

ASPECTOS DA INTERAÇÃO DOS MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS COM PLANTAS HOSPEDEIRAS E SUA APLICAÇÃO NO CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS NA AGRICULTURA

Anderson Polli¹, Andréa Florindo das Neves¹, Fabiana Regina Galo¹, Janaina Gazarini², Sandro Augusto Rhoden², João Alencar Pamphile³

RESUMO

Os microrganismos endofíticos são aqueles que vivem no interior das plantas, em harmonia com o hospedeiro. Eles não causam prejuízos à planta hospedeira, pelo contrário, muitas vezes contribuem para sua defesa, por meio da competição com fitopatógenos, produção de metabólitos e indução de resistência sistêmica, além de em alguns casos promover o crescimento do vegetal, por meio da produção ou indução da síntese de substâncias reguladoras do crescimento. As pesquisas nesta área têm apresentado resultados satisfatórios buscando conhecer a diversidade desses endófitos nos vegetais e como eles interagem com o hospedeiro. Para tanto, este artigo de revisão bibliográfica teve como objetivo ressaltar a importância da interação de microrganismos endofíticos com plantas hospedeiras, contribuindo com investigações relacionadas ao uso de endofíticos como ferramenta biotecnológica para aumentar a produção de cultivares e minimizar o uso de agrotóxicos, promovendo assim a redução de custos ao produtor e a diminuição de impactos ambientais.

Palavras-chave: *endofíticos; biocontrole; crescimento; interação.*

ASPECTS OF INTERACTION OF ENDOPHYTIC MICROORGANISMS WITH HOST PLANTS AND THEIR APPLICATION IN THE BIOLOGICAL CONTROL OF AGRICULTURAL PLAGUES

ABSTRACT

Microorganisms which live in the interior of plants, in balance and harmony with the host, are designated 'endophytic'. These microorganisms do not cause any injury to the host plant, besides they can also enhance its defense system by competition with phytopatogens, production of active metabolites and induction of systemic resistance. In some cases, they may even induce the growth of plant by the production or induction of synthesis of specific growth-regulatory substances. Research in this area has shown satisfactory results facing to know the diversity of these endophytes in plants and how they interact with the host. Therefore, this literature review aimed to highlight the importance of the interaction of endophytes with host plants, supporting the use of these microorganisms as a biotechnological tool to increase production of cultivars and minimize the use of chemical pesticides. Thus, it enables to reduce costs to producers and minimize environmental impacts.

Keywords: *endophytic; biocontrol; growth; interaction.*

¹ Mestrandos do Programa de Pós Graduação em Biologia Comparada da Universidade Estadual de Maringá.

² Doutorandos do Programa de Pós Graduação em Biologia Comparada da Universidade Estadual de Maringá.

³ Docente da Universidade Estadual de Maringá.

INTRODUÇÃO

Os microrganismos endofíticos vivem em associação simbiótica com plantas, sendo possível conferir certa reciprocidade de benefícios nessa relação (1). Tal relação resulta numa relevante função para a sanidade vegetal, já que atuam como agentes controladores de microrganismos fitopatogênicos, no controle de insetos e proteção contra a herbivoria (2).

O uso de bactérias e fungos abre novas áreas de exploração biotecnológica, que dita à necessidade de isolar, caracterizar e determinar a biodiversidade microbiana em diferentes espécies de plantas. Portanto, é necessária a realização de estudos para identificação da diversidade utilizando técnicas moleculares de linhagens fúngicas e bacterianas dentro de espécies vegetais, contribuindo assim para a determinação da diversidade química de metabólitos secundários e também permitindo uma avaliação do potencial de uso para o controle biológico através da indução de genes de resistência (3).

O Brasil é um país essencialmente agrícola e se destaca na produção mundial de várias culturas, visto que a maior parte da produção nacional volta-se para o abastecimento do mercado externo (4). A manipulação das atividades endofíticas pode representar um aumento na produtividade nacional, especialmente no controle de pragas e na fixação biológica do nitrogênio atmosférico (5). Portanto, percebe-se a necessidade do isolamento e estudos dos microrganismos endofíticos, tanto do ponto de vista morfológico/fisiológico, como de diversidade e riqueza de espécies (6). Estudos moleculares também devem ser realizados para complementar a caracterização morfológica, visto que o polimorfismo do DNA amplificado (RAPD) propicia uma forma rápida para avaliar a diversidade genética, a estruturação populacional e a identificação ao nível de espécie (3).

