

EFEITO DE RIZOBACTÉRIAS SOBRE O BIOCONTROLE E PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO DE PLANTAS

Leandro Luiz Marcuzzo¹

RESUMO: Na biodiversidade encontrada na natureza, passam despercebidos os microrganismos que interagem com plantas e que causam efeito direto em seu desenvolvimento e aumento de produção. Dentre esses, têm-se as bactérias que convivem com o sistema radicular, denominadas rizobactérias promotoras de crescimento de plantas - RPCP. Entre seu efeito está o incremento de crescimento e biocontrole contra fitopatógenos do sistema radicular ou da parte aérea. A presente revisão pretende caracterizar alguns dos vários trabalhos realizados no Brasil com rizobactérias, visando biocontrole e promoção de crescimento nas mais diferentes culturas.

Palavras-chave: Bactéria; Agricultura; Rizobactéria promotora de crescimento de plantas

ABSTRACT: The biodiversity found in the nature transfers unobserved the microrganismos that interact with plants and that they cause direct effect in its development and increase of production. Amongst these, there are the bacteria that coexist with the radicular system, called Plant Growth Promoting Rhizobacteria - PGPR. Among its effect it is the increment of growth and biocontrol against fitopatógenos of radicular system or aerial part. The present revision aims at to characterize some of the some works carried through in Brazil with rizobacteria aiming the biocontrol and promotion of growth in the most different cultures.

Key-words: Bacteria; Agriculture; Plant growth promoting rhizobacteria

INTRODUÇÃO

Várias são as enfermidades que ocorrem nas culturas, podendo ser de origem fúngica, bacteriana, virótica ou por nematóides, onde vários são os produtos químicos utilizados para controlar essas enfermidades e que, muitas vezes, a eficácia nem sempre é aliada ao que se busca de uma produção ecologicamente correta e sustentavelmente econômica.

A agricultura mundial enfrenta um difícil desafio: aumentar a produção das culturas com sustentabilidade, pois, Luz, em 1996, citava gastos de mais de 25 bilhões de dólares com defensivos agrícolas, para tratamento de doenças em todo o mundo. Dentro desse contexto, este é um dos fatores que a sociedade nacional e internacional pressiona a pesquisa a investigar, com seriedade e persistência, métodos alternativos para o aumento de produtividade e controle de doenças de plantas, com menor custo de produção e que seja, ao mesmo tempo, eficiente e menos agressivo à saúde humana e também ao equilíbrio dos ecossistemas (MARIANO; ROMEIRO, 2000).

A busca de soluções para aumentar a produção e diminuir a utilização de defensivos agrícolas pode estar presente na própria planta, pois qualquer solo abriga uma quantidade diversificada de microrganismos, sendo que muitos desses são bactérias, e elegem como nichos ecológicos a rizosfera ou o rizoplane de plantas, onde se multiplicam e sobrevivem ativamente, resistindo à pressão do restante da microbiota nativa do solo (MARIANO; ROMEIRO, 2000; OLIVEIRA, 2004; KLOEPPER; BEAUCHAMP 1992; WELLER, 1988). Uma dessas possibilidades é a aplicação em sementes, tubérculos, bulbilhos e raízes, de microrganismos que causam estímulo ou crescimento das plantas. Dentre estes microrganismos estão bactérias, denominadas especificamente de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (Plant Growth Promoting Rhizobacteria - PGPR) (KLOEPPER *et al.*, 1980).

Andrews (1992) cita que as bactérias possuem maior capacidade competitiva de colonizar que outros microrganismos do solo, sendo que a colonização inicia na semente, ou após a emissão da radícula e sua distribuição deve acompanhar o crescimento das raízes, principalmente nas células epidérmicas, onde se encontram as maiores concentrações de exsudatos e de nutrientes, menor oscilação de temperatura e de umidade e os efeitos observados estão o aumento da taxa de germinação, crescimento de raízes, crescimento de caule, aumento de rendimento e bioproteção a patógenos (LUZ, 1996; MARIANO; ROMEIRO 2000; BASHAN, 1998; LIU *et al.*, 1995; MOURA, 1996). As plantas resultantes desse tipo de interação podem ser maiores, mais vigorosas, com maior produtividade e mais saudáveis (CHEN *et al.* 1996).

