

# RESSALVA

Atendendo solicitação do autor ,  
o texto completo desta dissertação  
será disponibilizado somente a partir  
de 03/08/2020.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Botucatu



**THIAGO COSTA FERREIRA**

***Bacillus* spp. COMO AGENTES DE CONTROLE DE *Thielaviopsis paradoxa* E  
*Fusarium verticillioides* E PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE CANA-DE-  
AÇÚCAR E MILHO**

**Botucatu**

**2018**

**THIAGO COSTA FERREIRA**

***Bacillus* spp. COMO AGENTES DE CONTROLE DE *Thielaviopsis paradoxa* E  
*Fusarium verticillioides* E PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE CANA-DE-  
AÇÚCAR E MILHO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Proteção de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Bettiol

**Botucatu**

**2018**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F383b Ferreira, Thiago Costa, 1991-  
Bacillus spp. como agentes de controle de *Thielaviopsis paradoxa* e *Fusarium verticillioides* e promotores de crescimento de cana-de-açúcar e milho / Thiago Costa Ferreira. - Botucatu: [s.n.], 2018  
85 p.: grafs., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018  
Orientador: Wagner Bettiol  
Inclui bibliografia

1. Cana-de-açúcar. 2. Milho. 3. Crescimento (Plantas). 4. Bacillus (Bacteria). 5. Patógenos de solo. I. Bettiol, Wagner. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

\*Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte\*

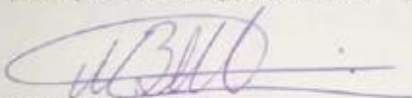
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "Bacillus spp. COMO AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DE Thielaviopsis paradoxa E Fusarium verticillioides E PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE CANA-DE-ACÚCAR E MILHO"


AUTOR: THIAGO COSTA FERREIRA

ORIENTADOR: WAGNER BETTIOL

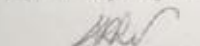
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



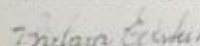
Prof. Dr. WAGNER BETTIOL  
Meio Ambiente / EMBRAPA



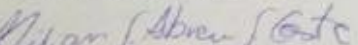
Profa. Dra. RENATE KRAUSE SAKATE  
Departamento de Proteção Vegetal / UNESP - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu



Profa. Dra. SILVIA RENATA SICILIANO WILKEN  
Departamento de Produção Vegetal / FCA / UNESP - Botucatu/SP



Profa. Dra. BÁRBARA ECKSTEIN  
Recursos Genéticos e Biotecnologia / Embrapa



Dra. LÚLIAN SIMARA ABREU SOARES COSTA  
Meio Ambiente / Embrapa

Botucatu, 03 de agosto de 2018.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor Deus Jeová, pelo dom da vida e por todas as minhas conquistas. Faltam palavras para descrever esta gratidão!

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Proteção de Plantas, pela oportunidade de realização do curso de doutorado;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001;

Ao Prof. Dr. Wagner Bettiol, pela orientação;

À Embrapa Meio Ambiente, em especial a todos que fazem parte do Laboratório de Microbiologia Ambiental e do Setor de Campos Experimentais, pela compreensão e auxílios, sem estes esta Tese não teria sido executada;

Aos amigos do Laboratório de Microbiologia Ambiental: Michelli, Dalton, Mirian, Lucas do Lago, Lucas Guedes, Marina, Mércia, Lílian e Davi, por toda amizade, companheirismo e tudo mais que boas amizades podem prover;

Aos amigos de Campinas: Eric, Lucas Emerick, Bruna, Rudson, Marlon, Aline Maia, por todo amor e momentos de apoio neste processo.

Aos amigos de Botucatu, participantes da República NinguémSai (Zaraga, Perobo, Vidente, Mamik, Mickey, Vivian e Mexicano);

Aos vários outros amigos do Lageado, em especial para: Porteira, Talismã, Guandu, Pai-Jaú, João Negão, Vapu Inferno, Crina e Davizão; os quais levarei para a vida;

Aos meus amigos da minha região natal, por terem me ajudado, mesmo a distância, em se manter firme e sóbrio neste processo. A minha família pelo amor e amizade mesmo a distância neste processo. Também por serem a mola impulsionadora de muitas coisas na minha vida.