Este artigo de revisão bibliográfica visa ressaltar a importância da interação de microrganismos endofíticos com plantas hospedeiras, contribuindo com investigações biológicas relacionadas ao uso de endofíticos como ferramenta biotecnológica para aumentar a produção e minimizar o uso de agrotóxicos, promovendo assim a redução de

custos ao produtor e a diminuição de impactos ambientais.

Comunidade endofítica e a promoção do crescimento das plantas

Os microrganismos endofíticos são aqueles que habitam o interior das plantas, geralmente suas partes aéreas como caules e folhas, e não causam nenhum dano aos seus hospedeiros (7), não se excluindo desse conceito os fungos micorrízicos e as bactérias fixadoras de nitrogênio, que por apresentarem estruturas visíveis externamente, já são bem mais conhecidos (2).

Os primeiros relatos da existência de endofíticos datam do final do século XIX (8), e foi Bary, em 1866, quem delineou a diferença entre eles e os microrganismos patogênicos (7). Porém, a distinção que se faz é puramente didática, pois há uma linha tênue que os separa e, assim, a distância entre um e outro pode ser muito pequena, sendo difícil impor limites para separar cada categoria (2). Um microrganismo pode ser considerado endofítico, mas com a redução dos mecanismos de defesa da planta pode se comportar como um patógeno (7).

A comunidade endofítica, cuja composição varia em função do hospedeiro e das condições ambientais, tem indivíduos que se inter-relacionam dentro da planta, em um equilíbrio harmônico. O desequilíbrio dessa harmonia afeta o comportamento de todos os integrantes da comunidade, dando condições para que fungos oportunistas manifestem seu potencial patológico contra o hospedeiro (9).

Praticamente todas as espécies vegetais já investigadas apresentaram comunidade endofítica, que inclui bactérias e fungos, nos mais diferentes tecidos e órgãos vegetais (10). Logo, estima-se existir uma grande quantidade de microrganismos ainda não classificados, com propriedades desconhecidas, mas de grande importância biotecnológica.

Os efeitos dos microrganismos endofíticos nos seus hospedeiros são variados, podendo promover desde o crescimento de raízes, como também da parte aérea, no aumento do peso da matéria seca, da área foliar e na velocidade de germinação das sementes (11). Os incrementos na absorção de minerais e melhoria na eficiência de utilização da água podem ser alguns dos fatores ativos na promoção do crescimento

vegetal, além das possíveis contribuições via fixação biológica de nitrogênio (12).

A penetração dos endófitos na planta hospedeira pode ocorrer tanto através de sementes, que posteriormente estarão presentes em toda a planta, como também por meio de estômatos, ferimentos e regiões de emissão de raízes secundárias (2). Os microrganismos endofíticos podem estimular o crescimento vegetal por meio de mecanismos diretos, como produção de fitohormônios e fixação do nitrogênio, e indiretos, competindo com patógenos, visto que os endófitos habitam um nicho ecológico semelhante ao ocupado por eles (13). Por meio da produção de fitohormônios, os microrganismos podem promover estímulos ao crescimento vegetal e aumentar a produção de metabólitos (12).

É possível que bactérias epifíticas e endofíticas sejam capazes de promover o aumento de produtividade da planta por sintetizar substâncias que atuam na regulação do crescimento e/ou por fixar nitrogênio atmosférico (14). Isso pode ser verificado em bactérias endofíticas presentes na cana de açúcar, visto que 88% das linhagens avaliadas foram capazes de sintetizar ácido indolacético (AIA), estimulando o crescimento vegetal (15).