Diversos são os mecanismos que as rizobactérias exercem sobre o crescimento de plantas e, dentre alguns, estão a produção de reguladores de crescimento, aumento da fixação do nitrogênio e disponibilidade de nitrato, solubilização do fósforo, oxidação do enxofre, aumento da permeabilidade das raízes e competição por substrato (SILVA *et al.*, 1999; BETTIOL, 1991). Quando as rizobactérias atuam sobre fitopatógenos produzem antibióticos, bacteriocinas, enzimas líticas, ácido cianídrico, sideróforos e induzem resistência sistêmica (LUZ, 1996; LIU *et al.* 1995; KERR, 1980; STUTZ *et al.*, 1986). As PGPRs atuam indiretamente pela supressão de doenças e diretamente pela produção ou alteração da concentração de fitohormônios, fixação de N, pela solubilização de fosfatos minerais ou outros nutrientes do solo, oxidação do S, aumento de permeabilidade das raízes e produção de sideróforos (CATTELAN, 1999; MARIANO; KLOEPPER, 2000).

O uso das PGPR, como agentes de bioproteção e de aumento de rendimento será, provavelmente, uma das táticas para alta produtividade de maior importância para esse século que se inicia (LUZ, 1996). Isso se deve à demanda crescente para a diminuição da dependência de produtos químicos sintéticos e à necessidade de desenvolvimento da agricultura sustentável (VIERA, 1997), dentro de uma visão holística de desenvolvimento e de um enfoque na proteção ambiental

(CATTELAN, 1999). No entanto, é de fundamental importância que se conheça a possibilidade de se utilizar rizobactérias em diversas culturas; na China são aplicadas em 48 diferentes culturas, atingindo 3,35 milhões de hectares (ZHANG *et al.*, 1996 *apud* MARIANO *et al.*, 2000).

A presente revisão tem como ênfase demonstrar alguns exemplos de rizobactérias e seu efeito sobre biocontrole e promoção de crescimento.

EFEITO DE RIZOBACTÉRIAS SOBRE PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO E BIOCONTROLE EM DIVERSAS CULTURAS

Para iniciar um programa de PGPR, ou seja, aquelas bactérias que colonizam o sistema radicular, é importante que se faça uma seleção (BAKER; COOK, 1974), onde o método mais simples e barato é “*in vitro*” (MARIANO, 1993), pois caracteriza-se como o primeiro passo no processo da seleção massal de potenciais bactérias promotoras de crescimento e como biocontroladoras de fitopatógenos (MARIANO 1993; BETTIOL, 1991). Nesta seleção são testadas grandes populações de bactérias, porque apenas 2 a 5% das bactérias isoladas de raízes de plantas têm a capacidade de colonizar as raízes (SCHORT; PANCOCK, 1982). A colonização de raízes é o requisito primordial para relacionar promoção de crescimento e biocontrole de fitopatógenos (Quadro 1), além de permitir uma correlação de efetividade quando aplicado nas condições de campo (ANDREWS, 1992; WELLER, 1988).

Romeiro *et al.* (1999) descrevem que a colonização pode ser verificada através da microbiolização de sementes depositadas em tubo contendo meio não nutritivo como ágar-água ou Phytigel, sendo que a bactéria que possui capacidade de colonizar mostra, ao longo das raízes, a presença de material com aspecto leitoso, resultante do crescimento bacteriano promovido pelo exsudato das raízes, já que o meio não fornece condições para seu desenvolvimento (QUEIROZ *et al.*, 2001).

Dentre alguns trabalhos de seleção de rizobactérias, Habe e Uesugi (2000) avaliaram a eficiência de 156 bactérias isoladas de solanáceas nativas e invasoras do cerrado, quanto à capacidade colonizadora de plantas de tomateiro nas condições “*in vitro*”, e afirmaram que as bactérias colonizadoras possuem grandes chances de apresentar potencial “*in vivo*”, além de conhecer-se o percentual, velocidade e localização da colonização.

