3. Avaliação dos porta-enxertos.....	28
3.3.4. Análise estatística.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5. CONCLUSÕES.....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal

## 1. INTRODUÇÃO

O Produto Interno Bruto (PIB) da cadeia produtiva de Flores e Plantas Ornamentais do Brasil foi de R\$ 6,65 bilhões em 2016 e, para 2017, a previsão de crescimento em todo o país é de 9% com faturamento de R\$ 7,2 bilhões (IBRAFLOR, 2017).

A rosa (*Rosa* sp.), pertence à família Rosaceae, teve origem na Ásia, possuindo cerca de 200 espécies selvagens e mais de 30 mil variedades, que são derivadas de cruzamentos e backcrossing. A maior parte das variedades híbridas produzem roseiras que são aptas preferencialmente ao clima temperado, mas adaptadas às condições climáticas do Brasil (BARBOSA et al., 2005; TAKANE et al., 2007).

Desta cadeia produtiva brasileira de Flores e Plantas Ornamentais, 19% das movimentações financeiras relacionadas à aquisição de insumos ficam com as empresas produtoras de mudas, sementes e bulbos, que faturaram um montante estimado de R\$ 248 milhões em 2014. Salientando que neste levantamento financeiro foram estimados somente os gastos com o material de propagação, não sendo contabilizados os faturamentos das empresas desenvolvedoras de royalties devido a sua complexidade, esse custo é comum na produção de algumas variedades de rosas (FERREIRA; BELO, 2015).

A produção de mudas de roseiras pode ser propagada de forma sexuada usando sementes, ou assexuada, por estacas, por enxerto e micropropagação (BARBOSA et al., 2005). O uso de estacas é o método mais utilizado até o momento, pela possibilidade de propagar um grande número de plantas de uma única planta-mãe em curto espaço de tempo e especialmente pelo custo reduzido e de fácil implementação (FACHINELLO, 2005).

No entanto, a produção de rosas necessita de padronização e qualidade. A propagação por estaquia clássica não propicia aos produtores enraizamento de estacas de roseira com taxas aceitáveis de enraizamento e sobrevivência para uma boa produção comercial, levando ao produtor a utilizar reguladores sintéticos do grupo das auxinas, propiciando mudas de qualidade, porém com aumento no custo de produção (ONO et al., 2004; PIROLA, 2016).



Deste modo, uma alternativa viável aos requisitos de qualidade dos produtores de roseiras, e com redução de custo na produção de mudas quando comparadas ao método convencional, resultaria no incremento da produtividade em relação ao custo-benefício.

A ciência contemporânea torna descartável o pensamento, de manter ou aprimorar a vida das plantas sem bactérias (RYAN et al., 2008), devido ao fato das bactérias epífitas preencherem a superfície das folhas, caules, frutos e raízes, e bactérias denominadas endofíticas habitarem no interior do corpo da planta, onde se habitam nos feixes vasculares, espaços intercelulares e no interior das células (ALMEIDA et al., 2009). A maior parte destas bactérias que colonizam a planta não apresentam nenhuma influência negativa para a mesma, sendo em sua maioria benéficos para o crescimento, desenvolvimento e proteção das plantas (ZAWADZKA, et al. 2014).

Por diferentes meios, as bactérias podem promover o crescimento vegetal, mas a literatura o divide em três: biofertilização, fitoestimulação e biocontrole (BLOEMBERG & LUGTENBERG, 2001; MOREIRA et al., 2010). Para tanto, as bactérias utilizam mecanismos diretos, como a solubilização de nutrientes, como o fosfato inorgânico, a fixação biológica de nitrogênio (FBN), ou a produção de fitohormônios, a exemplo do ácido indol 3-acético (AIA) do grupo das auxinas, giberelina, citocinina e etileno, e os meios indiretos como a produção de enzimas quitinases, glukanases e celulases (FERRARA et al., 2001; PODILE & KISHORE, 2007).

Portanto, de acordo com os fatos anteriormente apresentados quanto ao uso de bactérias promotoras do crescimento vegetal, pode ser uma alternativa viável, sustentável e de baixo custo para o enraizamento e desenvolvimento de mudas provenientes de estacas *Rosa* sp.

Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar linhagens bacterianas dos gêneros *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Pantoea*, *Stenotrophomonas*, *Enterobacter* e *Bacillus* quanto à promoção do crescimento vegetal e enraizamento de estacas *Rosa* sp.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais**

O faturamento da cadeia produtiva de Flores e Plantas Ornamentais do Brasil, foi R\$ 5,7 bilhões em 2014, R\$ 6,2 bi em 2015, R\$ 6,65 bi em 2016 e, para 2017, a estimativa de crescimento em todo o país é de 9% com faturamento de R\$ 7,2 bilhões (IBRAFLOR, 2017). Esta cadeia produtiva é muito ampla com mais de 2.000 espécies de flores e plantas ornamentais. Deste modo, para uma melhor logística foi dividida a produção das principais espécies a partir de três setores de produtos: flores e folhagem de corte, flores e plantas de vaso e plantas ornamentais e destinadas ao paisagismo, com exceção da grama. A produção de rosa tem participação de destaque nos dois primeiros setores citados anteriormente (JÚNIOR et al., 2015).

As informações oficiais sobre consumo mundial de flores e plantas ornamentais são poucas, mas para ter uma ideia do tamanho do consumo deste setor intenso e dinâmico, foram somadas todas exportações de todos os países produtores e re-exportadores e em 2013 alcançou uma movimentação financeira de US\$ 21,773 bilhões, importante destacar que mesmo setor em 1999 atingiu US\$ 8,77, um crescimento de 148,2% (JÚNIOR et al. 2015).

Quando o assunto é o consumo de flores e plantas ornamentais no Brasil, podemos destacar dois pontos importantes. O primeiro está relacionado ao destino da produção, tendo como foco o mercado interno, esse fato fica expresso nos dados do volume financeiro comercializado pelos produtores, 97% no mercado interno, posicionando os brasileiros como os principais consumidores da cadeia. O segundo ponto importante a ser destacado está pertinente ao crescimento no consumo médio per capita do brasileiro com flores e plantas ornamentais. Passando de R\$ 23,00 por pessoa no ano de 2012, para R\$ 25,83 em 2013 e alcançando R\$ 26,68 em 2014. Representando um crescimento médio anual de 7,71% (JÚNIOR et al., 2015).