A fixação do nitrogênio atmosférico pelas bactérias é um processo já bem estudado e caracterizado, mas há estudos que indicam que fungos também podem atuar nesta fixação (16). A espécie *Piriformospora indica* Verma (1998), está entre as mais estudadas, por ser um basidiomiceto que vive nas raízes de inúmeras plantas, promovendo o crescimento vegetal e estimulando a acumulação de nitrogênio (2). Depois do nitrogênio, o fósforo é o segundo maior limitante para o crescimento vegetal, e a habilidade de alguns microrganismos endofíticos em solubilizar fosfato inorgânico tem sido alvo de grande interesse por parte dos pesquisadores (17).

O gênero *Phomopsis* foi também encontrado e isolado como endófito de graviola (*Annona muricata* L.) e pinha (*Annona squamosa* L.) sendo verificado que promovem eficientemente o crescimento vegetal, uma vez que são capazes de aumentar a produção dessas culturas, por meio do aumento da biomassa seca da parte aérea, que variou de 23,2 a 32,7% (8). Sementes de soja com suspensões de *Pseudomonas* spp. ou sobrenadantes destas suspensões apresentaram aumento no comprimento de

raízes das plântulas em até 76 %, o que foi atribuído a produção de substâncias de crescimento no meio de cultura (18).

Interação endófito/planta hospedeira

A relação de endófitos com plantas hospedeiras envolvem vários tipos de interações que podem ser simbióticas, neutras ou antagônicas (19). A interação de um fungo com seu hospedeiro vegetal variam e dependem do modo pelo qual o fungo infecta a planta e também da extensão da resposta de defesa desta, e a colonização pode ser sistêmica ou local, inter/intracelular (10).

Nas interações simbióticas os microrganismos produzem ou induzem a produção de metabólitos primários e secundários que podem conferir diversas vantagens à planta, tais como: a diminuição da herbivoria e do ataque de insetos, o aumento da tolerância a estresses abióticos e o controle de outros microrganismos (5)(20)(21). Exemplos de metabólitos que podem ser induzidos pelos endófitos são as fitoalexinas, substâncias de baixo peso molecular com atividades antimicrobianas, produzidas pelas plantas ante a ação de microrganismos e/ou de agentes estressantes (22). Outro exemplo que se pode citar é o taxol, um diterpenóide produzido pela planta *Taxus brevifolia* e largamente utilizado no tratamento de câncer mamário e uterino, é também produzido por um fungo endofítico, o *Taxomyces andreanae* encontrado dentro de *T. brevifolia* (23). Portanto, alguns compostos de origem vegetal, também são produzidos por fungos que habitam esses vegetais, indicando haver uma transposição de genes entre plantas e fungos em uma verdadeira engenharia genética *in vivo* (7).

Os fungos endofíticos atuam no controle biológico de fitopatógenos, por ocuparem o mesmo nicho ecológico destes (10). Aproximadamente 80% dos fungos endofíticos produzem compostos biologicamente ativos, como antibióticos, fungicidas e herbicidas, pois a penetração ativa do microrganismo endofítico induz a planta hospedeira a sintetizar compostos que atuam sobre o patógeno, alterando a morfofisiologia vegetal (24). Essas alterações morfológicas e fisiológicas podem incluir desde o aumento da parede celular por deposição de lignina e glucanas, até o aumento da espessura da cutícula, bem como a síntese de fitoalexinas, o que dificulta a entrada e o

desenvolvimento do patógeno na planta hospedeira (16).

Os microrganismos endofíticos apresentam uma série de atividades que podem atuar na planta hospedeira, por vezes a produção de compostos de uma considerável toxicidade, como no caso de fungos endofíticos produtores de alcalóides responsáveis pela proteção das plantas, especialmente gramíneas forrageiras contra animais herbívoros (25). A síntese de substâncias tóxicas por determinadas plantas contra herbívoros, pode ser estimulada pela presença de enzimas ou outros compostos dos microrganismos endofíticos, que atuando sobre certos genes da planta promovem a biossíntese destes metabólitos secundários tóxicos. Para a planta este estímulo aumenta o seu desempenho neste habitat, reduzindo a herbivoria sobre ela. Para tanto, os endófitos produzem diferentes metabólitos que afetam a interação da planta hospedeira com o meio ambiente (26).

