

Avaliação de actinomicetos com potencial para promoção de crescimento em plântulas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) de diferentes cultivares

Evaluation of actinomycetes with potencial to promote growth on tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) seedlings from different cultivars

Wianey Basílio Batista¹
Sérgio Avelino Mota Nobre²
Patrícia Bernardes Nobre³
Bruno Henrique A. Fernandes⁴
Helder Andrey Rocha Gomes⁵
Raíssa Marques Aguiar⁶
Geraldo Aclécio Melo⁷
Guilherme Victor Nippes Pereira⁸

Resumo: A cultura do tomateiro ocupa lugar de destaque no Brasil sendo a hortaliça mais consumida no país. Actinomicetos são bactérias com expressiva produção de metabólitos secundários de grande importância fitopatológica e farmacológica, com destaque para o gênero *Streptomyces*. Sementes de tomateiro do grupo Salada e Santa Cruz foram microbiolizadas com quatro isolados de actinomicetos, germinadas e as plântulas avaliadas durante 15 dias. Para as variáveis, comprimento da parte aérea, diâmetro do coleto e área abaixo da curva de crescimento (AACC), houve diferença estatística significativa entre os cultivares, contudo não foi significativa para os efeitos de isolado e da interação cultivar - isolado de actinomiceto ($p \leq 0,05$). A maior expressão de crescimento foi observada em plantas do cultivar Salada, sendo que o isolado I4 proporcionou os maiores índices de promoção de crescimento (IPC) (48,8%), seguido pelo I2 (44,3%) e I1 (43,4%). No cultivar Santa Cruz o maior IPC foi observado com o isolado I4 (41,1%).

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum*. Tomate. Actinomicetos. PGPR. Rizobactérias.

Abstract: The tomato crops occupy a prominent place in Brazil and are one of the vegetable more consumed in this country. Actinomycetes are bacteria with expressive production of secondary metabolites of great importance to phytopathology and pharmacology. Tomatoes seeds of Salad and Santa Cruz groups were inoculated with four isolates of actinomycetes. The seedlings were measured with periodicity of 15 days. There was statistical significance between cultivars concerning the aerial length, diameter of coleto and area under growth curve (AUGC), however no significance was detected to strains and cultivars - actinomycetes strains interactions ($P < 0.05$). The biggest growth expression was observed by plants of Salada cultivar and the I4 strain promoted the highest rate of growth promotion (PCR) 48.8%, followed to I2 (44.3%) and I1 (43.4%). Concerning to Santa Cruz cultivar the highest PCR was observed to I4 strain (41.1%).

Key-words: *Lycopersicon esculentum*. Tomat. Actinomycetes. PGPR. Rhizobacteria.

1 Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Montes Claros
2 Professor do Departamento de Biologia Geral da UNIMONTES.
3 Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Montes Claros
4 Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Montes Claros
5 Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Montes Claros
6 Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Montes Claros
7 Professor do Departamento de Biologia Geral da UNIMONTES.
8 Professor do Departamento de Biologia Geral da UNIMONTES.

BATISTA, V. B.; NOBRE, S. A. M.; NOBRE, P. M.;
FERNANDES, B. M. A.; GOMES, H. A. R.;
AGUIAR, R. M.; MELO, G. A.; PEREIRA, G. V. N.

INTRODUÇÃO

A cultura do tomateiro ocupa lugar de destaque no Brasil, sendo a hortaliça de maior consumo no país, superando a cultura da batata nos últimos anos. A área ocupada pelo plantio, até o ano de 2004, consistia em, aproximadamente, 54.000 hectares em todo o território nacional (ARAÚJO, 2004).

As possibilidades de integração entre estratégias de controle biológico de fitopatógenos e a ampliação dos atributos de desenvolvimento da planta tem sido valorizadas nos estudos contemporâneos. Intensamente estimuladas, principalmente, devido a crescente rejeição aos efeitos causados pelo uso intensivo de defensivos químicos (VAN LENTEREN, 2000).

Nas últimas décadas, tem se estudado muito sobre um grupo de bactérias denominadas de maneira geral como rizobactérias (KLOEPPER; SCHROTH, 1981). São encontradas na rizosfera, que é influenciada diretamente pelo sistema radicular. Trata-se de uma zona rica em nutrientes, devido ao acúmulo de compostos orgânicos variados, liberados pelas raízes por exsudação, secreção e deposição. Esses compostos são utilizados como fonte de energia e carbono pelos microrganismos presentes na rizosfera, sendo classificados como benéficos, deletérios ou neutros (DOBBELAERE; VANDERLEYDEN; OKON, 2003).