A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais em relação ao ciclo das suas atividades, é dividida em três etapas fundamentais: a primeira consiste no desenvolvimento de cultivares; seguida da produção de mudas, esta etapa é crucial, pois, a expressão final de desempenho

máximo de cada cultivar, depende totalmente dos parâmetros com que a muda foi produzida, a outra etapa fundamental corresponde à logística de comercialização dos produtos, que quando bem elaborada é a solução para umas das principais problemáticas desse setor, representado pela alta perecibilidade de seus produtos (OINAM et al., 2011; JÚNIOR et al., 2015).

O setor possui também como destaque um aumento na aquisição de mão-de-obra, resultando no aumento da renda da população presente na zona rural e contribuindo diretamente com a diminuição do êxodo rural. Salientando que o diferencial dessa cadeia produtiva das outras cadeias produtivas do agronegócio brasileiro é que 70% a 80% total de trabalhadores desse setor é composto pelo gênero feminino (JÚNIOR et al., 2015).

## **2.2. Cultura da roseira**

A rosa (*Rosa* sp.), pertence à classe da Angiospermas, subclasse Dicotiledônea, ordem Rosales e família Rosaceae, teve origem na Ásia, possuindo cerca de 200 espécies selvagens entre as quais apenas 8 a 20 espécies contribuíram para a composição genética de aproximadamente de 30 a 35 mil variedades de nossas cultivares atuais, que são derivadas de cruzamentos e backcrossing. A maior parte das variedades híbridas produzem roseiras que são aptas preferencialmente ao clima temperado, mas, adaptadas às condições climáticas do Brasil (BARBOSA et al., 2005; TAKANE et al. 2007; BENDAHMANE et al., 2013).

Segundo Takane et al. (2007) a roseira apresenta as seguintes características de morfologia: planta arbustiva, perene, hábito de crescimento ereto, caule lenhoso, geralmente possuindo acúleos, folhas compostas de cinco a sete folíolos ovalados, gerando flores no ápice das hastas, apresentando normalmente cinco sépalas com lóbulos laterais e fruto carnoso com coloração avermelhada.

As roseiras se destacam como a cultura mais importante economicamente na cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais, utilizadas para fins decorativos (plantas de jardim, plantas de interior e flores de corte), para produção de óleos essenciais utilizados em uma ampla gama de produtos para a indústria cosmética, alimentar e medicinal (BENDAHMANE et al., 2013).

Desta cadeia produtiva brasileira de Flores e Plantas Ornamentais, 19% das movimentações financeiras relacionadas a aquisição de insumos, ficam com as empresas produtoras de mudas, sementes e bulbos, que faturaram um montante estimado de R\$ 248 milhões em 2014. Salientando que neste levantamento financeiro foram estimados somente os gastos com o material de propagação, não foram contabilizados os faturamentos das empresas desenvolvedoras de royalties devido a sua complexidade, esse custo é comum na produção de algumas variedades de rosa (FERREIRA; BELO, 2015).

A produção de mudas de roseiras podem ser propagadas de forma sexuada usando sementes, ou assexuada, por estacas, por enxerto e micropropagação (BARBOSA et al., 2005). Dentre métodos de propagação vegetativa o uso de estacas (estaquia) é método mais utilizado até momento, pela possibilidade de propagar um grande número de plantas de uma única planta-mãe em um curto espaço de tempo e especialmente pelo custo e fácil implementação (FACHINELLO, 2005; PEREIRA et al, 2015).

A produção de rosas necessita de padronização e qualidade, a propagação por estaquia clássica não propicia aos produtores enraizamento de estacas de roseira com taxas aceitáveis de enraizamento e sobrevivência para uma boa produção comercial, levando ao produtor utilizar reguladores do crescimento sintéticos do grupo das auxinas, propiciando um aumento na qualidade das mudas, mas aumento no custo de produção (ONO et al., 2004; PIROLA, 2016).

### **2.3. Bactérias promotoras do crescimento vegetal**

A ciência contemporânea torna descartável o pensamento de manter ou aprimorar a vida das plantas sem bactérias (Ryan et al., 2008). Pelo fato das bactérias epífitas preencherem superfícies das folhas, caules, frutos e raízes, e bactérias denominadas endofíticas que habitam no interior do corpo da planta, onde habitam os feixes vasculares, espaços intercelulares e no interior das células (ALMEIDA et al., 2009). A maior parte destas bactérias que colonizam a planta não apresenta nenhuma influência negativa para a mesma, boa parte destes microrganismos são benéficos para o crescimento, desenvolvimento e proteção dos vegetais (ZAWADZKA et al., 2014).

As bactérias promotoras do crescimento vegetal colonizam diferentes nichos, tais como a rizosfera, que interagem no solo próximo a raiz, e as endofíticas que se localizam e atuam no interior dos tecidos de todos os órgãos da planta. Deste modo, podem contribuir positivamente no crescimento e desenvolvimento do vegetal. (MOREIRA et al., 2010). Por diferentes meios, as bactérias podem promover o crescimento vegetal, mas a literatura os divide em três: biofertilização, fitoestimulação e biocontrole (BLOEMBERG & LUGTENBERG, 2001). Para tanto, as bactérias utilizam mecanismos diretos, como a solubilização de nutrientes, como o fosfato inorgânico, fixação biológica de nitrogênio (FBN), ou a produção de fitohormônios, como ácido indol 3-acético (AIA) do grupo das auxinas, giberelina, citocinina e etileno, e os meios indiretos como produção de enzimas quitinases, glutanases e celulasas (FERRARA et al., 2001; PODILE & KISHORE, 2007).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Seleção das Linhagens bacterianas

Foram utilizadas 24 linhagens bacterianas, estas de diferentes gêneros *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Pantoea*, *Stenotrophomonas*, *Enterobacter* e *Bacillus* isoladas da cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), exceto a linhagem EN230 isolada da cultura da soja (*Glycine max*). Todas pertencentes à coleção de culturas bacterianas do Laboratório de Genética e Biotecnologia Microbiana (LGBM) da Unidade Acadêmica de Garanhuns/ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE). A tabela 1 apresenta as linhagens que foram previamente selecionadas por possuírem *in vitro* características de bactérias promotoras do crescimento vegetal, quanto à fixação biológica de nitrogênio, produção de ácido indol acético (AIA), produção exopolissacarídeos (EPS) e solubilização de fosfato inorgânico, todas foram identificadas por análise parcial do gene 16S rRNA (SOBRAL, 2003; BARBOSA 2010; BARROS, 2010; SILVA, 2011; FARIAS, 2015, LIMA, 2012, FARIAS, 2015; SANTOS, 2015).

**Tabela 1:** Origem, identificação e caracterização da promoção do crescimento vegetal das linhagens bacterianas isoladas de cana-de-açúcar e soja coinoculados em estacas de *Rosa* sp.

