

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 30/05/2021.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TAXONOMIA DE BACTÉRIAS NÃO ESPORULANTES
TESTADAS NO CONTROLE BIOLÓGICO CONTRA A
Spodoptera frugiperda (J.E. SMITH)**

Mariana Davanzo Miranda
Engenheira Agrônoma

2020

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TAXONOMIA DE BACTÉRIAS NÃO ESPORULANTES
TESTADAS NO CONTROLE BIOLÓGICO CONTRA A
Spodoptera frugiperda (J.E. SMITH)**

Mariana Davanzo Miranda

Orientador: Prof. Dr. Jackson Antônio Marcondes de Souza

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Microbiologia Agropecuária.

2020

M672t Miranda, Mariana Davanzo
Taxonomia de bactérias não esporulantes testadas no controle biológico contra a Spodoptera frugiperda (J.E. SMITH) / Mariana Davanzo Miranda. -- Jaboticabal, 2020
58 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Jackson Antônio Marcondes de Souza

1. Controle biológico. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

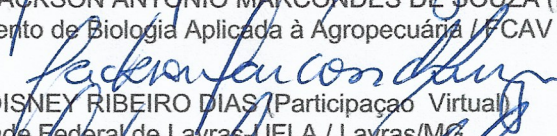
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: TAXONOMIA DE BACTÉRIAS NÃO ESPORULANTES TESTADAS NO CONTROLE BIOLÓGICO CONTRA A *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH)

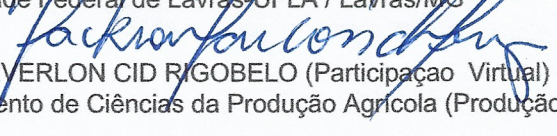
AUTORA: MARIANA DAVANZO MIRANDA

ORIENTADOR: JACKSON ANTONIO MARCONDES DE SOUZA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em MICROBIOLOGIA AGROPECUÁRIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JACKSON ANTONIO MARCONDES DE SOUZA (Participação Virtual)
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. DISNEY RIBEIRO DIAS (Participação Virtual)
Universidade Federal de Lavras-UFLA / Lavras/MG


Prof. Dr. EVERLON CID RIGOBELO (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Produção Vegetal) / FCAV - UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 30 de novembro de 2020

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Mariana Davanzo Miranda, nascido no dia 30 de março de 1993 na cidade de Ribeirão Preto – SP. Graduada em Engenharia Agrônômica, pela Universidade do Estado de São Paulo, Campus de Jaboticabal-SP. Durante a graduação foi estagiária no Departamento de Fitossanidade e Nutrição de Plantas. Participou do projeto de monitoria na matéria disciplinar: Doenças em Grandes Culturas (2016). Atualmente é mestranda no programa de Microbiologia Agropecuária, com dedicação exclusiva, na Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal (UNESP - FCAV), atuando na linha de pesquisa Genética Molecular de Microrganismos. Tem experiência na área de microbiologia geral. Desenvolve pesquisas na área de Microbiologia Agropecuária, principalmente nos seguintes temas: controle biológico de grandes pragas e prospecção de microrganismos entomopatogênicos.

*“A verdadeira viagem de descobrimento
não consiste em procurar novas
paisagens, mas ter novos olhos.”*

(Marcel Proust)

Dedico este trabalho a minha Mãe Rita, meu Pai André e toda minha família que nunca mediram esforços para que eu conseguisse alcançar meus objetivos, sempre me amparando e dando forças para continuar em todos os momentos.

Dedico a todos os meus amigos que jamais me deixaram desistir e sempre acreditaram na minha capacidade e força de vontade.

Dedico todo apoio da Universidade Estadual Paulista por permitir o respaldo necessário por todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar ao meu lado sempre e me capacitando dia a dia por esse trabalho.

A minha mãe Rita e meu pai André que, com muito carinho e atenção sempre estive ao meu lado para ajudar com o que fosse necessário.

A toda minha família pela força e incentivo que me deram para fazer com que eu chegasse aqui.

Ao Higor, meu companheiro de mestrado e de laboratório que estive dia a dia comigo durante essa fase.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Jackson Antônio Marcondes de Souza pela paciência durante os momentos de orientação, pelas risadas e boas conversas.

Ao pessoal do Laboratório de Genética de Bactérias e Biotecnologia Aplicada, que tornaram essa caminhada mais alegre. Obrigado por todos os momentos de alegria e descontração vividos.