As rizobactérias benéficas são encontradas em uma proporção de 2% a 5% dos isolados de diversas culturas (SCHROTH; HANCOCK, 1981), colonizam o sistema radicular e promovem crescimento vegetal com o aumento da disponibilidade de nutrientes às plantas. O maior efeito dessas bactérias, suprimir a ação de patógenos de plantas e rizobactérias deletérias, por meio de substâncias com função antibiótica (BUYER; SIKORA, 1990; GAVA et al., 2002; LIMA, 2003; MOURA; ROMEIRO,

1999; MONCHEVA, 2002). São denominadas, de maneira de geral, como PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) ou como bactérias capazes de incrementar a produção (YIB – Yield Increasing Bacteria) (PIAO et al., 1992).

O estímulo ao crescimento das plantas, de maneira direta, ocorre pela fixação biológica de nitrogênio, produção de fitormônios (reguladores de crescimento vegetal como auxinas e giberelinas), redução do potencial de membrana das raízes, síntese de enzimas, solubilização de fosfato inorgânico e mineralização de fosfato orgânico, logo, causando aumento da solubilização e entrada de nutrientes.

De modo indireto, a promoção de crescimento vegetal é proporcionada pela redução ou inibição da ação de microrganismos patogênicos, devido à produção de antibióticos ou sideróforos (ASGHAR et al., 2002; GLICK, 1995; MAHAFEE; KLOEPPER, 1994; RODRIGUEZ; FRAGA, 1999; SIKORA, 1988).

As rizobactérias prejudiciais às plantas são denominadas DRMO (Deleterious Rhizosphere Microorganisms), sendo patogênicas (KLOEPPER; ZABLOTOWICS; LIFSHITZ, 1990; LUZ, 1996).

Dentre as PGPR's, destacam-se as pertencentes ao gênero *Pseudomonas* (principalmente as fluorescentes), *Bacillus* e *Actinomicetos* do gênero *Streptomyces*. Outros gêneros são citados (SIKORA, 1988).

Os actinomicetos são representantes de um grupo extremamente diverso de bactérias gram-positivas filamentosas pertencentes à ordem Actinomycetales, possuem metabolismo extremamente rico e, frequentemente, acompanhado por produção de metabólitos secundários de extrema diversidade química. Sugere-se a importância desse grupo para a manutenção, sinalização e colonização de habitats microbiológicos (GONZÁLEZ, 2005).

Os actinomicetos apresentam crescimento pseudo-micelial, produzem esporos como estrutura de dispersão e formam estruturas de sobrevivência capazes de conferir proteção em ambientes inóspitos (HOLT et al., 1994). São, predominantemente, encontrados em solo com pH ácido, entre as faixas de 6,5 e 8,5, onde contribuem disponibilizando nutrientes. Também contribuem para a descoloração e odorização de água potável (WOHL; MCARTHUR, 1998). Neste grupo, tem-se estudado principalmente as bactérias pertencentes ao gênero *Streptomyces*. Trata-se de bactérias conhecidamente capazes de decompor polímeros como celulose, amido e quitina (CRAWFORD et al., 1993); produzem vitaminas como B12, tiamina e seus derivados, além de antibióticos (FILHO, 2002).

Os representantes mais conhecidos deste gênero são *Streptomyces griseus*, *Streptomyces aureofaciens*, *Streptomyces rimosus* e o *Streptomyces avermectilis*. Esses microrganismos são capazes de produzir antibióticos como a estreptomicina, sintetizada por *S. griseus*; a clorotetraciclina, sintetizada por *S. aureofaciens*; a terramicina, sintetizada por *S. rimosus* e a avermectina, produzida pelo *Streptomyces avermectilis*.

Eneback; Wei; Kloeper (1998) evidenciaram a promoção de crescimento em mudas de duas espécies de pinheiro, sugerindo a utilização destas em programas de reflorestamento, por promoverem uma germinação rápida e uniforme com decréscimo na mortalidade das mesmas. Teixeira et al., (2007) demonstraram o efeito benéfico de isolados rizobacterianos sobre o enraizamento e crescimento de clones de eucalipto com resultados substanciais.

Alguns autores têm utilizado formulações com diversos isolados no intuito de maximizar os ganhos com a promoção de crescimento. Silveira et al. (2004), em uma dessas formulações, não observaram efeito aditivo ou sinérgico em testes com sementes de pepino e isolados bacterianos em mistura. A partir deste resultado, os autores salientam sobre a utilização de apenas um isolado para bacterização como uma alternativa prática e econômica.