Uso de endofíticos no controle biológico

No Brasil, o controle biológico com microrganismos começou a ser utilizado com o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* Metsch. e com o Baculovírus, no controle das cigarrinhas da cana-de-açúcar e das pastagens e no controle da *Anticarsia gematalis* Hübner na soja, respectivamente (4). Atualmente, outro fungo pertencente ao gênero *Trichoderma* vem sendo utilizado em larga escala devido sua ação de controle sob o fungo patogênico *Crinipellis perniciosus* (Stahel) Singer (1943), o agente causal da “vassoura de bruxa” no cacauzeiro (27).

Bactérias endofíticas estão presentes em todas as espécies vegetais, permanecendo em estado de latência ou colonizando ativamente os tecidos de forma local ou sistêmica (10). Por ocuparem um nicho ecológico semelhante àqueles ocupados por patógenos, as bactérias endofíticas apresentam grande potencial para o controle biológico (28). Este controle pode ser resultante de diversos mecanismos: competição por espaço e nutrientes na planta hospedeira; produção de compostos antimicrobianos; indução de resistência sistêmica (29).

Duas estratégias potenciais se aplicam ao uso de microrganismos endofíticos como vetores de genes de resistência. A primeira delas refere-se ao uso direto de bactérias que apresentam atividade entomopatogênica

natural, e a outra se refere ao uso de microrganismos como hospedeiros para expressarem genes oriundos de outros microrganismos do solo, ou mesmo genes sintéticos visando o controle biológico de pragas (30).

Bacillus thuringiensis Berliner (1911) representa o principal agente de controle biológico, sendo responsável por 95% do mercado mundial de biopesticidas. A sua atividade entomopatogênica está relacionada à produção de corpos de inclusão cristalinos, que são ingeridos pelas lagartas causando a morte das mesmas.

Dentre os gêneros bacterianos mais estudados como agentes de controle biológico estão *Bacillus* e *Pseudomonas*. Entretanto, um grande número de bactérias apresenta antagonismo contra vários tipos de fungos e bactérias patogênicas (31). Em batata (*Solanum tuberosum* L.) e trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) foram isoladas 25 espécies de bactérias endofíticas, de 18 gêneros, das quais 74% apresentaram *in vitro* antibiose ao fungo patogênico *Rhizoctonia solani* Kühn (32). Com o auxílio da engenharia genética, novas formas de controle biológico vem sendo desenvolvidas a partir de bactérias endofíticas, visto que a introdução de genes exógenos nestas bactérias possibilita a aquisição de novas características utilizadas no controle de doenças e pragas (20).

Um exemplo bem sucedido de controle biológico é a ação do fungo *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (1912) presente em várias espécies de plantas, podendo ser considerado como um organismo-controle, com dupla finalidade microbiana, tanto contra pragas/insetos como contra fitopatógenos, e outros estudos comprovaram que a aplicação de conídios de *Beauveria bassiana* em sementes tem reduzido a perda de plantas e sintomas de uma doença provocada por *Rhizoctonia solani* (33).

Alguns dos possíveis mecanismos de atividade de controle biológico são: competição por espaço, verificada contra *R. solani* e outros patógenos; parasitismo, com hifas “enroladas” nas hifas de um outro fungo; e indução de resistência sistêmica, cuja evidência para esse tipo de defesa inclui uma redução nos sintomas da doença em uma área da planta distante daquela onde o agente indutor está ativo (34). Esta redução nos sintomas pode ser induzida por microrganismos não patogênicos,

que ativam e desencadeiam as defesas contra os patógenos (33).

Os nematóides constituem-se um dos principais problemas da cultura da banana, principalmente para as cultivares do subgrupo Cavendish. O controle geralmente é realizado com a utilização de nematicidas, que tem apresentado pouca eficácia devido à resistência de linhagens de nematóides aos produtos aplicados. Além disso, o controle químico apresenta vários inconvenientes, como o alto custo dos produtos, os resíduos nos frutos, intoxicação pela exposição aos produtos, contaminações de fontes de água, destruição da microflora do solo e, em longo prazo, podem favorecer a indução da resistência (35).

