

## **Rizobactérias como agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas**



ISSN 0103-9865  
Novembro, 2013

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Rondônia  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Documentos 155***

### **Rizobactérias como agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas**

José Roberto Vieira Júnior  
Cléberson de Freitas Fernandes  
Hildebrando Antunes Júnior  
Maria Silvana da Silva  
Domingos Sávio Gomes da Silva  
Ueliton Oliveira da Silva

Porto Velho, RO  
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Rondônia**

BR 364 km 5,5, Caixa Postal 127, CEP 76815-800, Porto Velho, RO  
Telefones: (69) 3901-2510, 3225-9387, Fax: (69) 3222-0409  
www.cpafrro.embrapa.br

**Comitê de Publicações**

Presidente: *Cléberon de Freitas Fernandes*

Secretárias: *Marly de Souza Medeiros e Sílvia Maria Gonçalves Ferradaes*

Membros:

*Marília Locatelli*

*Rodrigo Barros Rocha*

*José Nilton Medeiros Costa*

*Ana Karina Dias Salman*

*Luiz Francisco Machado Pfeifer*

*Fábio da Silva Barbieri*

*Maria das Graças Rodrigues Ferreira*

Normalização: *Daniela Maciel*

Editoração eletrônica: *Marly de Souza Medeiros*

Revisão gramatical: *Wilma Inês de França Araújo*

**1ª edição**

1ª impressão (2013): 100 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Rondônia

---

Rizobactérias como agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas / José Roberto Vieira Júnior ... [et al]. -- Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2013.  
15 p. – (Documentos / Embrapa Rondônia, ISSN 0103-9865; 155).

1. Controle biológico. 2. Defesa Vegetal. 3. Rizobactérias. I. Vieira Júnior, José Roberto. II. Fernandes, Cléberon de Freitas. III. Silva, Maria Silvana da. IV. Antunes Júnior, Hildebrando. V. Silva, Domingos Sávio Gomes da. VI. Silva, Ueliton Oliveira da. VII. Título. VIII. Série.

---

CDD 576

© Embrapa - 2013

## **Autores**

**José Roberto Vieira Júnior**

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO,  
jose-roberto.vieira@embrapa.br

**Cléberon de Freitas Fernandes**

Farmacêutico, D.Sc. em Bioquímica, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, cleberon.fernandes@embrapa.br

**Hildebrando Antunes Júnior**

Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC-CNPq, Porto Velho, RO, hjuninho@gmail.com

**Maria Silvania da Silva**

Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC-CNPq, Porto Velho, RO, msilvania1@gmail.com

**Domingos Sávio Gomes da Silva**

Assistente da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO,  
domingos.silva@embrapa.br

**Ueliton Oliveira da Silva**

Graduando em Agronomia, Bolsista PIBIC-CNPq, Porto Velho, RO, uelitonhonda5@hotmail.com



## Sumário

<b>Introdução.....</b>	<b>7</b>
<b>Rizobactérias como agentes de controle biológico de doenças .....</b>	<b>8</b>
<b>Mecanismos de antagonismo direto promovidos por rizobactérias.....</b>	<b>9</b>
<b>Rizobactérias como indutoras de resistência.....</b>	<b>9</b>
<b>Rizobactérias como promotoras do crescimento de plantas .....</b>	<b>11</b>
<b>Colonização radicular por rizobactérias.....</b>	<b>12</b>
<b>Referências .....</b>	<b>12</b>



# Rizobactérias como agentes de controle biológico e promotores de crescimento de plantas

---

*José Roberto Vieira Júnior*  
*Cléber de Freitas Fernandes*  
*Hildebrando Antunes Júnior*  
*Maria Silvana da Silva*  
*Domingos Sávio Gomes da Silva*  
*Ueliton Oliveira da Silva*

## Introdução

O controle biológico de enfermidades de plantas tem sido usado desde a mais remota antiguidade, ainda que de forma empírica, conforme Cook e Baker (1983). Assim, relatam os autores que, desde 5000 aC, os egípcios não tinham problemas com *S. cepivorum* em cebola posto que as inundações cíclicas do rio Nilo encarregavam-se de manter as margens cultiváveis cobertas com uma lâmina d'água, o que favorecia a prevalência, na microbiota do solo, de antagonistas naturais ao patógeno. A enfermidade, contudo, passou a ter importância após a construção da represa de Aswan, a qual alterou este ciclo natural de inundações. Também os chineses, já em 4000 aC, costumavam deixar o solo em repouso se a colheita era pobre, intuitivamente aumentando as chances da população de antagonistas da microbiota do solo recuperar-se e os maias, 1000 aC, entremeavam fileiras de cravo-de-defunto nos campos de plantio, usando esta planta, hoje reconhecida como antagonista, de forma intuitiva para o controle biológico de nematoides (KHAN et al., 1971).