O presente trabalho teve como objetivo se-

leccionar bactérias da ordem actinomycetales com potencial uso como promotoras de crescimento em diferentes genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*).

MATERIAL E MÉTODOS

Grupos e cultivares da hospedeira: O trabalho foi conduzido no Laboratório de Epidemiologia e Controle Biológico e na Casa de Vegetação da Universidade Estadual de Montes Claros (Montes Claros - MG). Foram utilizadas sementes de tomates do cultivar TROPIC (Grupo Salada - GS, lote 12158, origem Chile) e Hib. Ataque (Grupo Santa Cruz - GSC, lote 318456, origem USA).

Obtenção dos isolados de actinomicetos: Os isolados foram provenientes de amostra de solo arenoso sob cultivo de hortaliças. O isolamento foi feito a partir de diluições seriadas de amostras de solo (ROMEIRO, 2001). Alíquotas de 100µl de cada diluição foram vertidas em placas de petri contendo o Ágar SCN (KUSTER & WILLIAMS, 1964) e espalhadas com o auxílio da alça de Drigalski. À medida que as colônias se evidenciaram, essas foram isoladas e identificadas.

As placas com as colônias individualizadas foram incubadas a temperatura de $30 \pm 3^\circ\text{C}$, por um período de cinco dias. Os isolados foram conservados em discos com meio SCN submersos em água (NOBRE et al., 2005), adaptado para actinomicetos, e em tubos inclinados contendo Agar SCN, sendo que ambos os procedimentos foram revisados a cada quatro meses. A identificação dos isolados foi feita através de caracterização morfológica e cultural das colônias.

Ensaio de promoção de crescimento em plântulas: Quatro isolados (I1, I2, I3 e I4), arbitrariamente selecionados, e um tratamento testemunha foram utilizados neste ensaio (Tabela 1). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (5x2), com três repetições. Cada repetição apresentava 20 plantas, em bandejas de isopor do tipo plant cell de 128 células, preenchidas com substrato comercial Hortimix Solanáceas.

BATISTA, V. B.; NOBRE, S. A. M.; NOBRE, P. M.;
FERNANDES, B. M. A.; GOMES, H. A. R.;
AGUIAR, R. M.; MELO, G. A.; PEREIRA, G. V. N.

A irrigação foi feita de modo regular e as plântulas permaneceram expostas ao sol, somente durante o período da manhã. Mensurou-se, diariamente, a partir da emergência, a altura das plântulas, com a utilização de régua milimetrada, e, os diâmetros dos terços inferior e superior das plantas, com auxílio de paquímetro. As quantificações foram feitas ao longo do período de 15 dias após a emergência.

A partir dos dados de altura, foi calculada a área abaixo da curva de crescimento (AACC), correspondente à integralização das poligonais de cada curva de progresso de crescimento, para cada unidade experimental. Para as variáveis geradas, foi calculado o Índice de Promoção de Crescimento (IPC) ou Índice de Acréscimo relativo ao tratamento testemunha, conforme se segue:

$$IPC = \frac{(H_i - H_{test})}{H_{test}} \times 100$$

Onde:

IPC = Índice de Promoção de crescimento

H_i = Altura média das plantas na parcela i

H_{test} = Altura média das plantas na parcela controle correspondente

Preparação do inóculo de actinomicetos: Foram empregadas colônias de actinomicetos com sete dias de cultivo. Os isolados foram suspensos em 2mL de água destilada estéril (ADE) por placa. Com auxílio da alça de Drigalski o conteúdo foi, então, sugado com pipetador automático de 1000 μ L, e transferido para tubos estéreis previamente identificados com a codificação do isolado. As suspensões foram calibradas com aproximadamente 108 UFC/mL, ajustadas por espectrofotometria (Abs = 0,2 em $\lambda = 540\text{nm}$ - Ultrospec 1100, Amersham Biosciences) (CUNHA, 2005).

Sanitização prévia das sementes: Foram utilizadas 600 sementes distribuídas em 5 tratamentos para cada cultivar. A sanitização das sementes foi realizada por imersão em álcool 70% (3 minutos) e hipoclorito de sódio 1% (15 minutos), com seis lavagens em água destilada estéril (ADE) e posteriormente

secas sob atmosfera controlada (Lima, 2003).

A microbiolização ocorreu por meio de imersão das sementes nas suspensões previamente calibradas, por 15 minutos (OOSTENDORP; SIKORA, 1989). Imediatamente seguiu-se o plantio em substrato pré-umedecido.