*“Os céus declaram a glória de Deus; o firmamento proclama a obra das suas mãos. Um dia fala disso a outro dia; uma noite o revela a outra noite. Sem discurso nem palavras, não se ouve a sua voz. Mas a sua voz ressoa por toda a terra e as suas palavras até os confins do mundo. Nos céus ele armou uma tenda para o sol, que é como um noivo que sai de seu aposento e se lança em sua carreira com a alegria de um herói. Sai de uma extremidade dos céus e faz o seu trajeto até a outra; nada escapa ao seu calor” (Salmos 19:1-6).*



## RESUMO

Microrganismos podem ser utilizados como agentes de promoção de crescimento e biocontrole de fitopatógenos habitantes do solo em diferentes culturas agrícolas. Dentre estes microrganismos, existem relatos que isolados de bactérias do gênero *Bacillus* podem ser promissores para as duas atividades, podendo, portanto, serem efetivos para a promoção de crescimento e o biocontrole de *Thielaviopsis paradoxa* e *Fusarium verticillioides*, importantes patógenos nas culturas da cana-de-açúcar e milho, respectivamente. O objetivo deste trabalho foi selecionar isolados de *Bacillus* com as características de promover o crescimento das plantas e controlar *T. paradoxa* e *F. verticillioides* nas culturas da cana-de-açúcar e milho, respectivamente. Assim, foram realizados estudos *in vitro* com 162 isolados de *Bacillus* sp. quanto à assimilação de nitrogênio, solubilização de fosfato e produção de ácido indolacético, ácido cianídrico e sideróforos e também quanto à inibição do crescimento micelial e germinação de esporos de *T. paradoxa* e no controle da podridão abacaxi e na promoção de crescimento em cana-de-açúcar. Também foram estudados os efeitos de 12 isolados de *Bacillus*, selecionados de acordo com os melhores resultados da fase descrita anteriormente, bem como resultados obtidos em teste no laboratório e consulta a literatura especializada, para a promoção de crescimento e o biocontrole de *F. verticillioides* em milho comum e pipoca, *in vitro* e *in vivo*. De acordo com os resultados obtidos foram selecionados dois isolados, *B. velezensis* AP-03 e *Bacillus* sp. AP-210, como agentes de promoção de crescimento e de biocontrole de *T. paradoxa* e *F. verticillioides* para as culturas da cana-de-açúcar e milho, respectivamente. Isolados de *Bacillus* spp. podem ser utilizados como agentes de promoção de crescimento e biocontrole em cana-de-açúcar e milho na presença destes patógenos.

**Palavras-chave:** *Saccharum officinarum*, *Zea mays*, antagonismo, patógenos de solo, crescimento vegetal.

## ABSTRACT

Microorganisms can be used as plant growth promoter and biocontrol agents of soilborn plant pathogens, in several crops. Among these microorganisms, there are reports that isolates from the *Bacillus* genus can be promising for both these activities and may therefore be effective for the growth promotion and control of *Thielaviopsis paradoxa* and *Fusarium verticillioides*, important pathogens in sugarcane and corn crops, respectively. In this study it was selected *Bacillus* isolates for improving plant growth and controlling *T. paradoxa* and *F. verticillioides*. *In vitro* studies were carried out with 162 *Bacillus* isolates regarding to the assimilation of nitrogen, phosphate solubilization and production of indolacetic acid, hydrocyanic acid and siderophores, as well as the inhibition of mycelial growth and spores germination of *T. paradoxa*, control of pineapple rot and growth promotion in sugarcane. Also, the effects of 12 *Bacillus* isolates, selected according to the previously described phase and literature information, were studied for growth promotion and for the control of *F. verticillioides* in corn and popcorn, *in vitro* and *in vivo*. According to the results, two isolates, *B. velezensis* AP-03 and *Bacillus* sp. AP-210, as growth promoter and biocontrol agents of *T. paradoxa* and *F. verticillioides* for sugarcane and corn crops, respectively. *Bacillus* spp. isolates can be used as plant growth promotion and biocontrol agent in sugarcane and corn in the presence of these soilborn plant pathogens.