Linhagens	Identificação	Origem		FBN	P	EPS	AIA
		Nicho	Variedade				
UAGC159	<i>Bacillus cereus</i>	ER	RB92579	+	+	+	+
UAGC863	<i>Bacillus</i> sp.	EF	RB867515	+	+	+	+
UAGC867	<i>Burkholderia</i> sp.	ER	RB867515	+	+	-	+
UAGC78	<i>Burkholderia</i> sp.	ER	RB 863129	+	-	-	+
G28	<i>Burkholderia heleaia</i>	ER	RB863129	+	+	+	+
G29	<i>Burkholderia gladioli</i>	EC	RB867515	+	+	+	+
UAGC901	<i>Enterobacter</i> sp.	ER	RB92579	-	+	n/a	+
UAGC917	<i>Enterobacter</i> sp.	RIZ	RB867515	-	+	n/a	+
UAGC879	<i>Enterobacter</i> sp.	RIZ	RB867515	-	+	n/a	+
UAGC903	<i>Enterobacter</i> sp.	RIZ	RB867515	+	+	n/a	+
UAGC930	<i>Enterobacter</i> sp.	RIZ	RB867515	-	+	n/a	+

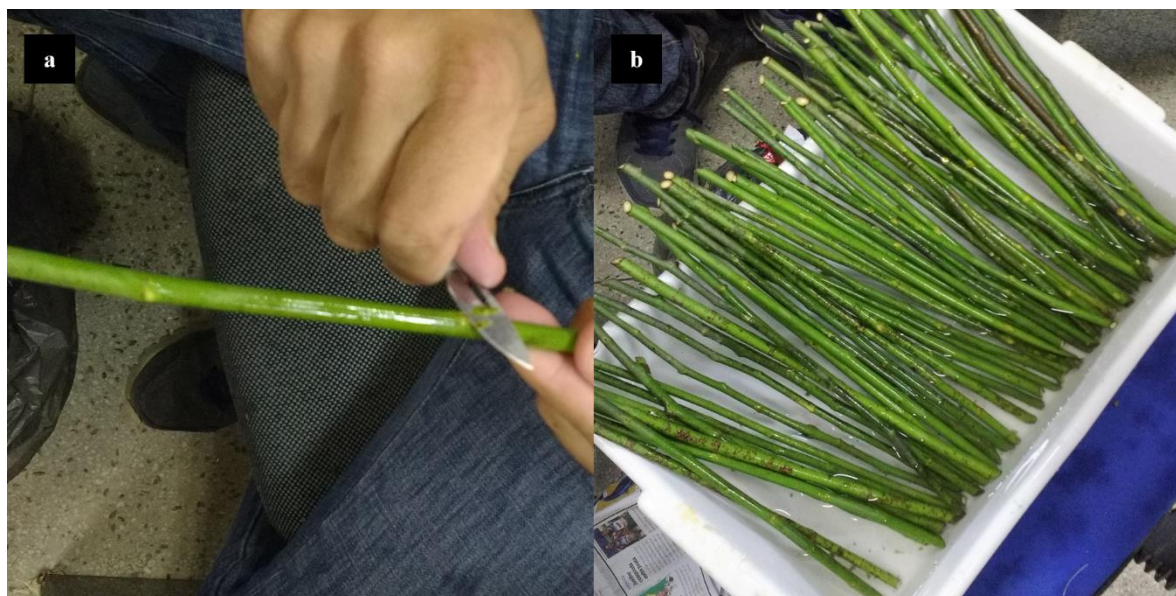
Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal

UAGC882	<i>Pantoea</i> sp.	RIZ	RB867515	-	+	n/a	+
UAGC858	<i>Pantoea</i> sp.	ER	RB92579	+	+	n/a	+
UAGC972	<i>Pantoea</i> sp.	ER	RB867515	-	+	n/a	+
UAGC906	<i>Pantoea</i> sp.	RIZ	RB867515	-	+	n/a	+
UAGC907	<i>Pantoea</i> sp.	RIZ	RB867515	-	-	n/a	+
UAGC86	<i>Pseudomonas</i> sp.	RIZ	RB 92579	+	+	n/a	+
UAGC723	<i>Pseudomonas</i> sp.	ER	RB867515	+	+	-	+
UAGC902	<i>Pseudomonas</i> sp.	ER	RB92579		+	n/a	+
UAGF14	<i>Pseudomonas</i> sp.	RIZ	RB 92579	+	+	+	+
EN230	<i>Pseudomonas</i> sp.	ER		+	+	n/a	+
UAGC869	<i>Stenotrophomonas</i> sp.	RIZ	RB867515	+	+	n/a	+
UAGC925	<i>Stenotrophomonas</i> sp.	RIZ	RB867515	-	-	n/a	+
UAGC965	<i>Stenotrophomonas</i> sp.	ER	RB867515	-	-	n/a	+

**Legenda:** RIZ: Rizosfera; ER: Endofítico de Raiz; EF: Endofítico de Folha; EC: Endofítico de Colmo; + : Positivos para a característica avaliada; - : Negativo para característica avaliada; n/a: característica não avaliada; FBN : Fixação Biológica de nitrogênio; P : Solubilização de Fosfato Inorgânico; EPS: Produção de Exopolissacarídeos; AIA: Síntese de ácido indol acético (**Fonte:** SOBRAL, 2003; BARBOSA, 2010; BARROS, 2010; SILVA, 2011; LIMA, 2012, FARIAS, 2015; SANTOS, 2015 ).

### 3.2. Coleta e preparo do material vegetal

A coleta e preparo do material vegetal ocorreram da seguinte forma: As hastes de rosas foram colhidas no início da manhã onde a planta matriz apresenta maior hidratação, selecionadas de plantas matrizes sadias e isenta de pragas e doenças; após serem coletadas foram transferidas imediatamente para um ambiente fechado (LGBM). Para o preparo das estacas consistiu na retirada de todas as folhas e gemas, exceto as duas últimas gemas da parte superior das estacas, em seguida foram feitos dois cortes, um corte reto na extremidade inferior da estaca e outro corte em bisel na extremidade superior da estaca, obtendo uniformemente após os cortes das estacas altura de 20 cm (Figura 1). Efetivou-se uniformemente os procedimentos citados, em todas as estacas empregadas nos ensaios, mantendo-as constantemente em recipientes com água para evitar a desidratação (Figura 1).