Análise estatística dos dados: As variáveis geradas foram testadas quanto à normalidade e homogeneidade de variância (Univariate Procedure) e submetidas à análise de variância (GLM Procedure), utilizando-se o software SAS versão 8 (SAS Institute, Cary, NC – Programa em anexo). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Para análise dos contrastes entre isolados utilizou-se o intervalo de confiança (IC) das médias dos tratamentos, com nível de significância (α) de 5% (STEEL et al., 1997).

RESULTADOS

Foram obtidos 12 isolados de actinomicetos, sendo quatro desses pertencentes ao gênero *Streptomyces* (Tabela 1).

Tabela 1: Isolados obtidos em meio SCN, a partir de amostra de solo arenoso sob cultivo de hortaliças.

Isolado	Legenda	Aproximação Taxonômica
LCB/R/1	I5	Actinomiceto
LCB/R/2*	I3	Actinomiceto
LCB/R/4*	I4	Actinomiceto
LCB/R/7-2*	I1	Actinomiceto
LCB/R/10	I6	Actinomiceto
LCB/R/12	I7	Actinomiceto
LCB/R/14*	I2	<i>Streptomyces</i> sp.
LCB/R/15	I9	<i>Streptomyces</i> sp.
LCB/R/16	I10	<i>Streptomyces</i> sp.
LCB/R/17	I11	Actinomiceto
LCB/R/18	I12	Actinomiceto
LCB/R/19	I13	<i>Streptomyces</i> sp.

*/ Isolados selecionados para o ensaio de interação e promoção de crescimento.

Promoção de crescimento em plântulas por actinomicetos: De modo geral, as plantas provenientes do grupo salada (GS) apresentaram maior crescimento (Figura 1). Dentre as fontes de variação testadas, somente o cultivar apresentou diferença estatística significativa ($P < 0,05$), sugerindo que a interação dos isolados testados independem do grupo-cultivar de tomate, embora o cultivar do grupo GS tenha se mostrado numericamente mais responsivo a microbiolização (Tabela 2). A microbiolização das sementes promoveu acréscimo na altura média das plantas, em ambos os cultivares testados, contudo, no cultivar do GS, o isolado I3 proporcionou plantas menores em relação ao trata-

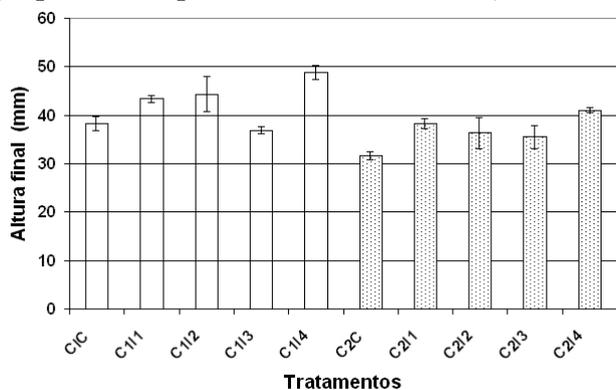


Figura 1: Altura das plantas de tomateiro em função da inoculação das sementes com Actinomicetos. Grupo Salada: C1C-testemunha, C1I1-tratamento com isolado I1, C1I2-tratamento com isolado I2, C1I3-tratamento com isolado I3 e C1I4-tratamento com isolado I4 e Grupo Santa Cruz: C2C-testemunha, C2I1-tratamento com isolado I1, C2I2-tratamento com isolado I2, C2I3-tratamento com isolado I3 e C2I4-tratamento com isolado I4. Barra - Intervalo de confiança ($P \leq 0,05$).

Tabela 2: Área abaixo da curva de crescimento (AACC) das plantas, obtida pela somatória das seções trapezoidais da curva de crescimento e Índice de promoção de crescimentos, proporcional ao tratamento testemunha (IPC), médio das plantas (%).

Isolado Actinomiceto	Área abaixo da curva de crescimento (AACC)		Índice de promoção de crescimento	
	Cultivar		Cultivar	
	GS	GSC	GS	GSC
I1	284,86	251,56	43,38	38,30
I2	282,99	224,90	44,33	36,32
I3	219,51	214,13	36,87*	35,50
I4	305,41	247,77	48,82	41,07

* IPC inferior ao tratamento testemunha.
GS – Cultivar do grupo Salada
GSC – Cultivar do grupo Santa Cruz

mento testemunha (Figura 1 e Tabela 2).

O isolado I4 proporcionou médias de altura de plantas superior à testemunha, independentemente do cultivar, sendo 48,82% no GS e 41,07% no GSC (Tabela 2). As curvas de emergência apresentaram tendências similares para os cultivares testados (Figura 2 e Figura 3).