**Key words:** *Saccharum officinarum*, *Zea mays*, antagonism, soilborn plant pathogens, plant growth.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>A cultura da cana-de-açúcar.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>A cultura do milho.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Fitopatógenos habitantes do solo.....</b>	<b>21</b>
2.3.1	Doenças da cana-de-açúcar .....	22
2.3.2	Doenças do milho.....	24
<b>2.4</b>	<b>Uso de microrganismos na agricultura.....</b>	<b>25</b>
2.4.1	<i>Bacillus</i> spp. como promotores de crescimento de plantas e antagonistas a fitopatógenos habitantes do solo.....	26
2.4.2	Controle biológico de doenças e promoção de crescimento em cana-de-açúcar promovidos por isolados do gênero <i>Bacillus</i> .....	29
2.4.3	Controle biológico de doenças e promoção de crescimento em milho promovidos por isolados do gênero <i>Bacillus</i> .....	31
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1</b>	<b>Localização dos experimentos, dados climáticos e solo trabalhado.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2</b>	<b>Organismos trabalhados.....</b>	<b>31</b>
<b>3.3</b>	<b>Seleção dos isolados de <i>Bacillus</i> spp. com base na produção de metabólitos promotores de crescimento, assimilação e solubilização de nutrientes.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4</b>	<b>Seleção dos isolados de <i>Bacillus</i> spp. com base no biocontrole de fitopatógenos.....</b>	<b>35</b>
3.4.1	Seleção de isolados antagônicos a <i>T. paradoxa</i> .....	35
3.4.2	Seleção de isolados antagônicos a <i>F. verticillioides</i> .....	37
<b>3.5</b>	<b>Produção de metabólitos promotores de crescimento e assimilação de nutrientes.....</b>	<b>38</b>
<b>3.6</b>	<b>Efeitos de <i>Bacillus</i> spp. no controle da podridão abacaxi, promoção de crescimento e vigor de mudas de cana-de-açúcar.....</b>	<b>39</b>
<b>3.7</b>	<b>Efeitos de <i>Bacillus</i> spp. no controle de <i>F. verticillioides</i>, na promoção de crescimento e vigor de plantas de milho comum e pipoca.....</b>	<b>41</b>
3.7.1	Promoção de crescimento de milho comum e pipoca por <i>Bacillus</i> spp.....	41
3.7.2	Inoculação de <i>F. verticillioides</i> em sementes de milho.....	42
3.7.3	Seleção dos isolados de <i>Bacillus</i> spp. utilizados nos próximos testes com sementes de milho.....	42
3.7.4	Tratamento de sementes de milho comum com <i>Bacillus</i> spp.....	42
3.7.5	Testes de fisiologia e sanidade de sementes de milho inoculadas com <i>F. verticillioides</i> e tratadas ou não com <i>Bacillus</i> spp.....	43
3.7.6	Avaliação do tratamento de sementes de milho inoculadas com <i>F. verticillioides</i> com diferentes cepas de <i>Bacillus</i> .....	45
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Seleção dos isolados de <i>Bacillus</i> spp. com base na produção de metabólitos promotores de crescimento, assimilação e solubilização de nutrientes.....</b>	<b>47</b>

<b>4.2</b>	<b>Seleção dos isolados de <i>Bacillus</i> spp. com base no biocontrole de fitopatógenos.....</b>	<b>48</b>
4.2.1	Seleção de isolados antagônicos a <i>T. paradoxa</i> .....	48
4.2.2	Seleção de isolados antagônicos a <i>F. verticillioides</i> .....	49
<b>4.3</b>	<b>Produção de metabólitos promotores de crescimento e assimilação de nutrientes.....</b>	<b>51</b>
<b>4.4</b>	<b>Efeitos de <i>Bacillus</i> spp. no controle da podridão abacaxi, promoção de crescimento e vigor de mudas de cana-de-açúcar.....</b>	<b>52</b>
<b>4.5</b>	<b>Efeitos de <i>Bacillus</i> spp. no controle de <i>F. verticillioides</i>, na promoção de crescimento e vigor de plantas de milho comum e pipoca.....</b>	<b>55</b>
4.5.1	Promoção de crescimento de milho comum e pipoca por <i>Bacillus</i> spp.....	55
4.5.2	Testes de fisiologia e sanidade de sementes de milho inoculadas com <i>F. verticillioides</i> e tratadas com <i>Bacillus</i> spp. ou produtos sintéticos.....	58
4.5.3	Testes de fisiologia e sanidade de plântulas de milho provenientes de sementes inoculadas com <i>F. verticillioides</i> e tratadas ou não com <i>Bacillus</i> spp.....	59
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>5.1</b>	<b>Seleção dos isolados de <i>Bacillus</i> com base na produção de metabólitos promotores de crescimento, assimilação e solubilização de nutrientes para vegetais.....</b>	<b>64</b>
<b>5.2</b>	<b>Seleção dos isolados de <i>Bacillus</i> com base no biocontrole de <i>T. paradoxa</i> e na promoção de crescimento de cana-de-açúcar.....</b>	<b>66</b>
<b>5.3</b>	<b>Seleção dos isolados de <i>Bacillus</i> spp. com base no biocontrole de <i>F. verticillioides</i> e na promoção de crescimento de milho.....</b>	<b>70</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>73</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>75</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