Os primeiros trabalhos envolvendo a introdução consciente de antagonistas visando o controle biológico de enfermidades de plantas aconteceram no início do século XX, nas décadas de 1920-1940. Assim, Hartley (1921) infestou solo de viveiro de *Pinus* sp. com 13 potenciais antagonistas fúngicos, tentando controle de tombamento. Também Henry, (1931), lançou mão de fungos e bactérias de solo em visando controlar *Helminthosporium sativum* em trigo. Desde então, o biocontrole de enfermidades de plantas tem sido uma das linhas de pesquisa mais trabalhada e investigada por fitopatologistas de todo o mundo.

Tem-se conhecimento já a algumas décadas que certas bactérias habitantes de solo, quando aplicadas de forma massal sobre a rizosfera de plantas, são capazes de promover o controle de doenças, via antagonismo direto ou indução de resistência e, paralelamente promoverem o crescimento de plantas.

Em sua associação com as plantas, as rizobactérias benéficas, internacionalmente conhecidas como PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria), podem promover crescimento ou induzir resistência a múltiplos patógenos, por meio de um fenômeno denominado RSI (Resistência Sistêmica Induzida). Vários são os mecanismos que têm sido relatados associados à rizobactérias como a capacidade de fixação não simbiótica de nitrogênio, solubilização de fosfatos, produção de fosfatases, produção de compostos complexos que quelam nutrientes

no solo, produção de fitormônios, biorremediação entre outros (ROMEIRO, 2007). Assim sendo, as PGPR podem ser (e têm sido) usadas para fins agrônômicos, no controle de enfermidades de plantas por indução de resistência. (CHEN et al. , 1996; ROMEIRO et al., 2000; ROMEIRO 2007).

## Rizobactérias como agentes de controle biológico de doenças

Atualmente tem se buscado alternativas de controle de doenças menos prejudiciais ao meio ambiente e ao homem, visando a redução ou eliminação do uso de defensivos com intuito de produzir alimentos saudáveis. Em tempos recentes o mundo ocidental tem tomado conhecimento e percebido a incomensurável potencialidade do desenvolvimento de tecnologias específicas para ativação de mecanismos de defesa de plantas como alternativa inteligente ao uso indiscriminado de defensivos (CAMPANHOLA; BETIOL, 2003). Nesse sentido, tem se buscado no controle biológico, seja por rizobactérias, por residentes de filoplano ou endofíticas uma melhor aproximação a estes requisitos (ROMEIRO, 2007). Segundo Vieira Júnior (2005), o controle biológico é uma ferramenta indispensável, onde se deseja maior eficiência de controle e de utilização da terra com menor custo.

Dessa forma, a utilização de rizobactérias como agentes de controle biológico de fitopatógenos e como promotoras de crescimento tem se mostrado como excelente alternativa. Estas bactérias podem atuar em vários mecanismos, como antibiose, competição por ferro, indução de resistência, mineralização de fosfatos, fixação de nitrogênio e reguladores de crescimento, além de serem capazes de inibir o crescimento de outros organismos no solo (ROMEIRO, 2005), tanto aderidas às raízes quanto livres na solução do solo.

As pesquisas com rizobactérias não simbióticas, utilizadas como tratamento de sementes, foram iniciadas no século XIX com intuito de melhorar o crescimento e o rendimento das plantas (FREITAS, 2007). Países como Rússia, Ucrânia e Índia foram os primeiros que realizaram pesquisas e utilizaram microrganismos bacterianos na agricultura (HARTHMAN, 2009).

Estudos com rizobactérias na agricultura iniciaram-se na década de 1960 na China.

De acordo com Zago et al., (2000) as rizobactérias promotoras de crescimento de plantas são os microrganismos antagônicos mais estudados atualmente com potencial para serem utilizados na agricultura. Para Harthmann (2009) as rizobactérias devem apresentar três características: colonizar as raízes, sobreviver e se multiplicar, competindo com a microbiota nativa e estimulando o crescimento vegetal

O termo de "rizobactérias promotoras de crescimento vegetal" foi utilizado pela primeira vez em 1978 com a utilização de estirpes específicas de *Pseudomonas fluorescens* (Migula) e *Pseudomonas putida* (Trevisan) (KLOEPPER; SCHROTH, 1978). Após esses resultados, as RPCV passaram a ser pesquisadas numa grande amplitude de espécies vegetais (HARIPRASAD; NIRANJANA, 2009). Atualmente, existem vários trabalhos com rizobactérias visando ao controle de doenças e à promoção de crescimento de plantas (KUMAR et al., 2009).