Cultura	Patógenos	Rizobactérias	Aplicação	Mecanismo
Tomate	<i>Pseudomonas syringae pv. tomato</i>	11 isolados da UFV*	Microbiolização de sementes	Indução de resistência
Arroz, feijão, soja e trigo	<i>Rhizoctonia solani</i> <i>Aspergillus</i> sp. <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> <i>Pyricularia oryzae</i> <i>Rhizosporium sativum</i> <i>Cercospora kikuchii</i> <i>Phomopsis phaseoli</i> <i>Fusarium</i> spp. <i>Dreschlera oryzae</i> , <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>Alternaria tenuis</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	Microbiolização de sementes	Redução do nível de infecção de patógenos nas sementes

Cebola	<i>Pseudomonas marginalis</i> pv. <i>marginalis</i>	<i>Paenibacillus macerans</i> , <i>Pseudomonas putida</i> , <i>Flavimonas oryzae</i> <i>Agrobacterium radiobacter</i> <i>Bacillus subtilis</i>	Microbiolização de sementes	Promoção de Crescimento
Milho	<i>Penicillium</i> spp. <i>Aspergillus</i> spp. <i>Fusarium</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp. <i>Pseudomonas veronii</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Pseudomonas</i> sp. <i>Rhodococcus</i> sp.	Microbiolização de sementes	Promoção de Crescimento Redução do nível infecção de patógenos nas sementes
Feijão	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> , <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>Phaseoli</i>	70 isolados de <i>Pseudomonas</i> spp. fluorescentes	Inoculação	Indução de resistência Promoção de crescimento

Quadro 1 - Efeito de rizobactérias em diferentes culturas e patógenos, principal mecanismo de ação e tecnologia de aplicação.

Fonte: adaptado de Hartmann et al. (2007).

*UFV – Universidade Federal de Viçosa

A avaliação do potencial de 24 bactérias selecionadas para biocontrole e/ou promoção de crescimento de alho quanto à capacidade colonizadora de raízes de três cultivares de alho “*in vitro*”, foi constatada por Arduim *et al.*, (2001) que a maioria dos isolados tiveram capacidade de colonizar as raízes e permitiu correlacionar positivamente o potencial de biocontrole contra *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis* em plantas de alho realizado nas condições “*in vivo*” (MARCUIZZO, 2002).

Máfia et al. (2002) também utilizando o sistema de colonização “*in vitro*” de rizobactérias para raízes de eucalipto, observaram que dos 50 isolados testados, 32% deles apresentaram colonização e após selecionou-se uma rizobactéria que foi testada em 60 clones envolvendo 500.000 miniestacas e comprovaram ganho de 13% em média para enraizamento e 51% de massa de novas raízes, além de diminuir a incidência de podridões radiculares (Máfia, 2004).

Em outro ensaio, Zanata et al. (2004) utilizaram oito isolados selecionados para biocontrole de *Bipolaris oryzae* e promoção de crescimento de arroz e seis cultivares de arroz para verificar a capacidade desses isolados em colonizar o sistema radicular. Quanto à incidência, todos os isolados foram capazes de colonizar o sistema radicular da semente, sendo que para as cultivares BRS 6 “Chui”, BRS Pelotas e BRS 7 “Taim”, todos os isolados resultaram em 100%.

A verificação da promoção de crescimento de arroz mediado por oito bactérias biocontroladoras de *Bipolaris oryzae* foi constatada pela colonização *in vitro* por Moura *et al.* (2000), sendo que todos os isolados tiveram capacidade de colonizar as raízes e correlacionaram que todas as bactérias tiveram capacidade de incrementar 82,9, 56,8 e 43,3% de área foliar, peso fresco e peso seco respectivamente em plantas de arroz conduzidas *in vivo* (SANTOS *et al.*, 2001).

No entanto, em termos de promoção de crescimento de plantas, destacam-se os gêneros *Pseudomonas* (GERMIDA; FREITAS, 1994) e *Bacillus* (TURNER; BACKMAN, 1991), sendo este último produtor de endósporos que sobrevivem por longos períodos no solo e em armazenamento (LAZAROVITS; NOWAK, 1997).

Trabalhos relacionados às RPCPs em plantas de alface foram realizados por Gomes *et al.* (2003) que conduziram um experimento no município de Chã Grande/PE, utilizando isolados de rizobactérias de plantas sadias de alface. Os isolados foram aplicados nas sementes e no substrato. A campo foram utilizados os isolados mais eficientes, C25 (*Bacillus thuringiensis* subvar. *kenyae*) e C116

(*Bacillus pumilus*). Em estufa foi avaliada a matéria fresca de raízes (MFR), da parte aérea (MFPA) e total (MFT), 21 dias após a bacterização. Foi determinado o MFT de plantas comercializáveis 21 e 28 dias após o transplante, respectivamente para as cultivares Verdinha e Verônica. Os mecanismos de ação analisados foram produção de ácido indol acético, ácido cianídrico, solubilização de fosfatos e alterações dos teores foliares dos macronutrientes: N, P, K, Ca, e Mg. Em estufa, as mudas apresentaram aumento significativo em relação à testemunha para MFR, MFPA e MFT quando foi utilizado o isolado C116 e para MFR e MFT utilizando o C25. O aumento de MFT em mudas de alface foi de 50,21 e 42,70%, induzido respectivamente por C116 e C25. Isso demonstrou o potencial do uso desses isolados separadamente na produção de mudas de alface no cultivo orgânico.