Foram isolados mais de seis mil e quinhentos fungos endofíticos de árvores e herbáceas, na busca de novos metabólitos com potencial para novos produtos industriais e sugerem que a associação entre fungos endofíticos e seus hospedeiros conduza à produção de metabólitos secundários com atividade antimicrobiana e anti-herbicida (36). Os microrganismos endofíticos são também capazes de produzir anti-helmínticos e inseticidas (1)(37), apresentando grande potencial que pode ser explorado na agricultura (38).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das informações e dos resultados promissores já obtidos a respeito da interação entre endófitos e a planta hospedeira, o estudo de microrganismos endofíticos como agentes de controle biológico de inúmeras doenças e como promotores de crescimento vegetal vem ganhando atenção especial. A aplicação prática desses microrganismos tende a ampliar, à medida que os aspectos dessas interações forem sendo compreendidos. Além disso, há também uma grande expectativa para o número de espécies de endófitos ainda desconhecidas presentes nas plantas, nos mais variados ambientes. A necessidade da redução do consumo de agroquímicos tem aumentado o interesse por estratégias de biocontrole, que se utiliza de microrganismos com propriedades antagônicas aos patógenos e/ou com potencial

de parasitar as pragas, características que são encontradas nos microrganismos endofíticos.

Apesar de devidamente comprovada a existência da microbiota endofítica, muitas pesquisas ainda devem ser realizadas a respeito de aspectos ecológicos, genéticos e fisiológicos dessa interação, pois os dados relacionados a estes aspectos ainda são incipientes. É essencial conhecer a diversidade desses organismos, sua presença, frequência e funções, pois o conhecimento dessa interação permite a ampliação no espectro de utilização dos microrganismos endofíticos como ferramenta biotecnológica, visando o aumento da produção e a minimização do uso de agrotóxicos. A tecnologia do DNA recombinante também pode favorecer o entendimento da interação endófito-planta, pois permite a expressão de genes marcadores nos microrganismos endofíticos de interesse, facilitando a sua detecção no hospedeiro e permitindo o monitoramento destes organismos na planta e no meio ambiente.

Anderson Polli, Andréa Florindo das Neves, Fabiana Regina Galo, Janaina Gazarini, Sandro Augusto Rhoden, João Alencar Pamphile

Endereço para correspondência: Universidade Estadual de Maringá Av Colombo, 5790. Departamento de Biologia Celular e Genética, Bloco H67, Laboratório de Biotecnologia Microbiana. Jardim Universitário, CEP: 87020-900 - Maringá - Paraná - Brasil.

Recebido em 28/11/11

Revisado em 28/03/12

Aceito em 27/05/12

REFERÊNCIAS

- (1) AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI JUNIOR, W.; PEREIRA, J. O.; ARAÚJO, W. L. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. **Electronic Journal of Biotechnology**, Chile, v. 3, n. 1, p. 40-65, abr. de 2000.
- (2) PEIXOTO NETO, P. A. S.; AZEVEDO, J. L.; ARAÚJO, W. L. Microorganismos Endofíticos. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, n. 29, p. 62-76, nov. de 2002.
- (3) SAMUELS, G. J.; SEIFERT, K. A. The impact of molecular characters on systematics of filamentous ascomycetes. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 33, p. 37-67, set. de 1995.
- (4) EMBRAPA. **Projeto: Diversidade de Microrganismos Endofíticos e seu Potencial Biotecnológico**. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/endofiticos/introducao.html>> Acesso em: 28 de abr. de 2012.
- (5) PEREIRA, J. O. **Fungos Endofíticos dos Hospedeiros Tropicais *Stylosanthes guianensis* e *Musa cavendish***. 1993. Tese (Doutorado em Fitopatologia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz". Piracicaba, São Paulo, 1993.
- (6) SILVEIRA, E. B. Bactérias promotoras de crescimento de plantas e biocontrole de doenças. In: MICHEREFF, S. J.; BARROS, R. (Eds). **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife: UFRPE, 2001. cap. 3, p. 71-100.
- (7) AZEVEDO, J. L. Botânica: uma ciência básica ou aplicada? **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, vol. 22, n. 2, p. 225-229, out. de 1999.
- (8) SILVA, R. L. O.; LUZ, J. S.; SILVEIRA, E. B.; CAVALCANTE, U. M. T. Fungos endofíticos em *Annona* spp.: isolamento, caracterização enzimática e promoção do crescimento em mudas de pinha (*Annona squamosa* L.). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, vol. 20, n. 3, p. 649-655, jul. de 2006.
- (9) DÖBEREINER, J. History and new perspectives of diazotrophs in association with non-leguminous plants. **Symbiosis**, Rehovot, v.13, p.1-13, 1992.
- (10) ARAÚJO, W. L.; LIMA, A. O. S.; AZEVEDO, J. L.; MARCON, J.; KUKLINSKY-SOBRAL, J.; LACAVA, P.T. **Manual: Isolamento de Microorganismos Endofíticos**. Piracicaba: USP, 2002.
- (11) MUCCIARELLI, M.; SCANNERINI, S.; BERTEA, C.; MAFFEI, M. *In vitro* and *in vivo* peppermint (*Mentha piperita*) growth promotion by nonmycorrhizal fungal colonization. **New Phytologist**, Londres, n.158, p. 579-591, fev. de 2003.
- (12) OLIVEIRA, A. L. M.; URQUIAGA, S.; BALDANI, J. I. **Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos sobre o crescimento vegetal**.

- Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 40p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 161), 2003.
- (13) LUZ, J. S.; SILVA, R. L. O.; SILVEIRA, E. B.; CAVALCANTE, U. M. T. Atividade enzimática de fungos endofíticos e efeito na promoção do crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.19, n.2, p. 128-134, abr. de 2006.
- (14) AMORIM, E. P. R.; MELO, I. S. Ação antagonista de rizobactérias contra *Phytophthora parasitica* e *P. citrophthora* e seu efeito no desenvolvimento de plântulas de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 565-568, ago. de 2002.
- (15) COSTA, D. P.; KUKLINSKY-SOBRAL, J.; FREIRE, F. J.; SILVA, M. O.; BARBOSA, M. V.; SILVA, M. C. B.; ANDRADE, P. A. M. Caracterização do potencial de promoção de crescimento vegetal de bactérias endofíticas de cana-de-açúcar. In: IX JORNADA DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009, Recife. **Resumos da IX JEPEX**. Recife: UFRPE, 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0326-4.pdf>>. Acesso em: 27 abr. de 2012.
- (16) FROMMEL, M. I.; NOWAK, J.; LAZAROVITS, G. Growth enhancement and developmental modifications of *in vitro* growth potato (*Solanum tuberosum* spp. *tuberosum*) as affected by a nonfluorescent *Pseudomonas* sp. **Plant Physiology**, Waterbury, v. 96, n. 3, p. 928-936, jul. de 1991.
- (17) SOBRAL, J. K. **A comunidade bacteriana endofítica e epifítica de soja (*Glycine max*) e estudos da interação endófitos-planta**. 2003. 174 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- (18) CATTELAN, A. J. Aumento no desenvolvimento de plantas de soja através da inoculação com bactérias promotoras do crescimento. In: 24º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 1993, Goiânia. **Resumos**: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Goiânia, 1993, p. 341-342.
- (19) SANCHEZ-MARQUEZ, S.; BILLS, G.F.; HERRERO, N.; ZABALGOGEAZCOA, I. Non-systemic fungal endophytes of grasses. **Fungal Ecology**, Manchester, v. 5, n. 3, p. 289-297, mar. de 2011.
- (20) ARAÚJO, W. L. **Isolamento, Identificação e Caracterização Genética de Bactérias Endofíticas de Porta-Enxertos de Citros**. 1996. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, 1996.
- (21) RODRIGUES, K.F.; DIAS-FILHO, M.B. Fungal endophytes in the tropical grasses *Brachiaria brizantha* cv. Marandu and *B. humidicola*. **Pesq. Agropec. Bras**, Brasília, v. 31, n.12, p. 905-909, dez. de 1996.
- (22) CORDEIRO NETO, F.; DIETRICH, S. M. C. Phytoalexin Induction by Leaf-Surface Fungi of Tropical Rubiaceae. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 44, n. 45, p. 342-344, 1992.
- (23) STIERLE, A.; STROBEL, G.; STIERLE, D. Taxol and taxane production by *Taxomyces andreanae* an endophytic fungus of Pacific yew. **Science**, New York, v. 260, n. 5105, p. 214- 216, abr. de 1993.
- (24) SCHULZ, B.; BOYLE, C. The endophytic continuum. **Mycological Research**, Cambridge, v. 109, p. 661-686, jun. de 2005.
- (25) WOLFE, B.A.; BUSH, M.; MONFORT, S.L.; MUMFORD, S.L.; PESSIER, A.; MONTALI, R.J. Abdominal lipomatosis attributed to tall fescue toxicosis in deer. **Journal of American Veterinary Medical Association**, Washington, v. 213, n.12, p. 1783-1786, dez. de 1998.
- (26) STAMFORD, T. L. M.; ARAÚJO, J. M.; STAMFORD, N. P. Atividade enzimática de microrganismos isolados do Jacatupé (*Pachyrhizus erosus* L. Urban). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 382-385, out. de 1998.
- (27) RUBINI, M. R.; SILVA-RIBEIRO, R. T.; POMELLA A. W. V.; MAKI, C. S., ARAÚJO, W. L.; SANTOS, D. R.; AZEVEDO, J. L. Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis pernicioso*, causal agent of Witches' Broom Disease. **International Journal of Biological Sciences**, Sydney, v. 1, n. 1, p. 24-33, fev. de 2005.
- (28) HALLMANN, J.; QUADT-HALLMANN, A.; MAHAFFEE, W. F.; KLOEPFER, J. W. Bacterial endophytes in agricultural crops.