## 6 CONCLUSÕES

Isolados de *Bacillus* spp. são conhecidos pela ação como agentes de biocontrole contra diversos patógenos e promotores de crescimento para importantes culturas comerciais. De acordo com os resultados obtidos no presente estudo dos 162 isolados de *Bacillus* spp. testados foram selecionados 12 para os estudos subsequentes (*in vitro*) e somente dois para os estudos com plantas. Os isolados selecionados para o estudo *in vivo*, foram: *B. velezensis* AP-03 e *Bacillus* sp. AP-210.

Por meio dos resultados obtidos nos ensaios *in vivo*, pode-se inferir que os isolados *B. velezensis* AP-03 e o *Bacillus* sp. AP-210 apresentaram o comportamento de agentes de promoção de crescimento vegetal e de biocontrole de *T. paradoxa* e *F. verticillioides*, para as culturas da cana-de-açúcar e do milho, respectivamente. Entretanto, antes de recomendação de uso destes isolados na agricultura, há necessidade de realizar mais estudos em condições de campo.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2005.
- AHMAD, Z. et al. Isolated *Bacillus subtilis* strain 330-2 and its antagonistic genes identified by the removing PCR. **Science Reports**, n. 7, p. 1-14, 2017. doi:10.1038/s41598-017-01940-9
- ALUJA, M. et al. Pest management through tropical tree conservation. **Biodiversity Conservation**. n. 23, p.831-853. 2014.
- ALVINDIA, D. G. et al. Symptoms and the associated fungi of postharvest diseases on non chemical bananas imported from the Philippines. **Japanese Journal of Tropical Agriculture**, v. 44, p. 87– 93, 2000.
- ALVINDIA, D.G. et al. Improving control of crown rot disease and quality of pesticide free banana fruit by combining *Bacillus amyloliquefaciens* DGA14 and hot water treatment. **European Journal Plant Pathology**, v. 136, p. 183–191, 2013. Doi:10.1007/s10658 012 0154 7.
- AMORIM, L.; et al. **Manual de Fitopatologia. Volume 1. Princípios e Conceitos**. 4ª Edição. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 2011. 704p.
- ARAUJO, F.F.; GUERREIRO, R.T. Bioprospecção de isolados de *Bacillus* promotores de crescimento de milho cultivado em solo autoclavado e natural **Ciência e agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 837 844, jul./ago., 2010.
- BALDINI, I.J. A brief story of nitrogen fixation in sugarcane – reasons for success in Brazil. **Funcional Plant Biology**, v. 29, p. 417-423, 2014.
- BANIK, A., et al. Characterization of N<sub>2</sub> fixing plant growth promoting endophytic and epiphytic bacterial community of Indian cultivated and wild rice (*Oryza* spp.) genotypes. **Planta**. v. 243, p. 799–812, 2012. DOI 10.1007/s00425 015 2444 8
- BARACAT PEREIRA, et al. Biochemical properties of soybean leaf lipoxygenases: presence of soluble and membrane bound forms. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 39, p. 91 98, 2001.
- BARDIN, M. et al. Is the efficacy of biological control against plant diseases likely to be more durable than that of chemical pesticides? **Frontiers in Plant Science**, v. 6, 2015.
- BAYSAL, O.; TOR, M. Smart biologics for crop protection in agricultural systems. **Turkey Journal Agriculture Formation**, v. 38, p. 723- 731, 2014. doi:10.3906/tar 1309 26
- BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas. Uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 332. p

BORRÁS HIDALGO, et al. Identification of sugarcane genes induced in disease resistant somaclones upon inoculation with *Ustilago scitaminea* or *Bipolaris sacchari*, **Plant Physiology and Biochemistry**, v.43, n.3, p.1115- 1121, 2005.