Dentro desse contexto, Freitas *et al.* (2003) realizaram quatro experimentos em alface, utilizando isolados de rizobactérias de diversas origens. Ao todo, testaram-se 77 isolados de *Pseudomonas* do grupo fluorescente, 23 *Bacillus* e 11 de outras bactérias rizosféricas em diversos substratos. Foi marcante o benefício exercido pelas bactérias do gênero *Pseudomonas* em contraposição a outros gêneros, revelando algum favorecimento dessas bactérias na rizosfera da alface, de forma a promover melhor crescimento das plantas. Os autores citam ainda que a capacidade de promoção de crescimento esteja possivelmente ligada a fatores nutricionais do substrato, os quais precisam ser mais estudados.

Marcuzzo *et al.* (2000), constataram o efeito de promoção de crescimento em aveia sobre o fungo *Drechslera avenae* através da microbiolização de sementes de aveia por 1 hora e verificaram que os isolados de rizobactéria não proporcionaram biocontrole no máximo de 15%, mas promoveram incremento aos 48 dias na ordem 34, 58, 55, 117, 129% para número de folhas, altura de plantas, área foliar, peso de matéria fresca e seca respectivamente e redução no tempo de emergência em 50%.

Mantovanello e Melo (1994) utilizando rizobactérias através da microbiolização de sementes de tomateiro cultivada em solo não estéril e conduzida nas condições de casa-de-vegetação, observaram um incremento de peso seco de 44,1% na parte aérea e 36,8% de raízes.

A avaliação de 140 rizobactérias selecionadas previamente nas condições *in vitro* quanto à capacidade de colonizar o sistema radicular de plântulas de tomateiro, foi realizada por Deuner *et al.* (2001) para promoção de crescimento em condições *in vivo* realizado em casa-de-vegetação, sendo que três rizobactérias apresentaram superioridades em todos os parâmetros avaliados em relação ao incremento de altura de plantas, número de folhas, número de folíolos e peso fresco e seco da parte aérea e alguns tratamentos resultaram em maior número de botões florais e de flores, porém este efeito não foi duradouro o suficiente para resultar em aumento do número de frutos aos 129 dias (DEUNER *et al.*, 2004). Trabalho realizado por Silva *et al.* (2004) avaliou o crescimento do tomateiro após aplicação de rizobactérias selecionadas para a indução de resistência a *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, e não constataram correlação entre os dois aspectos de biocontrole e promoção de crescimento, indicando que há divisão entre biocontrole e promoção de crescimento (ROMEIRO *et al.* 1997).

Outro trabalho com tomateiro foi realizado por Lima *et al.* (2001), que avaliaram quarenta e seis rizobactérias isoladas de solo aderido às raízes de plantas de tomateiro da região de Cruz das Almas - Bahia, onde sementes da cv. "Santa Clara" foram microbiolizadas e semeadas em solo e conduzidas em casa-de-vegetação. Avaliando-se a altura aos 15, 30 e 45 dias, diâmetro do caule a 2 cm do solo, número de folhas e massa seca, selecionaram-se quinze rizobactérias, e quatro destas proporcionaram um aumento de 17,5% na altura de plantas.

Neves *et al.* (2001) e Kunzler *et al.* (1999) microbiolizando sementes de cebola com 25 bactérias isoladas de diferentes nichos, avaliaram a promoção de crescimento de cebola em dois estádios de desenvolvimento realizados aos 60 e 120 dias, obtendo 22,2% e 14,9% para o número de folhas; 12% e 22,1% para altura de plantas; 36,5% e 61,2% para peso fresco da parte aérea foliar; 21,6% e 10,3% para diâmetro do bulbo; 136,8% e 39% para peso fresco do bulbo; 90% e 68,9% para

peso seco do bulbo; 31,5% e 28,6% para peso fresco da raiz; 7,9% e 39,9% para peso seco da raiz e 21% para diâmetro do pseudocaule aos 120 dias. Também foi constatado o potencial antagônico de vinte e cinco isolados, sendo que dezenove deles apresentaram redução no número de lesões nas folhas de cebola causada por *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis* e que os dois mais eficazes tiveram valores de 32,43% e 36,48% inferiores a testemunha e que incrementaram em 142,24% e 131,13% de peso fresco aos 110 e 230 dias respectivamente (NEVES, 2001).