Segundo Podile e Kishore (2006) as bactérias dos gêneros *Aeromonas*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Arthobacter*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Gluconacetobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas* e *Serratia*, são as mais encontradas, associadas à raízes de plantas no solo. Destas, segundo Hernández (2000) as bactérias do gênero *Pseudomonas* predominam entre todos os microrganismos que habitam a rizosfera, por serem capazes de colonizar os órgãos das

plantas, tais como, raízes e tubérculos, utilizam exsudatos radiculares e produzem uma grande variedade de metabólitos secundários tóxicos a fungos e bactérias fitopatogênicas, entre os quais se destacam os antibióticos e os alcaloides (HERNÁNDEZ et al., 1999). Além da antibiose, certas espécies de *Pseudomonas*, especialmente aqueles do grupo fluorescente, são capazes de produzir compostos que quelam o ferro, presente em baixas concentrações na rizosfera. Estes compostos são denominados sideróforos e atuam inibindo o crescimento de outros microrganismos (FREITAS, 2007; ROMEIRO 2007). Paralelamente Petras e Casida, (1985) consideram que do ponto de vista de facilidade de utilização e capacidade de sobrevivência tanto em solo como estocadas as rizobactérias do gênero *Bacillus* apresentam elevado potencial como inoculantes para as culturas.

## Mecanismos de antagonismo direto promovidos por rizobactérias

Dentro os mecanismos conhecidos de antagonismo, o mais importante é a antibiose, na qual um ou mais metabólitos produzidos por um organismo tem efeito nocivo sobre o outro (BETTIOL, 1991). Diversos são os efeitos conhecidos de antibiose, como a inibição de germinação ou crescimento micelial ou inativação de células intoxicação química. Estes compostos atuam como bactericidas, fungicidas ou fungistáticos e, em alguns casos nematicida (ROMEIRO, 2007; BARBOSA, 2009). Os antibióticos são compostos orgânicos com baixo peso molecular que, em baixas concentrações, são deletérios ao crescimento ou às atividades metabólicas de outros organismos (FRAVEL, 1988).

A competição por nutrientes e espaço também está associada ao controle biológico do patógeno. Paulitz (1990) relata que a competição por espaço ocorre, principalmente, pela ocupação dos sítios de colonização e competição por nutrientes, pelos três elementos essenciais para a maioria dos fitopatógenos: carbono, nitrogênio e ferro.

As rizobactérias possuem alta afinidade por ferro com capacidade de inibir patógenos nos solos com restrição desse micronutriente (BRUNETTA, 2006). Sideróforos (do Grego: "carregadores de ferro") são moléculas sequestradoras de ferro de baixo peso molecular e elevada afinidade pelo substrato. Dentre os compostos sideróforos conhecidos pode-se citar a pioverdina e enterobactina, secretadas por microrganismos em resposta à baixa disponibilidade de  $Fe^{3+}$  em solução (ROMEIRO, 2007; BARBOSA, 2009; OLIVEIRA, 2010).

## Rizobactérias como indutoras de resistência

É fato conhecido que a dispensa de rizobactérias especificamente selecionadas para tal fim, na rizosfera da planta que se deseja proteger, promove controle de múltiplas enfermidades (HOFFLAND et al., 1997; CHEN et al., 1996; KLOPPER et al., 1997). Muitas vezes ocorre o controle biológico clássico por antagonismo direto exercido pela PGPR contra o fitopatógeno (TUZUN; KLOPPER, 1995). Mas há situações cientificamente descritas em que antibiose e antagonismo apenas não explicam o controle biológico exercido (LOON et al., 1998). Nos dias atuais, assume-se que quando a PGPR coloniza o sistema radicular, moléculas constituintes da célula bacteriana ou por ela sintetizadas atuam como eliciadores de sinais bioquímicos, provavelmente jasminatos ou etileno (PIETERSE et al., 2001; LOON et al., 1998; TON et al., 2001). Esse sinal transloca-se até sítios distantes do local de sua gênese, genes que codificam para a síntese de componentes da resistência são ativados e esta é expressa (VAN LOON et al., 1998; DI PIERO et al., 2005)

É ampla a lista de patógenos capazes de serem inibidos por indução de resistência mediada por rizobactérias. As rizobactérias induzem resistência em plantas contra fungos, bactérias, vírus, nematoides e insetos (ROMEIRO, 2007; SILVA et al, 2004).