BOZZOLA, J.J., RUSSELL, L.D. **Electron Microscopy: Principles and Techniques for Biologists**. 2<sup>nd</sup> Ed., Boston – Jones and Bartlett Publishers, 1999. 670p.

BRANDI, F. **Formulações comerciais de *Bacillus* spp. no controle de podridão abacaxi da cana de açúcar**. Dissertação (Mestrado), Pós Graduação em Agronomia/ Proteção de Plantas, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2015. 53 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BUKATSCH, F. Bermerkungen zur Doppelfärbung Astrablau Safranin. **Mikrokosmos**, v. 61, p.255, 1972.

CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema plantio direto de longa duração. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 87 95, 2016.

CAKIR, O., SULE, A. Defensive and secondary metabolism in *Astragalus chrysochlorus* cell cultures, in response to yeast extract stressor. **Journal Environmental Biology**, v. 30, págs 51 55, 1986.

CAMPOS, J.T. **Rizobactérias promotoras do crescimento de cana de açúcar**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo. Campinas, SP. 2010. 71 p.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e sustentabilidade**. Ematerce. 2002.

CARDOZO, R.B.; ARAUJO, F.F. Multiplicação de *Bacillus subtilis* em vinhaça e viabilidade no controle da meloidoginose, em cana de açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.12, p.1283–1288, 2011.

CARVALHO, P. C. F.; et al. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, p. 1040-1046, 2014. DOI: 10.1590/S1806 66902014000500020.

CAWOY, H. et al. Plant defense stimulation by natural isolates of *Bacillus* depends on efficient surfactin production. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 27, n. 2, pp. 87–100, 2007. <http://dx.doi.org/10.1094/MPMI.09.13.0262>

CHAPOLA, R.G. et al. Controle da podridão abacaxi da cana de açúcar por meio da pulverização de fungicidas em rebolos no sulco de plantio. **Ciência Rural**. v. 44, n.2, 2014.

CHAUHAN, H.; et al. Plant growth promoting bacterial endophytes from sugarcane and their potential in promoting growth of the host under field conditions.

**Esplanation Agricola**, v. 49, n 11, p. 43-52 2014.

CHOWDHURY, S.P. et al. Biocontrol mechanism by root associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42: a review. **Frontiers in microbiology**. v. 6, n. 780, 2014. doi: 10.3389/fmicb.2015.00780.

COMPANT, S.; CLEMENT, C.; ESSITCH, A. Plant growth promoting bacteria in the rhizo and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. **Soil Biology & Biochemistry**. v. 42, 2010.

doi:10.1016/j.soilbio.2009.11.024

CONAB. **Produção Agrícola – 2017**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> Acesso em: 31/08/2018.

COSTA, S. S. et al. Development of a PCR protocol for the identification and detection of *Fusarium solani* f. sp. *piperis* from soil and roots of black pepper (*Piper nigrum*). **Tropical Plant Pathology**, v. 42, p. 1-12, 2017. doi:10.1007/s40858 016 0124 2

DAGUERRE, Y. et al. Fungal proteins and genes associated with biocontrol mechanisms of soil-borne pathogens: a review. **Fungal Biological Reviews**, v. 28, n. 97–125, 2014.

DIAS, C.M.O. **Indicadores fisiológicos, fitotécnicos e agroindustriais de variedades de cana de açúcar cultivadas sob duas condições hídricas**. Dissertação (mestrado). Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal no Semiárido. Universidade Estadual de Montes Claros, 2011. 67 p.

DÖBEREINER, J. et al. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não leguminosas**. Brasília: EMBRAPA SPI / Itagua: Embrapa CNPAB, 1995a. 80p.

DOMINGUES, A.T. As políticas da agroindústria canavieira e o proálcool no Brasil. **Revista Pegada**, v. 15 n.2, p. 15-27, 2014.

DORIGHELLO, D.V. et al. Controlling Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) with *Bacillus* spp. and coffee oil. **Crop Protection**. v.67, p. 59-65, 2015.

DUANGMAL, K.; APENTEN, R.K.O. A comparative study for polyphenoloxidases from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum* var. Romano). **Food Chemistry**, v. 64, p. 351 359, 1999.