**Figura 1:** Preparo das estacas: (a) Retirada das folhas e gemas; (b) Estacas prontas sob hidratação constante.

### 3.3. Influência das bactérias promotoras do crescimento vegetal sob enraizamento e desenvolvimento das estacas de *Rosa* sp.

Para avaliar a influência das bactérias promotoras do crescimento vegetal, as estacas de *Rosa* sp. foram submetidas a nove tratamentos (Tabela 2), sob delineamento experimental inteiramente casualizado, havendo 10 repetições por tratamento.

**Tabela 2:** Tratamentos utilizados na avaliação do enraizamento e desenvolvimento das estacas de *Rosa* sp.

Tratamento	Descrição
CONT	Tratamento controle sem inoculação/sem ácido indol butírico (IBA)
IBA1000	Tratamento controle com ácido indol butírico a 1000 ppm/sem inoculação
IBA1500	Tratamento controle com ácido indol butírico a 1500 ppm/sem inoculação
BACI	Tratamento apenas com <i>mix</i> das linhagens do gênero <i>Bacillus</i> (UAGC159, UAGC 863)
BURK	Tratamento apenas com <i>mix</i> das linhagens do gênero <i>Burkholderia</i> (G29, G28, UAGC78, UAGC867)
ENTE	Tratamento apenas com <i>mix</i> das linhagens do gênero <i>Enterobacter</i> (UAGC930, UAGC903, UAGC879, UAGC917, UAGC901)
PANT	Tratamento apenas com <i>mix</i> das linhagens do gênero <i>Pantoea</i> (UAGC907, UAGC906, UAGC972, UAGC858, UAGC882)



Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal

PSEU	Tratamento apenas com <i>mix</i> das linhagens do gênero <i>Pseudomonas</i> (EN230, UAGF14, UAGC902, UAGC723, UAGC86)
STEN	Tratamento apenas com <i>mix</i> das linhagens do gênero <i>Stenotrophomonas</i> (UAGC869, UAGC925, UAGC965)

### 3.3.1 Preparo dos inóculos bacterianos

Para obtenção dos inóculos bacterianos se iniciou com a purificação das culturas bacterianas por meio da técnica de estrias de esgotamento para obtenção de colônias isoladas, em meio de cultura *Trypcase Soy Agar* (TSA) 10% sólido (Tabela 3).

Posteriormente a obtenção das colônias isoladas, as bactérias foram repicadas para 10 mL de meio de cultura de *Trypcase Soy Agar* (TSA) 10% líquido, acrescido de L-triptofano (Tabela 4), sob agitação constante (120 rpm) por 24 horas. Em seguida, as culturas bacterianas foram diluídas em solução tampão PBS (Tabela 5), acrescido de L-triptofano (5mM), de forma a atingir densidade óptica de 0,2 ( $DO_{600nm}$ ).

**Tabela 3:** Composição do meio de cultura *Trypcase Soy Agar* (TSA) 10% sólido.

Reagentes	Gramas/Litro de meio de cultura
Triptofana de Soja	1,5 g/L
Peptona Soja	5 g/L
NaCl	1,5 g/L
Ágar Bacteriológico	15 g/L
Água Destilada	1000 mL
pH 7,3	

**Tabela 4:** Composição do meio de cultura *Trypcase Soy Agar* (TSA) 10% líquido, acrescido de L-triptofano.

Reagentes	Gramas/Litro de meio de cultura
Triptofana de Soja	1,5 g/L
Hidrolisado de peptona	5 g/L
NaCl	1,5 g/L
L-triptofano	5 Mm
Água Destilada	1000 mL
pH 7,3	

**Tabela 5:** Composição do tampão Phosphate Buffered Saline (PBS) acrescido L-triptofano.

Reagentes	Gramas/Litro de meio de cultura
NaCl	8,0 g/L
KCl	0,2 g/L
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1,44 g/L
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,24 g/L
L-triptofano	5 Mm
Água destilada	1000 mL
pH 7,4	

### 3.3.2 Inoculação e plantio das estacas de *Rosa* sp.

Após o processo de diluição das culturas bacterianas em solução tampão PBS acrescida L-triptofano, as estacas foram imersas por aproximadamente 30 minutos sob agitação a cada 10 minutos (Figura 2). As estacas dos tratamentos: CONT, AIB1000 e AIB1500 também passaram pelo mesmo procedimento imersos na solução tampão PBS acrescida L-triptofano, porém sem o inóculo bacteriano. Posteriormente a esse processo microbiolização, as estacas foram colocadas em sacos de polietileno utilizados comercialmente para obtenção de mudas e o substrato empregado foi areia lavada e peneirada (Figura 3), irrigando-o após o plantio, com 50 mL da formulação utilizada na inoculação das estacas. Esses sacos com as estacas foram colocados na casa de vegetação (Figura 4), por um período de 40 dias, para a formação das mudas.

Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal



**Figura 2:** Estacas imersas em solução inoculante.



**Figura 3:** Substrato utilizado: areia lavada e peneirada.



**Figura 4:** Disposição do experimento na casa de vegetação.

### 3.3.3. Avaliação dos portas-enxertos

Após 40 dias de plantio, foram avaliados os seguintes fatores, como o índice da efetividade, o método utilizado sobre o enraizamento e desenvolvimento das mudas, salientando que durante esse período de cultivo, diariamente era realizado o desbaste das brotações indesejadas. Deste modo, foram avaliadas as mudas obtidas quanto às características de rizogênese adventícia. Como tamanho da raiz (medida por régua graduada), número de raízes adventícias, massa fresca das raízes e massa seca das raízes (acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa a 60° C até obtenção do peso seco constante). Quanto ao desenvolvimento da parte aérea das plantas foi avaliado o tamanho do ramo e a taxa de sobrevivência das estacas.