Considera-se que uma pequena proporção das rizobactérias incluídas entre as PGPRs exercem algum efeito benéfico para a planta com a qual se encontram associado, seja induzindo resistência, seja promovendo o crescimento de plantas (ROMEIRO, 2005). Quando uma rizobactéria coloniza a raiz, moléculas presentes em célula bacteriana e por ela sintetizada atuam como eliciadores. Esses eliciadores atuam como sinais e acionam os mecanismos de defesa, havendo, então, a resistência sistêmica induzida (VAN LOON et al., 1998; BARBOSA, 2009). O ácido salicílico (AS), ácido jasmônico (AJ) e o etileno são os principais sinais endógenos que levam a respostas de defesa nas plantas (BERNARDES, 2006).

Um grande número de PGPR tem sido identificado como potenciais eliciadores da ISR, pela capacidade de controlar sistematicamente várias doenças em diversas espécies de plantas. Entretanto, quando se utiliza uma PGPR como agente de controle biológico, dispensando-a na rizosfera, resulta em controle de enfermidades da parte aérea deixando toda a planta mais resistente a patógenos.

Para melhor entendimento da ISR induzida por rizobactéria, foi desenvolvido um modelo baseado em *Arabidopsis*, utilizando a estirpe não patogênica da rizobactéria *Pseudomonas fluorescens* WCS41r como agente indutor (PIETERSE et al., 1996). Pieterse et al. (2002) demonstraram que a estirpe WCS417r é responsável pela ativação de ISR em muitas espécies de plantas, por exemplo, cravo, rabanete, tomate, e feijão.

Existem vários trabalhos que relatam a indução de resistência sistêmica a diversos patógenos, como a indução de resistência pelo uso da bactéria *P. fluorescens* (NANDAKUMAR et al., 2001). Esses mesmos autores verificaram aumentos nas atividades de quitinase e peroxidase quando as plantas foram tratadas com *P. fluorescens* em desafio com *Rhizoctonia solani*, agente causal da queima das bainhas em arroz, independentemente do tratamento com o agente indutor. Teixeira et al., (2005) avaliando a possível indução de resistência sistêmica, mediada por isolados de PGPR de eucalipto, sobre a ferrugem e o efeito do tempo de ativação da resposta de resistência sistêmica, observaram que mudas tratadas com rizobactérias, apenas uma semana antes da inoculação com *Puccinia psidii*, foi menos eficiente na redução da severidade que mudas tratadas 80 dias antes do desafio com o patógeno.

Paralelamente, sabe-se que rizobactérias podem induzir plantas à ativação de PR – proteínas. Estas também são produzidas como resposta a infecção por patógenos e que participam ativamente no fenômeno de resistência induzida, tanto quando a indução é por fatores bióticos como por abióticos (STICHER et al., 1997; BOWLES, 1990; FERNANDES, 2004; SHAH et al., 1997 apud ROMEIRO, 2007). PR – proteínas estão localizadas intra e extracelularmente, se acumulam em tecidos vegetais intactos ou em cultura de células após o tratamento com elicitores ou ataque de patógenos. Esse acúmulo pode ocorrer em locais de infecção ou em sítios distantes destes, em casos de indução de resistência sistêmica. (BOWLES, 1990; STICHER et al., 1997). Muitas PR – proteínas possuem tanto atividade antifúngica como atividade antibacteriana *in vitro*, como por exemplo quitinases, glucanases e proteínas que se ligam à quitina (RAUSCHER et al., 1999; ZAREIE et al., 2002). A degradação de polissacarídeos estruturais da parede celular de fungos ou alterações na sua arquitetura, promovidas por estas enzimas, podem prejudicar o desenvolvimento do microrganismo, impedindo seu crescimento (ZAREIE et al., 2002).

## Rizobactérias como promotoras do crescimento de plantas

Outra forma de uso de rizobactérias na agricultura é para a promoção do crescimento de plantas (RPCP). A utilização de RPCP direta ou indiretamente, teria a vantagem de diminuir a utilização de insumos químicos, com benefícios tanto de ordem econômica quanto de ordem ecológica, uma vez que tais produtos geram, frequentemente, problemas de contaminação ambiental (ROMEIRO, 2007; FREITAS, 2007). O uso de rizobactérias para promoção de crescimento ou para maior produtividade da cultura acarretaria um menor custo de produção e melhores rendimentos na cultura, proporcionando ao produtor maior retorno econômico.