Ainda dentro desse contexto, Antunez *et al.* (1998) avaliaram o potencial para a promoção de crescimento de plantas de alho utilizando 99 bactérias, sendo 12 isoladas de solo, 47 de túnicas de bulbilho de alho, 8 de espermosfera de cebola, 8 endofíticas de bulbilho de alho, 8 de filoplano de alho e 16 do filoplano de cebola através da microbiolização de bulbilhos. Observou o incremento aos 30 e 60 dias, selecionando um total de 10 bactérias, onde 5 foram de túnicas de bulbilho, 2 de espermosfera de cebola e 3 de solo, verificando um incremento entre 10 e 50 % para altura de plantas; entre 10 e 35%; entre 21 e 137% para diâmetro do pseudocaule; entre 13 e 27% para número de folhas e entre 13 e 144% para peso da matéria fresca e de 28 a 166% para matéria seca na primeira e na segunda avaliação (MOURA *et al.*, 1999; ANTUNEZ, *et al.*, 1999).

Trabalho simultâneo foi conduzido por Antunez (1999), através da microbiolização de bulbilhos de alho da cv. Portela em suspensão de bactérias isoladas de diferentes nichos, verificou que aos 30 e 60 dias a altura de plantas, diâmetro do pseudocaule, número de folhas, área foliar, peso de matéria fresca e seca, teor de nitrogênio e fósforo solúvel promoveram incremento, sendo que alguns isolados proporcionaram um aumento no teor de fósforo verificado através de análise química do solo. Isso porque o aumento de pH na rizosfera proporciona um aumento na disponibilidade de fósforo solúvel, sendo este um dos mecanismos que proporcionaram incremento nos parâmetros avaliados.

Amorim e Melo (1997) utilizando isolados de *Bacillus subtilis*, *P. putida*, *P. fluorescens* da rizosfera de citrus (*Citrus sp.*) testadas previamente “*in vitro*” contra *P. nicotianae* var. *parasitica* (Dastur) Waterhouse e *P. citrophthora* (Sm. & Sm.) Leonian, observaram atividade antagonista significativa contra patógeno, e quando avaliado “*in vivo*” verificaram que reduziu em 61 a 100% a mortalidade de plântulas de citros, além de proporcionar um aumento na matéria seca da parte aérea e raiz (AMORIN; MELO, 1999).

Freitas e Pizzinatto (1997) utilizando rizobactérias do gênero de *Pseudomonas* fluorescentes e *Bacillus* inibiram “*in vitro*” o crescimento micelial de *Colletotrichum gossypii*, além de aumentar a emergência das plântulas e reduzir o necrosamento do colo de algodoeiro em ensaios realizados em casa-de-vegetação.

Outro mecanismo, também das rizobactérias do grupo de *Pseudomonas* fluorescentes, avaliado por alguns autores, tem capacidade de promover o crescimento de plantas através da privação do composto férrico produzida pelo sideróforos que podem ser pioverdinas ou pseudobactinas (BUYER; SIKORA, 1990; THOMASHOW; WELLER, 1990). Estes compostos servem de receptor no transporte do íon ferro para o metabolismo da célula bacteriana servindo de fonte de competição, restringido o íon para outros microrganismos (KLOPPER *et al.*, 1980; SCHORTH; PANCOCK, 1982).