Canadian Journal of Microbiology, Saskatoon, v. 43, n. 10, p. 895-914, out. de 1997.

(29) SOUZA, M. L. Utilização de microrganismos na agricultura. **Biociência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 4, n. 21, p. 28-31, jul. de 2001.

(30) PLEBAN, S.; INGEL, F.; CHAT, I. Control of *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* in the greenhouse using endophytic *Bacillus* spp. **European Journal of Plant Pathology**, Netherlands, v. 101, n. 6, p. 665-672, abr. de 1995.

(31) OBUKOWICZ, M.G.; PERLAK, F.J.; KUSANO-KRETZMER, K.; MAYER, E.J.; WATRUP, L.S. Integration of the delta-endotoxin gene of *Bacillus thuringiensis* into the chromosome of root-colonising strains of *Pseudomonas* using Tn5. **Gene**, Netherlands, v. 45, n. 3, p. 327-331, jun. de 1986.

(32) STURTZ, A. V.; MATHESON, B. G. Populations of endophytic bacteria which influence host-resistance to *Erwinia*-induced bacterial soft rot in potato tubers. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 184, n. 2, p. 265-271, jul. de 1996.

(33) OWNLEY, B.H.; GRIFFIN, M.R.; KLINGEMAN, W.E.; GWINN, K.D.; MOULTON, J.K.; PEREIRA, R.M. *Beauveria bassiana*: Endophytic colonization and plant disease control. **Journal of Invertebrate Pathology**, Amsterdam, n. 98, p. 267-270, mar. de 2008.

(34) RODRIGUEZ, R. J.; WHITE JR J.F.; ARNOLD, A. E.; REDMAN, R. S. Fungal endophytes: diversity and functional roles. **New Phytologist**, Londres, v. 182, n. 2, p. 314-330, abr. de 2009.

(35) VILAS BOAS, L.C.; TENENTE, R.C.V.; GONZAGA, V.; SILVA NETO, S.P.; ROCHA, H.S. Reação de clones de bananeira (*Musa* spp.) ao nematóide *Meloidogyne incógnita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, Raça 2. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n. 3, p. 690-693, dez. de 2002.

(36) ESPÓSITO, E; AZEVEDO, J. L. **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: EDUCS, 2004.

(37) SCHULZ, B.; BOYLE, C.; DRAEGER, S. RÖMMERT, A. KROHN, K. Endophytic fungi: a source of novel biologically active secondary metabolites. **Mycological Research**, Cambridge, v. 106, p. 996-1004, set. de 2002.

(38) TAN, R. X.; ZOU, W. X. Endophytes: a rich source of functional metabolites. **Natural Product Reports**, London, v.18, n. 4, p. 448-459, jun. de 2001.