Em estudo realizado com rizobactérias para promoção de crescimento em clones de eucalipto obteve-se um aumento do incremento no índice de enraizamento de 21,4%, e biomassa de raízes 78% em relação o controle (MAFIA, 2004). Já em trabalho realizado com o fungo *Trichoderma harzianum* em cultivo de milho para a promoção de crescimento, Resende (2004) relata que, obteve um incremento na matéria seca de raiz de 24,6% em relação ao controle. Este método de usar rizobactérias para promoção de crescimento de plantas é utilizado há anos. Há relatos de uso dessas rizobactérias na China em 1987, onde as PGPR são conhecidas como YIB (Yield increasing bacteria). Essas bactérias foram aplicadas em 48 culturas diferentes em 3,35 milhões de hectares (ZHANG et. al., 1996; WENHUA; HETONG, 1997).

Zehnder et al. (2001), relata que na China a microbiolização de sementes antes do plantio para promoção de crescimento de plantas é uma prática rotineira, pois o governo distribui aos produtores 3.000 toneladas de formulações de células de rizobactérias, PGPR, para serem usadas em cultivos de trigo, soja, arroz, dentre outras culturas. Sabe-se que na China hoje há em média 18 produtos comerciais a base de PGPR para serem usados na agricultura.

Em conformidade com Romeiro (2007) as rizobactérias, além de contribuírem para o crescimento, contribuem para aumentar a produção da cultura. As rizobactérias benéficas, PGPR, atuam de várias formas para promoverem um maior crescimento ou produção da cultura. Destes mecanismos de atuação, se destacam a fixação de nitrogênio, solubilização de fosfatos retidos no solo, produção de sideróforos e produção de substâncias hormonais como as auxinas (Ácido indolacético) e Ácido Giberélico (SILVEIRA, 2007)

Outro mecanismo é a disponibilização de fósforo no solo, quando este está em forma não aproveitável pelas plantas. O fósforo foi chamado de "a chave da vida" porque é envolvido diretamente na maioria de processos da vida e compostos de transferência de energia (TROEH; THOMPSON, 2007).

A mineralização de fósforo é um processo realizado por alguns microrganismos existentes no solo. Segundo Cardoso et al (1992), esse mecanismo depende de vários fatores, como a composição do material orgânico, as populações de microrganismos envolvidos, temperatura, umidade, aeração, pH do solo e práticas culturais, como adições de fertilizantes. Diferentes gêneros bacterianos, como *Pseudomonas sp*, *Bacillus sp*. e *Agrobacterium sp*, possuem habilidade para solubilizar fosfatos de compostos inorgânicos (RODRÍGUEZ; FRAGA, 1999).

O fósforo é um elemento limitante nos solos brasileiros, exigindo doses elevadas de adubação fosfatadas para obter maiores rendimentos na produção da cultura. Rizobactérias são ditas como capazes de solubilizar o fósforo dissolvido e degradar a matéria orgânica presente no solo disponibilizando formas solúveis de fosfatos, por meio de enzimas fosfatases (RODRÍGUEZ; FRAGA, 1999). Certas espécies do gênero *Pseudomonas* produzem sideróforos que quelam o ferro na rizosfera, inibindo o desenvolvimento de alguns microrganismos que dependem do ferro para sua sobrevivência, incluindo fitopatógenos, que têm menor capacidade de competição por ferro. Tal competição, em um ambiente com baixa concentração de ferro explica os efeitos

observados sobre a promoção de crescimento de plantas e a produção em algumas culturas. O mecanismo para produção de sideróforos é realizado somente sob condições de baixa disponibilidade de ferro no solo. Nesse caso, os microrganismos produtores de sideróforos teriam vantagem sobre os outros, uma vez que, o pouco ferro disponível estaria disponível apenas para eles próprios, que, na qualidade de produtores de sideróforos, teriam também desenvolvido um processo específico, ao nível de isolado, para retirada do nutriente da molécula do quelante e seu transporte pelo interior da célula (HOHNADDEL; MEYER, 1988).

Aidar (2003) ressalta ainda que a concentração do ferro na solução do solo está relacionada com os níveis de pH. À medida que o pH do solo abaixa, a disponibilidade de ferro aumenta e os sideróforos se tornam menos efetivos. Em geral, os patógenos de plantas são sensíveis à ação de sideróforos produzidos pelos antagonistas, em virtude de não os produzirem ou os produzirem com menor afinidade pelo ferro. Sua essencialidade para microrganismos vai da necessidade de reduzir oxigênio para a síntese de ATP, redução de precursores de ácidos nucleicos, formação do grupo heme das hemeoproteínas (ROMEIRO, 2007).