O tratamento com o isolado I4 proporcionou maior celeridade na emergência das plântulas, seguido pelo tratamento com o isolado I1. A terceira posição foi representada pelo tratamento com o isolado I2, seguido pelos tratamentos testemunha e isolado I3.

No GSC, os tratamentos com o isolado I4 e

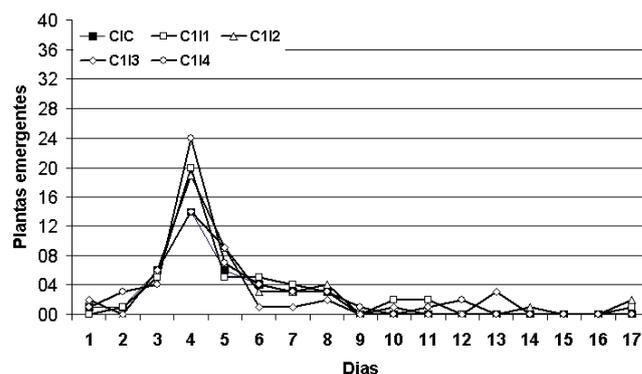


Figura 2: Curvas da emergência das plantas dos tratamentos de microbiolização em sementes do grupo Salada. Em relação ao quarto dia, em ordem decrescente, temos C1I4-tratamento com isolado I4, C1I1-tratamento com isolado I1, C1I2-tratamento com isolado I2, C1I3-tratamento com o isolado I3 e C1C- testemunha.

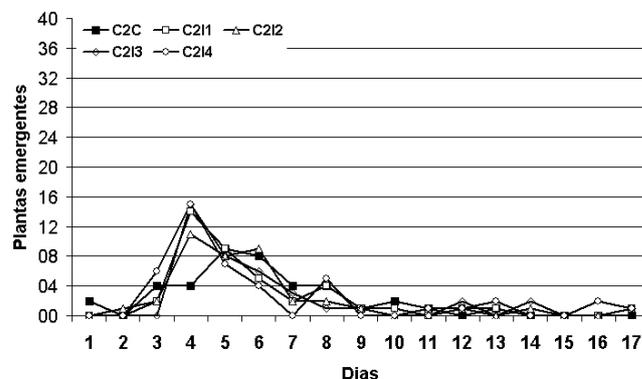


Figura 3: Curvas da emergência das plantas dos tratamentos de microbiolização em sementes do grupo Santa Cruz. Em relação ao quarto dia, em ordem decrescente, temos C2I4-tratamento com isolado I4 e C2I3-tratamento com o isolado I3, C2I1-tratamento com isolado I1, C2I2-tratamento com isolado I2, e C2C- testemunha.

com o isolado I3 proporcionaram índices de emergência idênticos, seguidos do isolado I1. Estes índices foram aceitos como altos quando comparados com o tratamento testemunha (Figura 3).

Tendências similares foram notadas nas curvas de progresso do crescimento para os cultivares testados, contudo, a partir do sétimo dia após emergência as amplitudes de alturas tornaram-se mais evidentes no GS (Figura 4). Este fenômeno não foi evidente no GSC, onde as curvas mantiveram-se próximas ao longo de todo o período de avaliação (Figura 5).

Foi possível observar que a interação do isolado I4 proporcionou plantas mais altas, sugerindo relação de promoção de crescimento em ambos os grupos-cultivares. Fato similar ocorreu com o isolado I1 (Figuras 4 e 5).

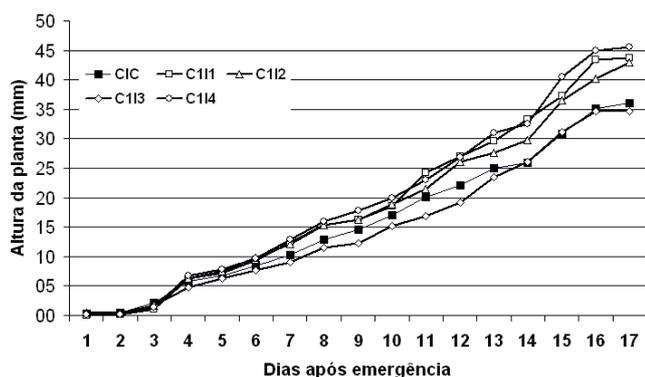


Figura 4: Curvas de progresso de crescimento das plantas dos tratamentos de microbiolização em sementes do grupo Salada. Em ordem decrescente: C1I4-tratamento com isolado I4, C1I1-tratamento com isolado I1, C1I2-tratamento com isolado I2, C1C-testemunha e C1I3-tratamento com isolado I3.