**Figura 5:** (a) Corte das raízes adventícias; (b) Contagem das raízes adventícias.



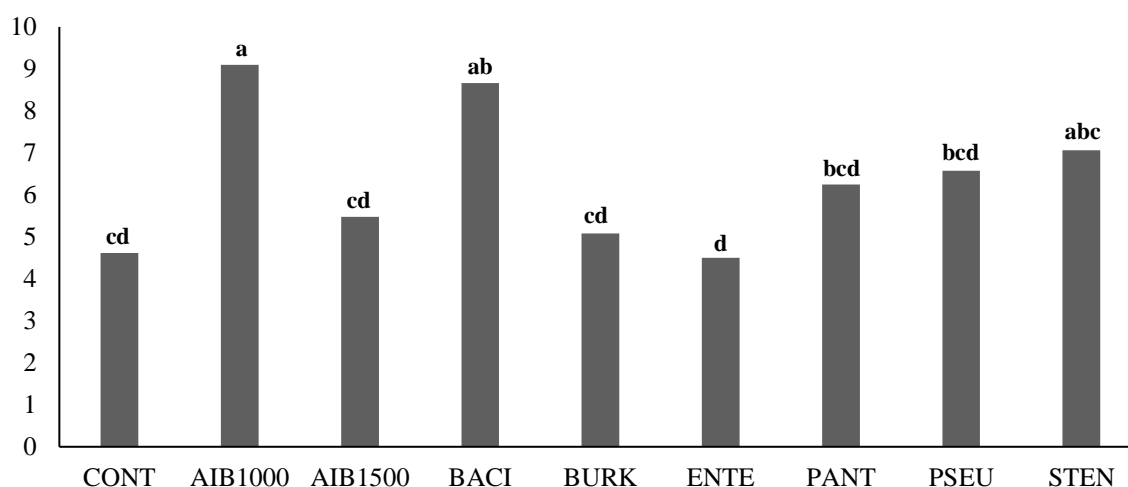
**Figura 6:** Medição do tamanho do ramo.

### **3.3.4 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade utilizando o programa estatístico SISVAR 5.1., para os dados avaliados.

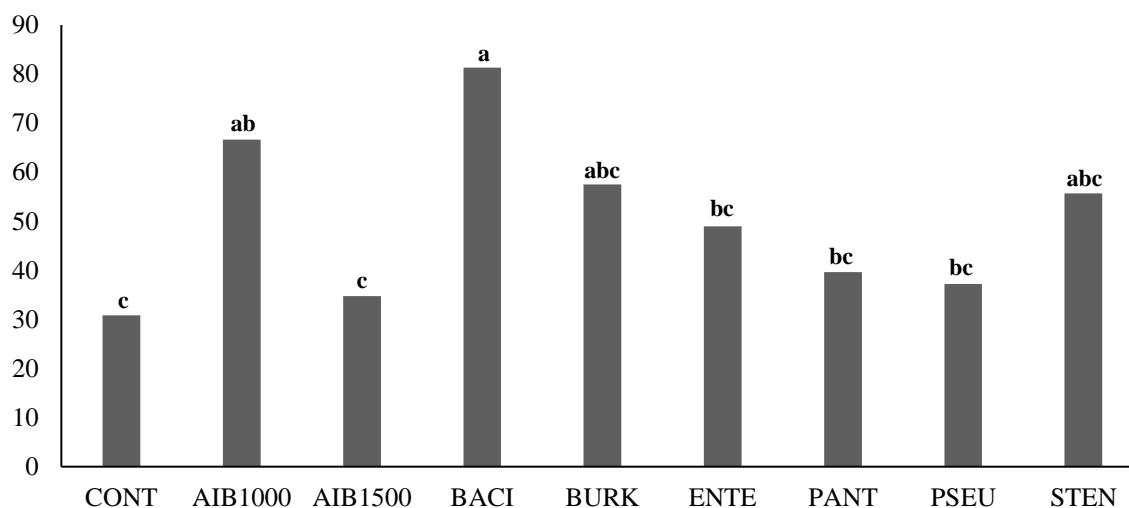
#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação a variável comprimento de raiz, o tratamento com o mix de bactérias do gênero *Bacillus* se destacou demonstrando um incremento significativo de 187,74% e 158,2% quando comparado com os tratamentos testemunhas CONT e AIB1500, respectivamente. Comparando com o tratamento controle AIB1000 não houve diferença significativa entre eles. O tratamento bactérias do gênero *Bacillus* demonstrou superioridade significativa aos demais ensaios com inoculação de bactérias, com exceção do tratamento com bactérias do gênero *Stenotrophomonas* (Figura 8).



**Figura 7:** Valores médios de comprimento das raízes adventícias das estacas de *Rosa* sp. dos tratamentos: CONT = controle sem inoculação/sem IBA; IBA1000 = controle com IBA a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500 = controle com IBA a 1500 ppm/sem inoculação; BACI = *mix* das linhagens do gênero *Bacillus*; BURK = *mix* das linhagens do gênero *Burkholderia*; ENTE = *mix* das linhagens do gênero *Enterobacter*; PANT = *mix* das linhagens do gênero *Pantoea*; PSEU = *mix* das linhagens do gênero *Pseudomonas*; STEN = *mix* das linhagens do gênero *Stenotrophomonas*. Letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ).

Para o número de raiz, o tratamento com inoculação das bactérias do gênero *Bacillus* apresentou médias superiores significativas de 263,78 % em relação a testemunha CONT e 234,05% ao tratamento AIB1500. Quando comparado com tratamento controle AIB1000 não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 9).



**Figura 8:** Valores médios do número de raízes adventícias das estacas de *Rosa* sp. dos tratamentos: CONT= controle sem inoculação/sem IBA; IBA1000= controle com IBA a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500= controle com IBA a 1500 ppm/sem inoculação; BACI= mix das linhagens do gênero *Bacillus*; BURK= mix das linhagens do gênero *Burkholderia*; ENTE = mix das linhagens do gênero *Enterobacter*; PANT = mix das linhagens do gênero *Pantoea*; PSEU = mix das linhagens do gênero *Pseudomonas*; STEN = mix das linhagens do gênero *Stenotrophomonas*. Letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ).

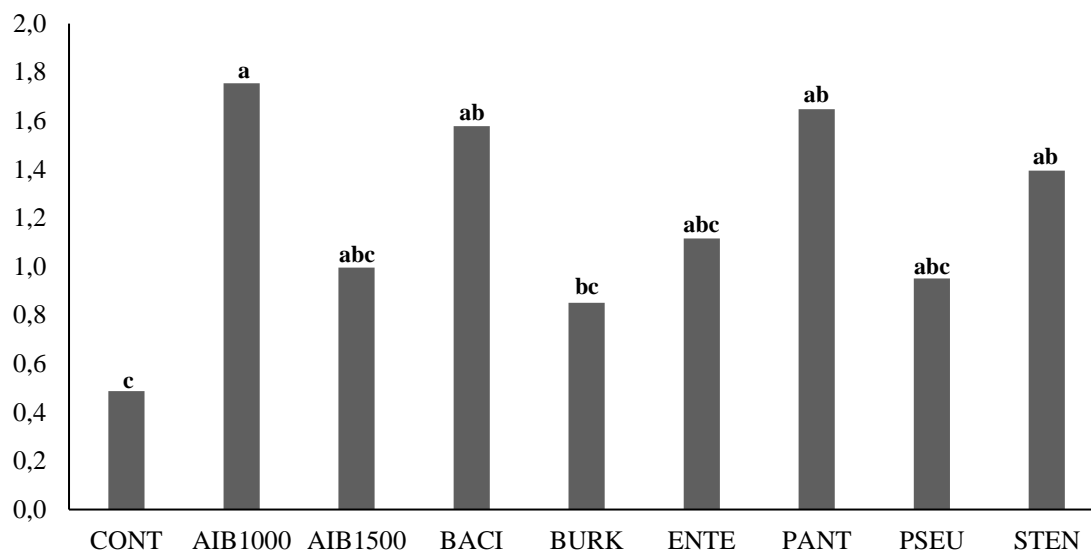
Resultados semelhantes foram apresentados por Raasch et al., (2013), no ensaio de inoculação de *Bacillus subtilis* em estacas de cinco clones diferentes de eucalipto, resultou no aumento do índice de emissão de raízes, propiciando melhoria na qualidade das raízes e incremento no desenvolvimento tanto do sistema radicular quanto da parte aérea.