A produção de fitormônios por algumas rizobactérias, está diretamente ligada a promoção de crescimento da planta, onde os mais comuns são o AIA (ácido indol-acético), ácido giberélico, citocininas e etileno (SILVEIRA, 2007).

## Colonização radicular por rizobactérias

A colonização radicular por rizobactérias promotoras de crescimento de planta (PGPR) é considerada uma característica obrigatória, essa característica é conhecida pelo termo “Root colonization”, que expressa a obrigatoriedade de haver colonização radicular por PGPR (ROMEIRO, 2007). A colonização radicular por PGPR ocorre em virtude da concentração de nutrientes existentes no local em que se encontra o sistema radicular, onde as rizobactérias nutrem-se destes exsudados liberados pelas raízes, e em contrapartida produzem substâncias que promovem o crescimento da planta.

Alguns trabalhos relatam que as PGPR possuem uma “inconstância”, Sottero (2003) relata que esta inconstância ocorre por causa de algumas PGPR não serem endofíticas e por este motivo sofrerem as influências dos fatores bióticos e abióticos. Estes fatores como, luz, umidade solo e exsudação radicular poderiam influenciar na capacidade das rizobactérias competir com a microbiota existente, além da possibilidade dos microrganismos migrarem para locais no solo com maiores teores de nutrientes.

Para melhor observar a capacidade de colonização radicular por rizobactérias usa-se um método desenvolvido por Bringel (1997) e Miranda (1997). Este método é realizado em tubos de ensaio, no qual é possível observar de forma legível a formação de um halo em torno da raiz, o que caracteriza como PGRP usando ágar-água para dar sustentação a radícula das plantas.

## Referências

AIDAR, H. **Cultivo do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. (Embrapa Arroz e Feijão. Sistema de Produção, 2). Versão Eletrônica. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/>> Acesso em: 16 jan. 2013.

BARBOSA, R. N. T. **Seleção de rizobactérias visando o controle biológico da murcha-de-esclerócio em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.)**. 44 p. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista.

- BERNARDES, F. S. **Rizobactérias na indução de resistência sistêmica em cultivos hidropônicos**. 58f. 2006. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas.
- BETTIOL, W. Componentes do controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIOL, W. (Org.). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna: Embrapa-CNPDA, 1991. 388p. (Embrapa-CNPDA. Documentos, 15).
- BRINGEL, J. M. M. **Colonização de raízes de plantas cultivadas por pseudomonas solanacearum biovars 1, 2 e 3 em condições de casa de vegetação e in vitro**. 1997, 122f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- BOWLES, D. J. Defense-related proteins in higher plants. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v. 59, p. 873-907. 1990.
- BRUNETTA, J. M. F. C. **Isolamento e seleção de rizobactérias para a produção de mudas de Pinus spp.** 2006. 57f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Ed.) **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 79-96.
- CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360 p.
- CHEN, Y.; MEI, R., LIU, L.; KLOEPPER, J. W. The use of yield increasing bacteria (YIB) as plant growth-promoting rhizobacteria in Chinese agriculture. In: UTKHEDE, R. S.; GUPTA, V. K (Ed.). **Management of Soil Born Diseases**. Ludhiana: Kalyani Publishers, 1996.
- COOK, R. J.; BAKER, K. F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. St. Paul: APS Press, 1983. 539 p.
- DI PIERO, R. M.; GARCIA, D.; TONNUCCI, N.M. Indutores bióticos. In: CAVALCANTI L. S.; DI PIERO R. M.; CIA P.; PASCHOLATI S. F.; RESENDE M. L. V.; ROMEIRO R. S. (Org.). **Indução de Resistência em Plantas a Patógenos e Insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. v. 1, p. 29-50.
- FERNANDES, C. F. **Expressão de enzimas relacionadas ao estresse oxidativo e ao mecanismo de defesa do feijão-de-corda (Vigna unguiculata (L.) Walp.) ao Fungo Colletotrichum lindemuthianum (Sacc. & Magn.) Briosi & Cav.** 2004. 162 f. Tese (Doutorado em Bioquímica) – Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, UFC, Fortaleza.
- FRAVEL, D. **Role of antibiotics in the biocontrolo f plant diseases**. Annual Review of Phytopathology, Palo Alto, v. 26, p. 75-91, 1988.
- FREITAS, S. S. Rizobactérias promotoras do crescimento de plantas. In: SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. **Microbiologia do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. p. 1-20.
- HARIPRASAD, P.; NIRANJANA, S. R. Isolation and characterization of phosphate solubilizing rhizobacteria to improve plant health of tomato. **Plant Soil**, The Hague, v. 316, 1. 1-3, p. 13-24, 2009.
- HARTHMANN, O. E. L. **Microbiolização de sementes com rizobactérias na produção de cebola**. Universidade Federal do Paraná. 117 p. 2009. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- HARTLEY, C. Damping-off in forest nurseries. **USDA Bulletin**, v.1, n1 p. 934, 1921.
- HENRY, A. W. Occurrence and sporulation of Helminthosporium sativum P.K.B. in the soil. **Canadian Journal of Research**, Ottawa, v. 5, n. 4, p. 407-413, 1931.
- HERNÁNDEZ, A.; FERNÁNDEZ, A. I.; PÉREZ, J.; MIRANDA, S.; CARIDAD, F.; HERNÁNDEZ, A. N.; SANTANDER, J. L. Producción, purificación y diagnóstico de sideróforos a partir de la cepa de *Pseudomonas fluorescens* J-1443. **Cultivos Tropicales**, Havana, v. 20, n.1, p. 21-25, 1999.
- HERNÁNDEZ, A. Características de géneros asociados a los cultivos de gerbera y clavel. **Cultivos Tropicales**, Havana, v. 21, n. 3, p. 15-18, 2000.
- HOFFLAND, E.; BAKKER, P.; LOON, L. C. V.; VAN LOON, L. C. Multiple disease protection by rhizobacteria that induce systemic resistance-reply. **Phytopathology**, St.Paul, v. 87, n. 2, p. 138. 1997.
- HOHNADEL, D.; MEYER, J. M. Specificity of pyoverdine-mediated iron uptake among fluorescent Pseudomonas strains. **Journal of Bacteriology**, Washington, v. 170, n. 10, p. 4865-4873, 1988.