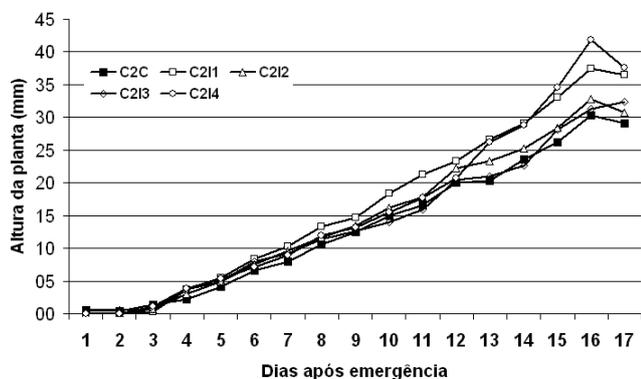


Figura 5: Curvas de progresso de crescimento das plantas dos tratamentos de microbiolização em sementes do grupo Santa Cruz. Em ordem decrescente temos C2I4-tratamento com isolado I4, C2I1-tratamento com isolado I1, C2I3-tratamento com isolado I3, C2I2-tratamento com isolado I2, C2C- testemunha.

Em análise da área abaixo da curva de crescimento (AACC) e do índice de acréscimo, podem-se destacar os resultados proporcionados pelos isolados I4 e I1 (Figura 6 e Tabela 2). O isolado I4 proporcionou maiores valores de AACC, sendo no GS (305,41) seguido pelo tratamento com o isolado I1(284,86), enquanto no GSC o tratamento com o isolado I1 foi responsável pela maior AACC (251,56) seguido pelo tratamento com o isolado I4 (247,77) (Tabela 2).

O diâmetro do terço inferior não foi considerado, devido a inconsistência dos resultados para esta variável.

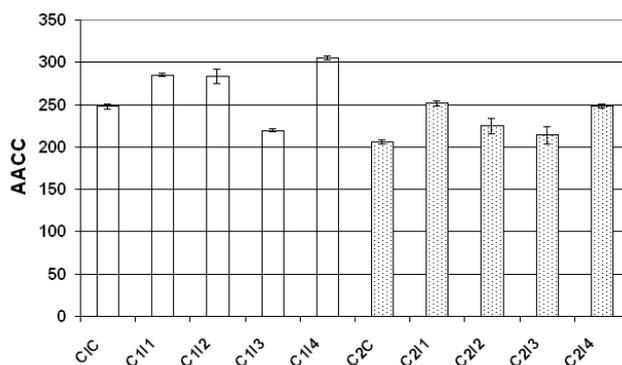


Figura 6: A área abaixo da curva de crescimento (AACC), obtida a partir da soma das poligonais das curvas de progresso de crescimento das plantas de tomate. Grupo Salada: C1C-testemunha, C1I1-tratamento com isolado I1, C1I2-tratamento com isolado I2, C1I3-tratamento com isolado I3 e C1I4-tratamento com isolado I4 e Grupo Santa Cruz: C2C-testemunha, C2I1-tratamento com isolado I1, C2I2 - tratamento com isolado I2, C2I3-tratamento com isolado I3 e C2I4-tratamento com isolado I4. Barra = Intervalo de confiança ($P \leq 0,05$).

DISCUSSÃO

A rizosfera é um biótopo predominantemente colonizado por microrganismos comensais e mutualistas, devendo ser consideradas as expressões de genes voltadas para adaptações comuns tanto por parte do vegetal, quanto por parte dos microrganismos, estabelecidas ao longo do processo de co-evolução. Assim, fatores intrínsecos a planta, tais como arquitetura e exsudação do sistema radicular alteram as populações microbianas circunvizinhas (ATLAS; BARTHA, 1998).

No presente trabalho, pode-se observar que a expressão da interação microrganismo-planta foi mais homogênea nas plântulas do genótipo do grupo salada (GS). Alegação extraída das observações referentes às curvas de emergência, as quais evidenciaram que no período do terceiro ao quarto dia a emergência apresentou-se de maneira ascendente, sendo as curvas dos tratamentos com os isolados I4, I1 e I3 respectivamente, as mais acentuadas. Este fenômeno não foi bem definido para o genótipo do grupo Santa Cruz (GSC).

Uniformidade e rapidez na germinação foram observadas por Enebak et al., (1998) em sementes de duas espécies de pinheiro com a utilização de rizobactérias.