Ao Laboratório de Genética de Bactérias e Biotecnologia Aplicada e a Profa. Dra. Janete Aparecida Desidério por me conceder a estrutura e materiais utilizados durante a realização do projeto.

Ao Departamento de Fitossanidade e ao Prof. Dr. Ricardo Antônio Polanczyk pelo suporte e materiais utilizados durante a realização do projeto.

A Universidade Estadual Paulista - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, por toda sua estrutura.

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

Ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

Aos amigos que fiz e carrego em meu coração.

Ao Programa de Pós-Graduação de Microbiologia Agropecuária por todo apoio e incentivo que tive durante esses anos de mestrado.

RESUMO

A análise completa do gene *16S rRNA* de alguns isolados bacterianos não-esporulantes do solo nos levou a uma confiável classificação taxonômica, permitindo explorar seu potencial entomopatogênico contra inseto-praga *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho). Muitos estudos mostraram o rápido desenvolvimento de resistência da *S. frugiperda* em relação aos métodos que vem sendo utilizados nas últimas décadas. Sendo assim, torna-se importante novas pesquisas que explorem o potencial de novos isolados do solo. Com isso, um estudo comparativo entre a classificação completa e parcial, previamente determinada, do gene *16S rRNA* foi a base para realizar bioensaios comparativos com bactérias esporulantes, do tipo *Bacillus thuringiensis* (Bt), e o produto Dipel®. Os resultados mostraram que não existem diferenças significativas utilizando esses isolados bacterianos, pois em todos os bioensaios as lagartas se desenvolveram normalmente até a fase adulta, demonstrando a forte resistência da lagarta-do-cartucho. Os dados obtidos foram comparados com demais autores que citam essa resistência, associada a um alelo de resistência presente nos membros da Ordem Lepidoptera. De acordo com os resultados, novas pesquisas devem ser feitas com novos isolados bacterianos a fim de descobrir seu potencial para controlar *S. frugiperda*, auxiliando assim o *B. thuringiensis* no controle das pragas.

Palavras-chave: *Zea mays*. *Spodoptera frugiperda*. *16S rRNA*. Controle biológico.

ABSTRACT

A complete analysis of the *16S rRNA* gene of some non-sporulating bacteria in the soil led to a reliable taxonomic classification, allowing to explore its entomopathogenic potential against insect pest *Spodoptera frugiperda* (cartridge caterpillar). Many studies show the rapid development of resistance of *S. frugiperda* in relation to the methods that have been used in recent decades. Therefore, new research that explores the potential for new soil gains becomes important. Thus, a comparative study between a complete and partial classification, provided, of the *16S rRNA* gene was a basis for carrying out comparative bioassays with sporulating bacteria, type *Bacillus thuringiensis* (Bt), and the product Dipel®. The possible results are that there are no relevant differences using these bacteria, because in all bioassays as caterpillars they normally developed until adulthood, demonstrating a strong resistance of the caterpillar. The collected data were compared with other authors who cite this resistance, associated with a resistance allele present in the members of the Order Lepidoptera. According to the results, further research must be done with new bacteria in order to discover their potential to control *S. frugiperda*, thus assisting *B. thuringiensis* in pest control.

Keywords: *Zea mays*. *Spodoptera frugiperda*. *16S rRNA*. B-iological control.

LISTA DE ABREVIATURAS

Bt: Bacillus thuringiensis

FeSO₄: Sulfato de Ferro

Mg SO₄: Sulfato de Magnésio

MIP: Manejo Integrado de Pragas

MnSO₄: Sulfato de Manganês

NaCl: Cloreto de Sódio

NCBI: National Center for Biotechnology Information

PCR: Reação em Cadeia de Polimerase

PEG: Polietileno Glicol

PVC: Policloreto de Vinila

SDS: Dodecil Sulfato de Sódio

TY: Tryptone-Yeast

ZnSO₄: Sulfato de Zinco

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sequências similares de 16S rRNA com base no banco de dados Gen Bank.....	31
Tabela 2 - Bioensaio de teste da mortalidade de Spodeoptera frugiperda usando os isolados não esporulantes.....	35
Tabela 3 - Bioensaio de teste de mortalidade de <i>S. frugiperda</i> usando as linhagens selvagens de <i>B. thurigiensis</i> seguidos dos respectivos pesos das lagartas comparadas com a testemunha (H ₂ O).....	36
Tabela 4 - Bioensaio de teste avaliando peso das pupas de <i>S. frugiperda</i> utilizando esporos de linhagens selvagens de <i>Bt</i>	37
Tabela 5 - Bioensaio de teste entre o peso e pupas <i>S. frugiperda</i> utilizando Dipel®.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização geográfica dos sítios de coleta na Fazenda Itaquere, Nova Europa/SP, Brasil. (A) Região correspondente a Usina Santa Fé S.A, com área de plantio. (B) Detalhe do canal mestre de distribuição de vinhaça.....22