O aumento de raízes adventícias principais quanto ao número, a espessura e o comprimento, são fundamentais para o desempenho inicial das mudas provenientes de estaquia no campo, proporcionando maior direcionamento e capacidade dessas raízes em absorverem água e nutrientes diminuindo a mortalidade das plantas e favorecendo seu crescimento e desenvolvimento (RAASCH et al., 2013).

Na aferição da massa fresca, os tratamentos com bactérias dos gêneros *Bacillus*, *Pantoea*, *Stenotrophomonas*, apresentaram um acréscimo significativo nos valores médios desta variável em 323,36%, 337,70%, 285,86%, respectivamente, quando comparado com valores médios do tratamento controle CONT. Comparando com tratamento controle AIB1000 e AIB1500 não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 10).



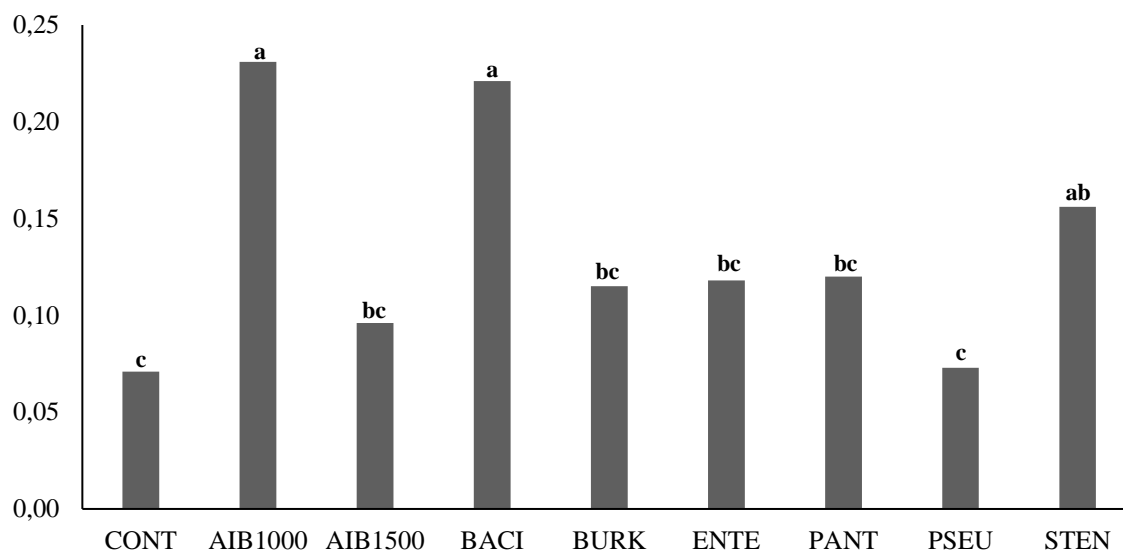
Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal



**Figura 9:** Valores médios da massa fresca raízes adventícias das estacas de *Rosa* sp. dos tratamentos: CONT= controle sem inoculação/sem IBA; IBA1000= controle com IBA a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500= controle com IBA a 1500 ppm/sem inoculação; BACI= mix das linhagens do gênero *Bacillus*; BURK= mix das linhagens do gênero *Burkholderia*; ENTE= mix das linhagens do gênero *Enterobacter*; PANT= mix das linhagens do gênero *Pantoea*; PSEU= mix das linhagens do gênero *Pseudomonas*; STEN= mix das linhagens do gênero *Stenotrophomonas*. Letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ).

Para a massa seca, os tratamentos BACI e STEN apresentaram um incremento significativo de 311,28% e 219,28%, respectivamente, frente ao tratamento testemunha (CONT). Quando comparado os tratamentos com *mix* de bactérias com o tratamento controle AIB1500, apenas o tratamento BACI apresenta valores médios superiores significativos de 162,5% em relação a testemunha AIB1500 (Figura 11).

Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal



**Figura 10:** Valores médios da massa seca raízes adventícias das estacas de *Rosa* sp. dos tratamentos: CONT= controle sem inoculação/sem IBA; IBA1000= controle com IBA a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500= controle com IBA a 1500 ppm/sem inoculação; BACI= *mix* das linhagens do gênero *Bacillus*; BURK= *mix* das linhagens do gênero *Burkholderia*; ENTE= *mix* das linhagens do gênero *Enterobacter*; PANT= *mix* das linhagens do gênero *Pantoea*; PSEU= *mix* das linhagens do gênero *Pseudomonas*; STEN= *mix* das linhagens do gênero *Stenotrophomonas*. Letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ).

Rizobactérias isoladas de limão cravo também induziram o aumento na biomassa da matéria seca das raízes desenvolvimento radicular e a formação de brotos nas estacas de violeta africana, quando comparados com tratamento controle com AIB, demonstrando que um inóculo proveniente de isolado de uma cultura diferente não se caracteriza como fator limitante na expressão da interação bactéria-planta positiva (BORACIN, et al., 2016).