O comportamento diferenciado nas interações também pode ser evidenciado quando se analisa o índice de promoção de crescimento (IPC) do isolado I3. Este não promoveu crescimento no GS (IPC: -3,66%) e foi promotor de crescimento no GSC (IPC: 12,16%).

É plausível que este comportamento seja atribuído às necessidades nutricionais de cada cultivar de tomateiro (ARAÚJO, 2004), sugerindo que a quantidade de nutrientes disponibilizada pelo isolado ou que a quantidade ou qualidade das substâncias com atividade alelopáticas produzidas pelo isolado I3 promoveram respostas e interações diferenciadas.

É possível destacar os isolados I4, I2 e I1 como possíveis PGPRs, sendo o isolado I4 o mais expressivo e o isolado I3 o menos expressivo, na qualidade de Rizobactéria promotora de crescimento em plantas (PGPR), contudo devem-se considerar os reflexos negativos da interação do I3 com plantas do genótipo GS testado.

CONCLUSÕES

É possível selecionar populações de actinomicetos com potencial para promoção de crescimento em diferentes genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), contudo deve-se considerar que as respostas desta interação devem variar em qualidade e intensidade para diferentes cultivares do vegetal. O genótipo do GS foi mais responsivo a microbiolização, proporcionando plantas mais altas. Esta característica provavelmente é intrínseca ao genótipo da planta hospedeira. Os isolados I4 e I1 devem ser estudados com mais profundidade, com intuito e confirmar os mecanismos da interação positiva e promoção de crescimento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. W. **Aspectos Nutricionais da cultura do tomateiro.** Trabalho apresentado no Seminário de Atualização Cadeia Produtiva do Tomate 31/03/2004 e 01/04/2004. Mogi- Guaçu, São Paulo. 9p. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/aspecnutri.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2007.

ATLAS, R.M.; BARTHA, R. **Microbial Ecology : Fundamentals and Applications.** Menlo Park: Addison Wesley Longman, 1998. 694 p.

ASGHAR, H. N.; ZAHIR, Z.A.; ARSHAD, M.; KHALIQ, A. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in Brassica juncea L. **Biology and Fertility of Soils**, v.35, n.4 , p.231-237, 2002.

BATISTA, V. B.; NOBRE, S. A. M.; NOBRE, P. M.;
FERNANDES, B. M. A.; GOMES, H. A. R.;
AGUIAR, R. M.; MELO, G. A.; PEREIRA, G. V. N.

BUYER, J. S.; SIKORA, L. J. Rhizosphere interactions and siderophores. **Plant and Soil**, v.129, n.1 p.101-107, 1990.

COFCEWICZ, E.T., MEDEIROS, C.A.B., CARNEIRO, R.M.D.G.; PIEROBOM, C.S.R. Interação dos fungos micorrízicos arbusculares *Glomus etunicatum* e *Gigaspora margarita* e o nematóide das galhas *Meloidogyne javanica* em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.26, n. 1, p.65-70. 2001.

CRAWFORD, D. L. et al. Isolation and characterization of actinomycete antagonists of fungal root pathogen. **Applied and Environmental Microbiology**, v.59, n.11, p.3899-3905, 1993.

CUNHA, J. D. F. **Rizobacterização no crescimento de mudas de sibipiruna (*Caesalpinia peltophroides* Benth)**. 2005. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. **Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere**. *Critical Reviews in Plant Sciences*. v.22, n.2 p.107-149, 2003.

ENEBAK, S.A.; WEI, G.; KLOPPER, J.W. Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on loblolly and slash pine seedlings. **Forest Science**. v.44, n.1 p.139-144, 1998.

FILHO, R. C. **Actinomicetos como agentes de biocontrole de doenças e como promotoras de crescimento do tomateiro**. 2002. 78f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. In: FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. D.; LAZZARI, E. N. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon*

esculentum Mill.) de mesa. **Ciência Rural**, v.34, p.329-335, 2004.

GAMLIEL, A.; KATAN, J. Involvement of fluorescent pseudomonads and other microorganisms in increased growth response of plants in solarized soils. **Phytopathology**, v.81, n.5, p.494-502, 1991.

GAVA, C. A. T. et al. Seleção de isolados de estreptomicetos para controle de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.10, p.1373-1380, 2002.

GLICK, B.R. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. **Canadian Journal of Microbiology**, v.41, n.2, p.109-117, 1995.

GONZÁLEZ, I. et al. Actinomycetes isolated from lichens: Evaluation of their diversity and detection of biosynthetic gene sequences. **FEMS Microbiology Ecology**, v.54, p.401-415, 2005.

HOLT, J.G. et al. **Bergey's manual of determinative bacteriology**. 9.ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 1994. 787p.