Figura 2 - Dendrograma evidenciando os isolados do solo parcialmente caracterizados por Almeida (2017). Ramo A: representa o gênero Bacillus; Ramo B: Acinetobacter; Ramo C: Chromobacterium e ramo D: gêneros Arthrobacter, Corynebacterium e Sinomonas.....23

Figura 3 - Avaliação do DNA genômico extraído dos cinco isolados não esporulantes, através de eletroforese em gel de agarose 0,8%. MM-padrão 1 Kb DNA ladder (Fermentas®).....29

Figura 4 - Avaliação do produto de PCR dos cinco isolados não esporulantes e através de eletroforese em gel de agarose 1%. P-padrão 1 Kb DNA ladder (Fermentas®).....30

Figura 5 - Dendrograma evidenciando os isolados não esporulantes LGA-V20G, LGA-V05D, LGA-V20B e LGA-EV05 usando o método de Neighbor Joining (SAITOU; NEI, 1987). Foram realizados 1000 “bootstrap”.....33

Figura 6 - Dendrograma evidenciando os isolados não esporulantes LGA-EV08 usando o método de Neighbor Joining (SAITOU; NEI, 1987).....34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	A cultura do milho (<i>Zea mays</i>): características gerais.....	15
2.2	Inseto-praga: <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).....	15
2.3	Controle biológico.....	16
2.4	O gene <i>16S RNA</i>	18
3	OBJETIVOS.....	20
3.1	Objetivos Gerais.....	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1	Origem e manutenção dos isolados bacterianos não esporulantes.....	21
4.2	Extração de DNA e amplificação do gene <i>16S rRNA</i>	22
4.3	Sequenciamento dos amplicons <i>16S rRNA</i>	25
4.4	Análises das assinaturas moleculares dos isolados bacterianos através de bioinformática.....	26
4.5	Obtenção, criação e manutenção de <i>S. frugiperda</i>	26
4.6	Preparo e bioensaio das suspensões bacterianas não esporulantes.....	27
4.7	Preparo e bioensaios com bactérias esporulantes.....	28
4.8	Análise de resultados.....	28
5	RESULTADOS.....	29
5.1	Qualidade do DNA genômico.....	29
5.2	Qualidade da purificação do produto da PCR.....	29
5.3		

	Análise de isolados bacterianos por sequenciamento total do gene <i>16S rRNA</i>	30
5.4	Filogenia bacteriana dos isolados com base no sequenciamento parcial <i>16S rRNA</i>	32
5.5	Mortalidade da <i>S. frugiperda</i>	35
5.6	Mortalidade da <i>S. frugiperda</i> na fase lagarta com isolados esporulantes.....	35
5.7	Mortalidade da <i>S. frugiperda</i> na fase pupa com isolados esporulantes.....	36
5.8	Mortalidade da <i>S. frugiperda</i> utilizando Dipel®.....	37
6	DISCUSSÃO.....	39
7	CONCLUSÃO.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O milho tem assumido um importante papel socioeconômico no Brasil, colocando-se em posição de destaque no que se refere a valor da produção agropecuária, área plantada e volume produzido, em especial nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) sua produção na safra 2017/18 foi de 461,2 kg por hectares e uma área em torno de 11,57 milhões de hectares (CONAB, 2018).

Os danos causados por pragas podem comprometer o rendimento e a qualidade dos grãos, ocasionando sérios prejuízos para os agricultores (SILVA *et al.*, 2016). Na maioria dos casos são utilizados produtos fitossanitários, e mesmo assim continua-se observando grandes perdas nas culturas. E com isso, muitas pragas estão expressando resistência tanto aos produtos químicos quanto as plantas geneticamente modificadas. Um exemplo são as doses de produtos fitossanitários aplicados além do recomendado, como uma tentativa de controlar as pragas que ocorrem (FIGUEIREDO; MARTINS-DIAS; CRUZ, 2006).