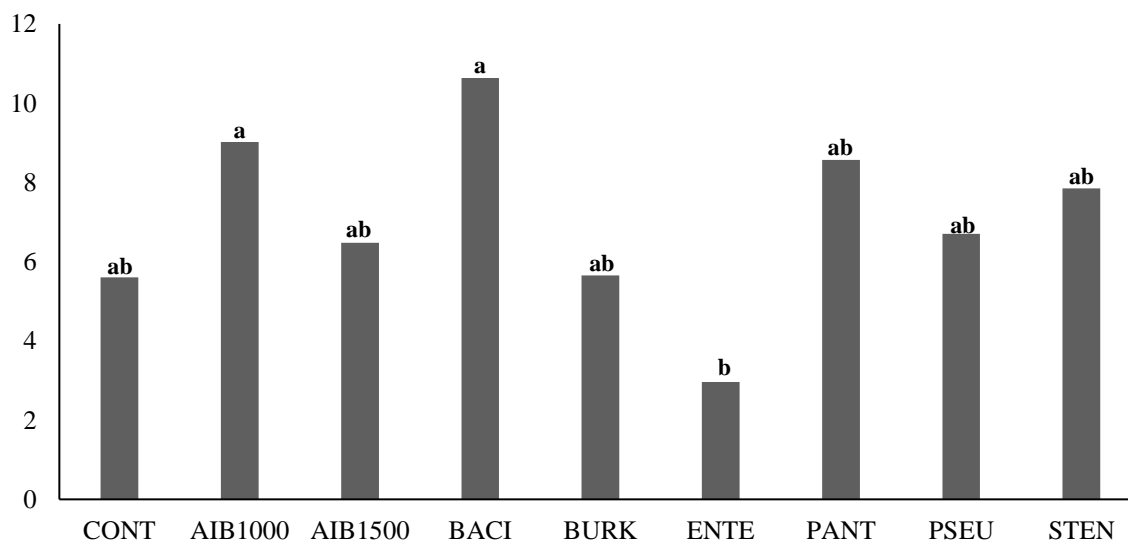
As bactérias gênero *Bacillus* avaliadas neste experimento também foram isoladas de uma cultura diferente, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). Afirmando que este fator não interferiu na bioprospecção destes microrganismos na cultura da roseira.

Texeira et al. (2007) encontrou entre 107 isolados de bactérias obtidas da rizosfera de mudas de diferentes clones de eucalipto, 10 (Ca, FL2, MF2, MF4, RC3, R1, 3918, S1, S2 e CIIB) apresentaram potencial como promotores de enraizamento de estacas e miniestacas de *Eucalyptus* spp., proporcionando ganhos de 110% no enraizamento e de até 250% no peso de matéria seca de raízes de estacas e miniestacas.

Bactérias diazotróficas não simbióticas (BDNS) também demonstraram ser potencialmente capazes de promoverem o calejamento e enraizamento das estacas semi-lenhosas das cultivares de oliveira da mesma forma que aquelas tratadas com hormônio comercial AIB (SILVA, et al., 2017).

O potencial de enraizamento de estacas provenientes pelo método de estaquia não está exclusivamente relacionado com as auxinas, mas quanto ao um conjunto de fatores abióticos e bióticos (SILVA et al., 2017). Neste aspecto, as inoculações de bactérias promotoras do crescimento vegetal estão a frente, por disponibilizar não somente ácido indol acético, possuindo outros atributos como solubilização de fostato, fixação de nitrogênio, produção de outros fitohormônios como giberelina, citocinina e etileno, produção de enzimas quitinases, glutanases e celulases, produção de exopolissacarídeos, biofilme e biocontrole de patógenos.

Na avaliação do variável comprimento do ramo, houve apenas diferenciação significativa entre os valores médios obtidos dos tratamentos BACI e ENTE, sendo a média do tratamento BACI maior 358,50% em relação ao tratamento ENTE (Figura12).



**Figura 11:** Valores médios do comprimento do ramo das estacas de *Rosa* sp. dos tratamentos: CONT= controle sem inoculação/sem IBA; IBA1000= controle com IBA a 1000 ppm/sem inoculação; IBA1500= controle com IBA a 1500 ppm/sem inoculação; BACI= mix das linhagens do gênero *Bacillus*; BURK= mix das linhagens do gênero *Burkholderia*; ENTE= mix das linhagens do gênero *Enterobacter*; PANT= mix das linhagens do gênero *Pantoea*; PSEU= mix das linhagens do gênero *Pseudomonas*; STEN= mix das linhagens do gênero

Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal

*Stenotrophomonas*. Letras iguais não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,01$ ).

A associação de bactéria-planta pode apresentar resultados positivos na produção de uma determinada cultura, como demonstrado neste trabalho. Entretanto, interação entre bactérias e raízes de plantas pode ser benéfica, prejudicial ou neutra (SCHIPPERS et al., 1987). Neste aspecto, o genótipo da cultura é o fator limitante podendo implicar diretamente na expressão fenotípica das características bacterianas (LOREDO-OSTI et al., 2004).

Portanto, este trabalho realizado com a cultura da roseira, o qual avaliou as características bacterianas de promoção do crescimento vegetal, evidenciou a capacidade potencial das linhagens bacterianas em promover o enraizamento e estimular o crescimento das estacas de *Rosa* sp., tornando assim, uma alternativa promissora para aplicação biotecnológica agrícola, visando o aumento da produtividade sustentável e economicamente viável da agricultura.

## **5 CONCLUSÕES**

O tratamento com bactérias do gênero *Bacillus* obteve destaque superando as testemunhas CONT, AIB1500 e assemelhando-se tratamento controle AIB1000 em todas as características de rizogênese avaliadas, afirmando-se como alternativa biotecnológica viável, propiciando melhoria na qualidade no sistema radicular aumenta a qualidade das mudas e diminui a mortalidade, produzindo mudas com condições melhores para irem a campo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA C.V.; ANDREOTE, F.D.; YARA, R.; TANAKA, F.A.O., AZEVEDO, J.L., ALMEIDA, M. 2009. Bacteriosomes in axenic plants: endophytes as stable endosymbionts. **World J. Microbiol. Biotechnol.** 25: 1757-1764. DOI: 10.1007/s1274-009-0073-8.
- BARBOSA, J.G.; GROSSI, J.A.S.; PIVETTA, K.F.L.; FINGER, F.L.; SANTOS, J.M. **Cultivo de rosas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p. 20-29, 2005.
- BARBOSA, M. V. **Interação entre bactérias produtoras de auxinas e diferentes variedades de cana-de-açúcar (*Saccharums* spp.) cultivadas em Pernambuco**. 60p. Monografia (graduação) – Unidade Acadêmica de Garanhuns/Universidade Federal Rural de Pernambuco – UAG/UFRPE. 2010.
- BARROS, M. C. S. **Bactérias endofíticas de cana-de-açúcar e mandioca: isolamento, caracterização e potencial de promoção de crescimento vegetal**. 80 p. 105, Monografia (graduação) – Unidade Acadêmica de Garanhuns/Universidade Federal Rural de Pernambuco – UAG/UFRPE, 2010.
- BENDAHDANE, M.; DUBOIS, A.; RAYMOND, O.; BRIS, M.L. Genetics and genomics of flower initiation and development in roses. **Journal of Experimental Botany**, v 64, p.847-857. 2013.
- BLOEMBERG, G. V; LUGTENBERG, B. J. J. Molecular basis of plant-growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v.4, p. 343-350, 2001.

Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal

BORACIN, M. A.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I.; JUNIOR, R. A. Efeito de bactérias rizosféricas e fertilizantes no enraizamento de violeta africana. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 1, p. 366-375, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v14i1.2487>

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 221p, 2005.

FARIAS, A.R.B. **Inoculação de sementes de feijão e milho com bactérias promotoras de crescimento vegetal**. 75fs. Dissertação (Mestrado em Produção agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns, 2015.

FERRARA, F. I. S.; OLIVEIRA, Z. M.; GONZALES, H.H.S.; FLOH, E. I.S.; BARBOSA, H. R. Endophytic and rhizospheric enterobacteria isolated from sugar have potentials for producing plant growth-promoting substances. **Plant Soil**. 347:1-400, 2001.

FERREIRA, R. N. D.; BELO, M. **Cadeia produtiva da floricultura no Estado do Rio de Janeiro**. Nova Friburgo, RJ: SEAPEC/EMATER-RIO - Secretaria de Estado de Agricultura e Pecuária/ Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural no Estado do Rio de Janeiro, 2015.

GAUDIN, V.; VRAIN, T.; JOUANIN, L. Bacterial genes modifying hormonal balances in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 32, n. 1, p. 11-29, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR. **Mercado de Flores**. Holambra, SP: IBRAFLOR, 2017. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/site/2017/11/04/mercado-de-flores-vera-longuini/>. Acesso em: novembro de 2017.

Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal

JÚNIOR, J.C.L.; NAKATANI, J.K.; NETO, L.C.M.; LIMA, L.A.C.V.; KALAKI, R.B.K.; CAMARGO, R.B. **Mapeamento e Quantificação da Cadeia de Flores e Plantas Ornamentais do Brasil**. São Paulo: OCESP, novembro de 2015.

LIMA, D. R. M. **Bactérias fixadoras de nitrogênio associadas a plantas de cana-de-açúcar cultivadas em Pernambuco**. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 110 p. 2012.

MOREIRA, F.M.S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R.S.A. et al. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicação. **Comunicata Scientiae**, v.2, p.74-99, 2010.

OINAM, G.; YEUNG, E.; KUREPIN, L.; HASLAM, T. E VILLALOBOS, A.L.; Adventitious Root Formation in Ornamental Plants: I. General Overview and Recent Successes. **Propagation of Ornamental Plants**, 1/2: 78-90, 2011.

ONO, E.O.; FORTES, A.M.T.; RODRIGUES, J.D.; CAMBRIA, S. Efeitos de diferentes concentrações de ANA no enraizamento de Estacas de rosa. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v.38, n.1, p.11-15, 2004.

PEREIRA, M.C.; SANTOS, L.S.; MARTINS, S.S.; LIMA, M.A.; RIBEIRO, V.G. Propagação vegetativa de cacaueiros pelo processo de estaquia, testando diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Semiárido De Visu**, v. 3, n. 3, p. 118-124, 2015.

PIROLA, K. et al. Ácido indolbutírico no enraizamento de mini estacas de roseiras. **Ornamental Horticulture (Revista Brasileira de Horticultura Ornamental)**, [S .1.], v. 22, n. 1, p. 43-49, abr. 2016.



Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal

PODILE, A.R; KISHORE, AK. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. In: GNANAMANICKAM, S.S (Ed.). **Plant-Associated Bacteria Netherlands: Springer Verlag**. Pt 2, p. 195-230. 2007.

RAASCH, L. D.; BONALDO, S. M.; OLIVEIRA, FERNANDES, A. A. *Bacillus subtilis*: enraizamento e crescimento de miniestacas de eucalipto em Sinop, norte de Mato Grosso. **Bioscience Journal**, v. 29, n. p. 1446-1457, 5, 2013.

RYAN, R.P., Germaine K., Franks A., Ryan D.J., Dowling D.M. Bacterial endophytes: recent developments and applications. **FEMS Microbiol.** 2008. Lett. 278: 1-9. DOI: 10.1111/j.1574-6968.2007.00918.x.

SANTOS, I.B.; **Bactérias associadas a plantas de cana-de-açúcar: diversidade genética e promoção de crescimento vegetal**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns, 2015.

SILVA, M.O.; **Bactérias associadas à cana-de-açúcar: isolamento e potencial promoção de crescimento vegetal**. 69 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2011.

SILVA, T. F.; MELLONI, R.; MELLONI, E.G.P.; GONÇALVES, E. D. Non-symbiotic diazotrophic bacteria and the rooting of olive semi-hardwood cuttings (*Olea europaea* L.). **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 61-71, 2017.

SCHIPPERS, B.; BAKKER, A. W.; BAKKER, P. A. H. M. Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices. **Annual review of Phytopathology**, v. 25, n. 1, p. 339-358, 1987.

Gomes Barbosa, Jesimiel - Enraizamento de estacas de *Rosa* sp. sob a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal

SOBRAL, J.K.; **A comunidade bacteriana endofítica e epifítica de soja (*Glycine max*) e estudo da interação endófitos-plantas**. 174f. Tese de Doutorado. Programa de Doutorado em Agronomia – Escola de Agricultura Superior Luiz de Queiroz /ESALQ- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SPASSIN, A. C.; VANDRESEN, P. B.; NEVES, D.; OLIVEIRA, G. F. A., UKAN, D., PERES, F. S. B.. Promoção do crescimento e enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus dunnii* por rizobactérias e bactérias do filoplano. **FLORESTA**, v. 46, n. 3, p. 387-396, 2016.

TAKANE, R.J.; TADEU, P.; CASARINI, E. 2007. **Cultivo de rosas**. Brasília: Editora LK. 171 p.

TEIXEIRA, D. A., AIFENAS, A. C., MAFIA, R. G., FERREIRA, E. M., SIQUEIRA, L. D., MAFFIA, L. A., MOUNTEER, A. H. Rhizobacterial promotion of eucalypt rooting and growth. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, n. 1, p. 118-123, 2007.

ZAWADZKA, Marta et al. The impact of three bacteria isolated from contaminated plant cultures on in vitro multiplication and rooting of microshoots of four ornamental plants. **Journal of Horticultural Research**, Volume 21, Edição 2, Páginas 41-51, fev. 2014. DOI: <https://doi.org/10.2478/johr-2013-0020>.