Silva *et al.* (1999), verificando os efeitos dos mecanismos de ação de *Bacillus* spp. epifíticos promotores de crescimento em rabanete e controladores da podridão negra causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* constatou a produção de metabólicos como ácido cianídrico (HCN) produzidas pelas bactérias e verificou-se utilizando como padrão o isolado de *Pseudomonas aureofaciens* (padrão de produção de HCN).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Faz aproximadamente um século que as investigações com PGPRs não rizobiais foram iniciadas. Entretanto, somente com a intensificação das pesquisas com esses microrganismos, nas três últimas décadas, é que foram desenvolvidos os primeiros bioagentes comerciais à base de RPCPs. Alguns dos produtos comercializados são Galltrol-A; Agrocin; Quantum-4000; YIB (BARs); Nogall; Dagger G; Blue Circle; Kodiak e Kodiak plus, respectivamente baseados nas seguintes RPCPs: *Agrobacterium radiobacter*; *Bacillus subtilis*; *Bacillus spp.*; *A. radiobacter*; *Pseudomonas fluorescens*; *P. cepacia*; *B. subtilis*; e *B. subtilis* (LUZ, 1996).

Do ponto de vista prático, há, ainda, a necessidade de um redimensionamento da pesquisa, em todas as instituições envolvidas no uso e manejo das PGPRs, pois a grande vantagem delas é que, além de controlarem as doenças, promovem o crescimento das plantas (LUZ, 1996).

REFERÊNCIAS

- AMORIN, E. P. R.; MELO, I.S. Efeito da associação de antagonistas no controle de *Phytophthora parasitica* e *Phytophthora citrophthora* em plântulas de citros. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 25, p.335-338, 1999.
- AMORIN, E.P.R. **Controle biológico de *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* Dastur e *Phytophthora citrophthora* (Smith & Smith) Leonian em plântulas de citrus**. Botucatu, 1997. 111p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- ANDREWS, J.H. Biological control in the phyllosphere. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.30, p.603-635, 1992.
- ANTUNEZ, D.M. **Influência de bactérias aplicadas pré-plantio sobre crescimento plantas de alho (*Allium sativum* L.)** Pelotas, 1999. 48p. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade Federal de Pelotas.
- _____; MOURA, A.B.; BACARIN, M.A. EMMER, M. O. Crescimento de plantas de alho influenciado pela aplicação de bactérias pré-plantio. **Revista brasileira de fisiologia vegetal**, v.11, p.57, 1999 (suplemento).
- _____; MOURA, A.B.; BACARIN, M.A. Avaliação de bactérias para promoção de crescimento em plantas de alho. IN: ENCONTRO DE BOTÂNICOS DO RIO GRANDE DO SUL, 1998. **Anais...** Porto Alegre, 1998, p.48.
- ARDUIM, G.S.; SANTOS, A.S.; MARCUZZO, L. L.; MOURA, A.B. Colonização de plantas de alho por isolados biocontroladores de *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis*. In: XI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 2002, Pelotas. **XI Congresso de iniciação Científica**. 2002.
- BAKER, K. F.; COOK, R.J. **Biological control of plant pathogens**. San Francisco: W.H. Freeman, 1974, 433p.
- BASHAN, Y. *Azospirillum* plant growth-promoting strains are nonpathogenic on tomato, papper, cotton and wheat. **Canadian Journal of Microbiology**. Ottawa, v.44. p.168-174, 1998.

BETTIOL, W. Seleção de microrganismos antagônicos. In: BETTIOL, W. (ed). **Controle biológico de doenças de plantas**. Jaguariúna, SP. EMBRAPA-CNPDA, p.233-224, 1991.

BUYER, J.S; SIKORA, L. J. Rhizosphere interactions and siderophores. **Plant and Soil**, Netherlands, v.129, p.101-107, 1990.

CATTELAN, A. J. **Métodos qualitativos para determinação de características bioquímicas e fisiológicas associadas com bactérias promotoras de crescimento vegetal**. Londrina: EMBRAPA:SOJA, 1999. 36 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. eds. **Management of soil born diseases**. Ludhiana: Kalyani Publishers, p.165-184, 1996.

DEUNER, C.C.; MOURA, A. B.; SANTOS, A.S.; ROMEIRO, R. S. Rizobactérias com potencial de promoção de crescimento de tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p.86, 2004 (suplemento)

DEUNER, C. C.; ROMEIRO, R. S.; MENDONÇA, H. L.; SILVA, H. S. A .; GARCIA, F. A. A. O. Seleção de rizobactérias para promoção de crescimento em plantas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, p.260, 2001.

FREITAS, S.S.; PIZZINATTO, M.A. Ação de rizobactérias sobre incidência de *Colletotrichum gossypii* e promoção de crescimento em plântulas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v.23, n.1, p.36-41, 1997.