- KHAN, A. M.; SAXENA, S. K.; SIDDIQI, Z. A. Efficacy of *Tagetes erecta* in reducing root infesting nematodes of tomato and okra. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v. 24, p. 166-169, 1971.
- KLOEPPER, J. W.; SHROTH, M. N. In promoting rhizobacteria on radishes. In: International Conference of Plant Pathogenic Bacteria, 6., 1978, Angers. **Proceedings...** Angers: [s.n.], 1978. P 879-882.
- KUMAR, T.; WAHLA, V.; PANDEY, P.; DUBEY, R.C.; MAHESHWARI, D.K. Rhizosphere competent *Pseudomonas aeruginosa* in the management of *Heterodera cajani* on sesame. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 277-285, 2009.
- MAFIA, R. G. **Rizobactérias como promotoras do enraizamento, crescimento e como agentes de biocontrole de doenças na propagação do eucalipto**. Viçosa-MG: UFV, 2004. 110 p.
- MIRANDA, E. F. O. **Colonização de raízes de plantas daninhas por *Ralstonia solanacearum* in vitro e em casa de vegetação**. 1997, 114f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, DF.
- NANDAKUMAR, R.; BABUA, S.; VISWANATHANB, R.; RAGUCHANDERA, T.; SAMIYAPPANA, R. Induction of systemic resistance in rice against sheath blight disease by *Pseudomonas fluorescens*. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 33, n. 4-5, p. 603-612, 2001.
- OLIVEIRA, M. S. de A. **Seleção de rizobactérias autóctones para a promoção de crescimento de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2010. 45 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – União das Escolas Superiores de Rondônia, Porto Velho. Orientador: José Roberto Vieira Júnior.
- PIETERSE, C. M. J.; VAN WEES, S. C. M.; HOFFLAND, E.; VAN PELT, J. A.; VAN LOON, L.C. Systemic resistance in *Arabidopsis* induced by biocontrol bacteria is independent of salicylic acid accumulation and pathogenesis-related gene expression. **Plant Cell**, Rockville, v. 8, p. 1225-37, 1996.
- PIETERSE, C. M. J.; VAN WEES, S. C. M.; TON, J.; VAN PELT, J. A.; VAN LOON, L. C. Signalling in rhizobacteria-induced systemic resistance in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Biology**, Victoria, v. 4, n. 5, p. 535-44, 2002.
- PAULITZ, T. C. Biochemical end ecological aspects of competition in biological control. In: BAKER, R. R. (Ed.) **New directions in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. New York: Liss, 1990. p. 713-724.
- PETRAS, S. F.; CASIDA, L. E. J. Survival of *Bacillus thuringiensis* spores in soil. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington – DC, v. 50, p. 1496-1501, 1985.
- PIETERSE, C. M. J.; VAN, P. J. A.; VAN, W. S. C. M.; TON, J.; LEON, K. K. M.; KEURENTJES, J. J. B.; VERHAGEN, B. W. M.; KNOESTER, M.; VAN, D. S. I.; BAKKER, P. A. H. M.; VAN, L. L. C. Rhizobacteria-mediated induced systemic resistance: Triggering, signalling and expression. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 107, n. 1, p. 51-61. 2001.
- PODILE, A. R.; KISHORE, G. K. Plant growth-promoting rhizobacteria. In: GNANAMANICKAM, S. S. (Ed.). **Plant-associated bacteria**. Netherlands: Springer, 2006. p. 195-230.
- RAUSCHER, M.; ÁDÁM, A. L.; WIRTZ, S.; GUGGENHEIM, R.; MENDGEN, K.; DEISING, H. B. PR-1 protein inhibits the differentiation of rust infection hyphae in leaves of acquired resistant broad bean. **The Plant Journal**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 625-633, 1999.
- RESENDE, M. L.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; PINHO, R. G.; VIEIRA, A. R. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 793-798, 2004.
- RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, Oxford, v. 17, p. 319-339, 1999.
- ROMEIRO, R. S. **Bactérias Fitopatogênicas**. Viçosa-MG: UFV, 2005. 417 p
- ROMEIRO, R. S. **Controle biológico de doenças de plantas – Fundamentos**. Viçosa - MG: UFV, 2007. 296 p.
- SILVA, H.S.A.; ROMEIRO, R.S.; CARRER FILHO, R.; PEREIRA, J.L.A.; MIZUBUTI, E.S.G.; MOUNTEER, A. Induction of systemic resistance by *Bacillus cereus* against tomato foliar diseases under field conditions. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.152, n. 6, p.371-375, 2004.
- SILVEIRA, A. P. D.; FREITAS, S. S. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2007. 312 p.