EARL, A.M. et al. Ecology and genomics of *Bacillus subtilis*. **Trends in Microbiology** v. 16, n.6, p. 1-11, 2008.

EZIASHI, E.I.; et al, Evaluation of lyophilized and non lyophilized toxins from *Trichoderma* species for the control of *Ceratocystis paradoxa*, **African Journal of Agricultural Research**, v.5, n.13, p.1733-1738, 2010 a.



- EZIASHI, E.I. et al, Evaluation of crude leaf extratracts and benlate solution treatments on oil palm sprouted seeds for the control of *Ceratocystis paradoxa* causing black seed rot. **African Journal of Agricultural Research**, v.4, n.13, p.1285-1288, 2010 b.
- FERREIRA, R.J. **Espécies de *Bacillus* no controle de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica* in vitro e na cana de açúcar**. Dissertação (mestrado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP, 2015, 60 p.
- FIRMINO, A.C., FURTADO, E.L. Extracellular enzyme production by *Ceratocystis* spp. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.4, p.371 374, 2014.
- FISCHER, S., BAYERSDORFER, F., HARANT, E., RENG, R., ARNDT, S., BOSSERHOFF, A.K., SCHNEUWLY, S. et al, A Negative Regulator of BMP Signaling in *Drosophila melanogaster*. **PLoS ONE**, v. 7, n.8, p. 1-12, 2012.
- GAIEIRO, J.R.; et al. Inside the root microbiome: bacterial root endophytes and plant growth promotion. **American Journal of Botany**. v. 100, n.9, p. 1738–1750, 2013. doi:10.3732/ajb.1200572
- GEORGE, P. et al, Antagonistic activity of coconut rhizospheric and endophytic *Bacillus* spp. Against *Ganoderma applanatum* and *Thielaviopsis paradoxa* **Journal of Plantation Crops**, v. 39, n. 2, p. 278 284, 2011.
- GHELLER, A. C. A. **Técnica cultural para o controle da podridão-abacaxi em cana-de-açúcar e modelo para estimativas de perda**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995. 115 p
- GHINI, R. et al. Combined effects of soil biotic and abiotic factors, influenced by sewage sludge incorporation, on the incidence of corn stalk rot. **PLoS ONE**. v. 11, n. 5, p. 1-17, 2016. doi:10.1371/ journal.pone.0155536.
- GJHORBANPOUR, M. et al. Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. **Biological Control**. v. 117, p. 147–157, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.11.006>
- GOND, S.K. et al. Endophytic *Bacillus* spp. produce antifungal lipopeptides and induce host defence gene expression in maize. **Microbiological Research**, v. 172, p. 79-87, 2015. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.micres.2014.11.004>
- GUPTA, G. et al, Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Current and Future Prospects for Development of Sustainable Agriculture. **Journal of Microbiol and Biochemical Technology**, v. 7, p. 96 102, 2015. doi:10.4172/1948 5948.1000188.
- HALFELD VIEIRA, B.A., et al. Induction of systemic resistance in tomato by the autochthonous phylloplane resident *Bacillus cereus*. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 1247 1252, 2006.

HASSAN M.N. et al. Suppression of red rot caused by *Colletotrichum falcatum* on sugarcane plants using plant growth promoting rhizobacteria. **BioControl**, n. 55 p. 531–542, 2010.

JOHN, R.P. et al. Bio encapsulation of microbial cells for targeted agricultural delivery. **Critical Reviews in Biotechnology**, n. 31, v. 3, págs: 211–226, 2011.

JULIATTI, F.C. **Avanços no tratamento químico de sementes**. Informativo ABRATES, v. 20, n.3, p. 54- 55, 2010.

KUAN, K.B, et al. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Inoculation to Enhance Vegetative Growth, Nitrogen Fixation and Nitrogen Remobilisation of Maize under Greenhouse Conditions. **PLoS ONE**, v. 11, n. 3, 2011. doi:10.1371/journal.pone.0152478

KULIMUSHI, Z. et al. Stimulation of Fengycin Type Antifungal Lipopeptides in *Bacillus amyloliquefaciens* in the Presence of the Maize Fungal Pathogen *Rhizomucor variabilis*. **Frontiers in Microbiology**, v. 15, n. 8, 2017. doi: 10.3389/fmicb.2017.00850

KUNDAN, R. et al. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Mechanism and Current Prospective. **Journal of Fertilizers & Pesticides**, v. 6, n. 2, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.4172/jbfbp.1000155>

LALIBERTÉ, E. et al. Phosphorus limitation, soil-borne pathogens and the coexistence of plant species in hyperdiverse forests and shrublands. **New Phytologist**, v. 206, p. 507–521, 2018.