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

GERMIDA, J.J.; FREITAS, J.R. Growth promotion of cabbage, lettuce and onion by fluorescent pseudomonads under growth chamber conditions. In: WORKSHOP ON PLANT GROWTH-PROMOTING RHIZOBACTERIA, 3.,1994, Adelaide. **Proceedings...** Adelaide: OEDC-OEDC, p. 37-39, 1994.

GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B.; MESQUITA, J. C. P. Isolamento, seleção de rizobactérias e efeito da utilização de *Bacillus* spp. na produção de mudas orgânicas de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 699-703, 2003.

HABE, M. H.; UESUGI, C. H. Método “in vitro” para avaliar a capacidade colonizadora de bactérias em raízes de tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.4, p.657-660, 2000.

HARTHMANN, O. E.L.; LUZ, W. C.; WORDELL FILHO, J. A.; POSSAMAI, E. Rizobactérias promotoras de crescimentos de planta. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 20, n.3, p.51-53, 2007.

KERR, A. Biological control of crown gall through production of Agrocin 84. **Plant Disease**, St. Paul, v.64, n.1, p.24-30, 1980.

KUNZLER, D.P. Avaliação para o biocontrole da queima bacteriana da cebola (*Pseudomonas marginalis*) pela microbiolização de sementes. In: VIII Congresso de Iniciação Científica, 1999, Pelotas. **Anais...**Pelotas, RS. Fundação Universidade de Rio Grande – FURG, 1999, p.276.

KLOEPPER, J.W.; LEONG, J.; TEINTZ, M.; SCHROTH, M.N. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth promoting rhizobacteria. **Nature**, London, p.285-2286, 1980.

_____; BEAUCHAMP, C.J. A review of issues related to measuring colonization of plant roots by bacteria. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v.38, p.1219-1232, 1992

LAZAROVITS, G.; NOWAK, J. Rhizobacteria for improvement of plant growth and establishment. **HortScience**, v. 32, n. 2, p. 188-192, 1997.

LIMA, J.L.; SOARES, A.C.F.; CARDOSO, S.C.; SANTOS, E.S. Rizobactérias promotoras de crescimento do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, p.292-293, 2001.

LIU, L.; KLOEPPER, J.W.; TUZUN, S. Induction of systemic resistance in cucumber by plant growth-promoting rhizobacteria: duration of protection and effect of host resistance on protection and root colonization. **Phytopathology**, St Paul, v.85, n. 10, p.1064-1068, 1995.

LUZ, W.C. Rizobactérias promotoras de crescimento em plantas e de bioproteção. In: LUZ, W. C. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.4, p.1-49, 1996.

MAFIA, R.G. Rizolyptus: Rhizobacteria com indutoras de enraizamento, crescimento e como agente de biocontrole em doenças associadas a propagação clonal do eucalipto. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, p.11, 2004 (suplemento).

MAFIA, R.G.; ALFENAS, A.C.; ROMEIRO, R.S. Colonização de raízes de *Eucalyptus* por rizobactérias. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, p.63, 2002 (suplemento).

MANTOVANELLO, C.M.; MELO, I.S. Isolamento e seleção de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*). **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 20, p. 123-126, 1994.

MARCUZZO, L.L.; RIBEIRO, A.S.; MOURA, A.B. Efeitos da microbiolização de sementes sobre o crescimento de aveia branca e o fungo *Drechslera avenae*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES (6.:2000: Pelotas) **Anais...** Pelotas:DFs/FAEM/UFPel. 2000. CD-ROM.

MARIANO, R.L.R.; ROMEIRO, R.S. Indução de resistência sistêmica por rizobactérias promotoras de crescimento de plantas. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Controle biológico**. EMBRAPA-CNPMA: Jaguariúna, v.2, p.305-320, 2000.

_____; SILVEIRA, E.B.; ASSIS, S.M.P.; GOMES, A.M.A. Promoção de crescimento por bactérias. In: MARIANO, R.L.R. **Manual de práticas em fitobacteriologia**. Recife: Editora Universitária, p.113-136, 2000.

_____; KLOEPPER, J.W. Método alternativo de biocontrole: resistência sistêmica induzida por rizobactérias. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 8, p. 121-137, 2000.

_____. Métodos de seleção *in vitro* para controle microbiológico de patógenos de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 1, p. 369-407, 1993.

MOURA, A.B. *Procariotos como potenciais agentes de controle biológico da murcha bacteriana do tomateiro incitada por Pseudomonas solanacearum*. Viçosa, p.64, 1996. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal de Viçosa.