- 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**, Brasília, v. 30, p. 350-356. 2005.
- SOTTERO A. N. **Colonozação radicular e promoção de crescimento vegetal por rizobactérias**. 2003. 47p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas.
- STICHER, L.; MAUCH MANI, B.; METRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 35, p. 235-270, 1997.
- TON, J.; DAVISON, S.; VAN, W. S. C. M.; VAN, L. L. C.; PIETERSE, C. M. J. The Arabidopsis ISR1 locus controlling rhizobacteria-mediated induced systemic resistance is involved in ethylene signaling. **Plant Physiology**, Rockville, v. 125, p. 652-661. 2001.
- TUZUN, S.; KLOPPER, J. W. Potential applications of plant growth-promoting rhizobacteria to induced systemic disease resistance, pg: 115-127, Chapter 6. In: REUVENI, R. (Ed.). **Novel approaches to integrated pest management**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995.
- TROEH, R. F. M; THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**. São Paulo: Andrei, 2007. p. 345.
- VAN LOON, L. C.; BAKKER, P.; PIETERSE, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 36, p. 453-483, 1998.
- VIEIRA JÚNIOR, J. R. **Procariontes residentes de filoplano do feijoeiro como agentes de biocontrole de enfermidades da parte aérea da cultura**. 146p, 2005. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- WENHUA, T.; HETONG, Y. Research and application of biocontrol of plant diseases and PGPR in China. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PLANT GROWTH-PROMOTING RHIZOBACTERIA, 4., 1997, Sapporo, Japan. **Proceedings ... Sapporo: OECD-OCDE**, 1997. p. 2-9.
- ZAGO, V. C. P.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N. G. Pseudomonas spp. fluorescentes-bactérias promotoras de crescimento de plantas e biocontroladoras de fitopatógenos em sistemas de produção agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 31 f. (Embrapa-CNPAB. Documento, 127).
- ZEHNDER, G. W.; MURPHY, J. F. SIKORA, E. J.; KLOPPER, J. W. Application of rhizobacteria for induced resistance. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 107, p. 39-50, 2001.
- ZHANG, S-A.; XU, W-M.; YAN, Z-N.; MEI, R-H. Research and commercialization of yield-increasing bacteria (YIB) in China. In: WENHUA, T.; COOK, R-J.; ROVIRA, A. (Ed.). **Advances in biological control of plant diseases**. Beijing: China Agricultural University Press, 1996. p. 47-53.
- ZAREIE, R.; MELANSON, D. L.; MURPHY, P. J. Isolation of fungal cell wall degrading proteins from barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves infected with *Rhynchosporium secalis*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, St. Paul, v. 15, n. 10, p. 1031-1039, 2002.





**Embrapa**

---

**Rondônia**