KLOPPER, J. W.; SCHROTH, M. N. Plant growth: promoting rhizobacteria and plant growth under gnotobiotic conditions. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 71, n. 6, p. 1020-1024, 1981.

KLOPPER, J.W.; ZABLOTOWICZ, R.M.; LIFSHTIZ, R. Plant growth-promoting mediated by rhizosphere colonizers. In: CUNHA, J. D. F. et al. Efeito "in vitro" de antibióticos e rizobactérias no controle de bactérias fitopatogênicas ao *Eucalyptus* spp. *Revista Árvore*, v.30, p.871-876, 2006.

KÜSTER, E.; WILLIAMS, S.T. Selection of media for the isolation of streptomycetes. **Nature**. v.202, p.928-929. 1964.

- LIMA, J. L. **Seleção de actinomicetos para o controle biológico de *Ralstonia solanacearum* e promoção de crescimento de mudas de tomateiro**. 2003. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, Bahia.
- LUZ, W.C. **Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e de bioproteção**. **RAPP**. 1996. v. 4. 50 p.
- MAHAFEE, W. E.; KLOPPER, J. W. Applications of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. In: LIMA, J. L. **Seleção de actinomicetos para o controle biológico de *Ralstonia solanacearum* e promoção de crescimento de mudas de tomateiro**. 2003. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, Bahia.
- MONCHEVA, P.; TISHKOV, S.; DIMITROVA, N.; CHIPEVA, V.; ANTONOVA-NIKOLOVA, S.; BOGATZEVSKA, N. Characteristics of soil actinomycetes from Antarctica. **Journal of Culture Collections**, v.3, p.3-14. 2002.
- MOURA, A. B.; ROMEIRO, R. D. S. Avaliação in vitro de actinomicetos como antagonistas a *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896). **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.2 p.281-288, 1999.
- NAVES, R.L., CAMPOS, V.P.; SOUZA, R.M. Filtração de culturas bacterianas endofíticas na motilidade, mortalidade e eclosão de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne javanica*. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.4 p.384-388. 2004.
- NOBRE, S. A. M. et al. Selection of *Clonostachys rosea* isolates from Brazilian ecosystems effective in controlling *Botrytis cinerea*. **Biological Control**, v.34, n.2, p.132-143, 2005.
- OOSTENDORP, M.; SIKORA, R. A. Seed treatment with antagonistic rhizobacteria for the suppression of *Heterodera schachtii* early root infection of sugar beet. **Revue Nématologie**, v.12, n.1, p.77-83, 1989.
- PIAO, C.G.; TANG, W.H.; CHEN, Y.S. Study on the biological activity of yield-increasing bacteria. **China Journal of Microbiology**, v.4, p.55-62, 1992.
- RAMOS B. et al. Seasonal variations of *Bacillus* isolated from the rhizosphere of *Elaeagnus angustifolia* L. **Orsis**, v.13, p.7-16. 1998.
- RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology Advances**, v.17, n.4, p.319-339, 1999.
- ROMEIRO, R. S. **Métodos em bacteriologia de plantas**. Viçosa: UFV, p.33-36, 2001.
- SCHROTH, M. N.; HANCOCK, J. (1981). In: CUNHA, J. D. F. **Rizobacterização no crescimento de mudas de sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth)**. 2005. 51 p.
- SIKORA, R.A. (1988). Interrelationship between plant health promoting rhizobacteria, plant parasitic nematodes and soil microorganisms. In: FREITAS, L. G. **Rizobactérias versus nematóides**. 2002. 10p.
- SILVEIRA, E. B. et al. Bacterização de sementes e desenvolvimento de mudas de pepino. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.217-221, 2004.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach**. New York: McGraw-Hill, 1997. 672p.

BATISTA, V. B.; NOBRE, S. A. M.; NOBRE, P. M.;
FERNANDES, B. M. A.; GOMES, H. A. R.;
AGUIAR, R. M.; MELO, G. A.; PEREIRA, G. V. N.

TEIXEIRA, D. A.; ALFENAS, A.C.; MÁFIA, R.G.;
FERREIRA, E.M.; SIQUEIRA, L.; 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.

VAN LENTEREN, J.C. A greenhouse without pes-

ticides: Fact or fantasy? **Crop Protection**, v.19, n.6
p.375-384, 2000.

WOHL, D. L.; MCARTHUR, J. V. Actinomycete-
flora associated with submersed freshwater ma-
crophytes. **FEMS Microbiology Ecology**, v.26, n.2,
p.135-140, 1998.