_____; DEL PONTE, E.; SILVA, E.G. Colonização de raízes e promoção de crescimento de arroz mediado por bactérias biocontroladoras de *Bipolaris oryzae*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.26, n.1, p.140, 2000.

_____; EMMER, M.O.; KUNZLER, D.P. Seleção de bactérias para promoção de crescimento de alho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, p.251, 1999.

NEVES, D. M. S. **Controle biológico de *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis* e promoção de crescimento de cebola pela microbiolização de sementes**. Pelotas, 2001. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Pelotas.

NEVES, D.M.S.; MOURA, A.B.; SANTOS, A.S. Efeito PGPR de *Pseudomonas marginalis* em cebola. **Summa Phytopatologica**, Jaboticabal, v. 27, n.1, p.119, 2001.

OLIVEIRA, A.A.R. **Rizobactérias em citros**. Agronline.com.br. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=145>>. Acesso em: 27 set. 2004.

QUEIROZ, B.P.V.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; MELO, I.S. Phytigel otimizando a visualização da colonização da rizosfera por bactérias. **Summa Phytopatologica**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.136, 2001.

ROMEIRO, R. S.; TAKATSU, A.; UESUGI, C. H.; MOURA, A. B.; SILVA, HARLEN, S. A. Um método simples para seleção de rizobactérias com capacidade de promover colonização de raízes e sua implicidade na promoção de crescimento de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.24, p.255, 1999 (Suplemento).

ROMEIRO, R. S.; LEITE, R. S. V.; BRITO, R. P.; MATSUOKA, K.; BARBOSA, J. G. Experimental evidence of induced systemic resistance in tomato to *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* after seed microbiolization with selected rhizobacteria. **Phytopathology**, St. Paul, v.87, p.183, 1997.

SANTOS, A.S.; MOURA, A.B.; SILVEIRA, A.O. Promoção de crescimento de plantas de arroz induzidas por bactérias pré-selecionadas para biocontrole da mancha parda (*Bipolaris oryzae*). **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v.26, p.300, 2001.

SCHIPPER, S.; BAKKER, A. W.; BAKKER, P.A.H.M.; PERR, V. Beneficial and deleterious effects of HCN-producing pseudomonads on rhizosphere interactions. **Plant and Soil**. Netherlands, v.129, p.75-83, 1990.

SCHORT, M. N.; PANCOCK, J. G. Disease-suppressive soil and root-colonizing bacteria. **Science**, vol.216, p.1376-1381, 1982.

SILVA, G.; MARIANO, R.L.R.; GOMES, A.M.A. Mecanismos de ação de bactérias promotoras de crescimento de rabanete. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v.24, p.255, 1999.

SILVA, H. S. A.; DEUNER, C. C.; ROMEIRO, R. S. Crescimento do tomateiro avaliado após aplicação de rizobactérias selecionadas para indução de resistência sistêmica a *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, V.30, n°2, p.281-283, 2004

STUTZ, E. W.; DÉFAGO, G.; KERN, H. Naturally occurring fluorescent pseudomonas envolvendo suppression of black root rot of tobacco. **Phytopathology**, St Paul, v.76, p.181-185, 1986.

THOMASHOW, L. S.; WELLER, D. M. Role of antibiotics and siderophores in biocontrol of take-all disease of wheat. **Plant and Soil**, Netherlands, v.129, p.93-99, 1990.

TURNER, J.T.; BACKMAN, P.A. Factors relating to peanut yield increases after seed treatment with *Bacillus subtilis*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 75, n. 4, p. 347-353, 1991.

VIEIRA, M. do C. O papel das Universidades no desenvolvimento da olericultura no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 115, p.210 –212, 1997.

ZANATA, Z.G.C.N; SCHAFER, J.T.; MOURA, A.B.; LUDWIG, J. SANTOS, A.S. Colonização do sistema radicular de sementes de arroz por rizobactérias biocontroladoras e promotoras de crescimento. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, p. 274, 2004 (Suplemento).

WELLER, D.M. Biological control of soilborn plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.26, p.379-407, 1988.

¹ Professor Dr., Universidade do Contestado – Campus Universitário de Caçador. CP 232, 89500-000, Caçador, SC, Fone (49) 3561-6200, e-mail: leandro@cdr.unc.br.