LANZA, F.E.; et al. Prevalence of fumonisin producing *Fusarium* species in Brazilian corn grains. **Crop Protection**. v. 65, p. 232 237, 2014.

LIMA, V.L.F. **Análise isotópica (Delta15N) e química do capim marandu adubado com ureia e cama de frango e diferido**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – Botucatu, 2014. 75p.

LIZÁRRAGA SÁNCHEZ, G.J. et al. *Bacillus cereus* sensu lato strain B25 controls maize stalk and ear rot in Sinaloa, Mexico. **Field Crops Research**, v. 176, p.11–21, 2015. doi:10.1016/j. fcr.2015.02.015

MACHADO, J.C. et al.; Inoculum potential of *Fusarium verticillioides* and performance of maize seeds. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n.3, p. 213 217, 2013. <https://dx.doi.org/10.1590/S1982 56762013000300005>

MARIANO, R.L.R. et al. Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura sustentável. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 1, p.89 111, 2004.

- MARTINS, S.J. et al. Common bean growth and health promoted by rhizobacteria and the contribution of magnesium to the observed responses. **Applied Soil Ecology**, v. 87, p. 49–55, 2015.
- MAUGHAN, H.; VAN der AUWERA, G. *Bacillus* taxonomy in the genomic era finds phenotypes to be essential though often misleading. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 11, p. 789–797, 2011. doi:10.1016/j.meegid.2011.02.001
- MAZZUCHELLI, R. C. L.; ARAÚJO, F. F. Eficácia do controle de nematoides por *Bacillus subtilis* em duas variedades de cana de açúcar. **Colloquium Agrarie**, v. 7, n. esp., p. 51 58, 2011.
- MENDES, M.C. et al. Época de semeadura de híbridos de milho forrageiro colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Agro@ambiente**, v.9, n.2, p.136 142, 2015.
- MICHEREFF, S.J. et al. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife, Brasil. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Imprensa Universitária. p. 1 18. 2009.
- MIRANSI, M.; SMITH, D.L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, n. 99, p. 110- 121, 2014.
- NGUYEN, P. A. et al. Crop molds and mycotoxins: Alternative management using biocontrol. **Biological Control**, v. 104, p. 10–27, 2017.
- NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos Avançados**, v. 83, n. 29, 2015.
- NORONHA, M. A. et al. Efeito do tratamento de sementes de caupi com *Bacillus subtilis* no controle de *Rhizoctonia solani*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 174 178, 1995.
- PASCHOLATI, S. F. et al. Phenylalanine ammonia 2 lyase activity and anthocyanin accumulation in wounded maize mesocotyls. **Plant Pathology**, v. 115, p. 165 -172, 1986.
- PEREIRA, E.S. et al. Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.8 12, 2016.
- PIROMYOU, P, et al. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on microbial community structure in rhizosphere of forage corn cultivated in Thailand. **European Journal of Soil and Biology**. v.47, n.44–54, 2011.
- POP, J.; et al. Pesticide productivity and food security. A review. **Agronomic Sustainable Development**, v. 33, p. 243–255, 2013. DOI 10.1007/s13593 012 0105
- RADHAKRISHAN, R. et al. *Bacillus*: a biological tool for crop improvement through bio-molecular changes in adverse environments. **Frontiers in Plant Physiology**, v. 8, n. 667, 2017. doi: 10.3389/fphys.2017.00667

RAIS, M.S. et al. Antagonistic *Bacillus* spp. reduce blast incidence on rice and increase grain yield under field conditions. **Microbiological Research**, v. 208, p. 54-62, 2018. [doi.org/10.1016/j.micres.2018.01.009](https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.01.009)

RAID, R.N. **Pineapple disease of sugarcane**. Flórida: University of Florida, 2012. Acesso em: 07 mar. 2017. Online. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/SC/SC00500.pdf>>.

REIS, E.M. et al. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2ed. Lages: Graphel, 2004. 144p.

SAKTHI, S. et al. Biocontrol potenciality of plant growth promoting bactéria (PGPR) – *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*: a review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 16, p. 1265-1277, 2014. DOI: 10.5897/AJAR2013.7914

SILVA, F. F. et al. Emergência e análise ultraestrutural de plântulas de soja inoculadas com *Sclerotinia sclerotiorum* sob efeito da aplicação de *Trichoderma harzianum*. **Summa Phytopathologica**. V.43, N.1, 2017. [dx.doi.org/10.1590/0100-5405/2212](https://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/2212)

SANTOS, I.B. et al. Bactérias diazotróficas associadas a raízes de cana-de-açúcar: solubilização de fosfato inorgânico e tolerância à salinidade. **Bioscience Journal**. V. 28, p. 142-149, 2012.

SANTOS, M.S. et al. Resistance to water deficit during the formation of sugarcane seedlings mediated by interaction with *Bacillus* sp. **Científica**, v. 45, p. 414, 2017.

SHARMA, K.K. et al. Seed treatments for sustainable agriculture A review. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 1, n.7, p. 521 – 539, 2015.

SILVA, J.J. et al. Genetic structure of *Fusarium verticillioides* populations and occurrence of fumonisins in maize grown in southern Brazil. **Crop protection**, v. 99: págs, 160- 167, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.020>.

SILVA, J.M. et al. Potential of the endophytic bacteria (*Herbaspirillum* spp. and *Bacillus* spp.) to promote sugarcane growth. **Australian Journal of Crop Science**. v. 9, n.8, p. 754-760, 2015.

SOYTONG, K. et al. Biological control of *Thielaviopsis* Bud Rot of *Hyophorbe lagenicaulis* in the field, **Journal of Agricultural Technology**, p.235-245, 2005.

SVOBODOVÁ, K. et al. Mutual interactions of *Pleurotus ostreatus* with bacteria of activated sludge in solidbed bioreactors. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. v. 2, N. 6, 2016. doi: 10.1007/s11274-016-2050-3.

SZAFRANSKA, K. et al. Melatonin Improves the Photosynthetic Apparatus in Pea Leaves Stressed by Paraquat via Chlorophyll Breakdown Regulation and Its Accelerated de novo Synthesis. **Frontiers in Plant Science**, v. 8 n.878, 2017. doi: 10.3389/fpls.2017.00878

SZILAGYI-ZECCHIN, V.J. et al. Identification and characterization of endophytic bacteria from corn (*Zea mays* L.) roots with biotechnological potential in agriculture. **AMB Express**. v.4 n.26, 2014. doi:10.1186/s13568-014-0026-y.

TALUKDER, M.I. et al. Management of Pineapple Disease of Sugarcane through Biological Means. **Journal of Agriculture & Rural Development**, v.5, n.1&2, p.79 - 83, 2007.

TIMMERMANN, C.; FELIX, G.F. Agroecology as a vehicle for contributive justice. **Agricultural Humam Values**, n. 32, p. 523 538, 2015.

TOKESHI, H. **Doenças da cana de açúcar (híbridos de *Saccharum* spp.)** In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.). **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.207 225.

USDA. **World Agricultural Production** in: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> acesso 11/10/2017.

WANG., H.H.et al. The transition modern agriculture: contract farming in developing economies. **American Journal Agricultural and Economy**. n. 96, v. 5, p. 1257 1271, 2014.

WILSON, C.; TISDELL, C. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability. **Ecological Economics**, n. 39, p. 449 462, 2001.

WU, L. et al. Novel Routes for Improving Biocontrol Activity of *Bacillus* Based Bioinoculants. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, n. 1395, p. 2-13, 2015. doi: 10.3389/fmicb.2015.01395

XU, S.J; et al. Biological control of gray mold and growth promotion of tomato using *Bacillus* spp. isolated from soil. **Tropical Plant Pathology**. V. 41, p. 169–176, 2016. Doi: 10.1007/s40858 016 0082 8

YADAV J, VERMA JP. Effect of seed inoculation with indigenous *Rhizobium* and plant growth promoting rhizobacteria on nutrients uptake and yields of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **European Journal of Soil Biology**. N. 63: p. 70–77, 2014.

YURELA, I. Plant development regulation: overview and perspectives. **Journal of Plant Physiology**. N. 182, p. 62 78, 2015.