Popularmente conhecida como, lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é considerada umas das pragas que mais causam perdas na cultura do milho, podendo chegar a 100% lavoura (MICHELOTTO *et al.*, 2011). As larvas de *S. frugiperda* se alimentam de folhas de milho reduzindo assim sua capacidade fotossintética e sua produção por causa de danos as estruturas reprodutivas (WAQUIL *et al.*, 2016). Essa praga tem enfrentado a ação dos mecanismos de produtos químicos na forma de resistência. Entretanto, a situação tornou-se mais complicada com a resistência de *S. frugiperda* a piretróides, organofosforados, carbamatos, neonicotinóides e crescimento de reguladores (YU, 2008).

Com todas essas dificuldades em controlar o inseto-praga e manter a produção elevada, a busca por meios mais seletivos a praga-alvo e menos agressivos ao meio ambiente estão sendo cada vez mais procurados (BOBROWSKI *et al.*, 2003). Entre um dos meios, as associações entre o controle químico e biológico têm grande importância, o chamado manejo integrado de pragas (MIP), que combina várias estratégias de controle de pragas, diminuindo também os gastos excessivos com defensivos na cultura (EMBRAPA, 2011).

Uma das bactérias amplamente utilizada para essa finalidade é o *Bacillus thuringiensis*, encontrada naturalmente no solo e muito usada nas plantas

geneticamente modificadas, conhecidas como plantas Bt. O controle biológico com a utilização de *B. thuringiensis* tem sido uma ferramenta promissora, por conta do desenvolvimento de uma proteína na forma de cristais, com função bioinseticida. A ação patogênica ocorre após a ingestão dos cristais, através da alimentação dos insetos a partir dos tecidos das plantas. E essas proteínas interagem no intestino do inseto levando a lise celular e consequentemente a morte (RUIU, 2015).

O *B. thuringiensis* tem sido utilizado em torno de duas décadas, e nesse curto espaço de tempo foram encontradas quatro espécies resistentes aos híbridos de milho (TABASHNIK *et al.*, 2014), sendo uma delas a lagarta do cartucho (STORER *et al.*, 2010). E com isso, as descobertas de novos isolados do solo que poderiam ter a mesma função do Bt, seriam de grande ajuda para driblar a resistência existente. Como o solo é um meio rico em microrganismos, principalmente para as bactérias (WAGG; BENDER; WIDMER, 2014), é uma oportunidade de expandir os estudos para encontrar novos microrganismos que possam ser prospectados na prevenção dos ataques das pragas.

7 CONCLUSÃO

O sequenciamento completo do gene *16s rRNA* e a classificação taxonômica de cada um dos isolados utilizados foram possíveis através da utilização de primers que cobriram toda a região de cada um deles, com isso podendo ter uma maior confiabilidade no dendrograma. Os isolados não esporulantes, as linhagens selvagens de Bt e o Dipel®, não tiveram efeitos de mortalidade sobre *S. frugiperda* e as lagartas desenvolveram normalmente.

O correto posicionamento taxonômico dos isolados não esporulantes do solo revelam novas possibilidades biotecnológicas a serem futuramente prospectados.

REFERÊNCIAS

- ADHIKARI, M. *et al.* Biological control of bacterial fruit blotch of watermelon pathogen (*Acidovorax citrulli*) with rhizosphere associated bacteria. **The Plant Pathology Journal**, Daejeon, v. 33, n. 2, p. 170–183, 2017. Available at: <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.09.2016.0187>. Access in: 14 Aug. 2020.
- AIZAWA, T. *et al.* *Curtobacterium ammoniigenes* sp. nov., an ammonia-producing bacterium isolated from plants inhabiting acidic swamps in actual acid sulfate soil areas of Vietnam. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [S. l.], v. 57, n. 7, p. 1447–1452, July 2007. Available at: <https://doi.org/10.1099 / ijs.0.011569-0>. Access in: 20 July 2020.
- ALMEIDA, W. E. S. **Caracterização parcial do gene 16S rRNA de isolados do solo e seus potenciais na solubilização de fosfato e influência crescimento de soja (*Glicine max*) e milho (*Zea mais*)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Aplicada) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabau, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/148901>. Acesso em: 10 de nov. 2019.
- ALVES, H. O. Caracterização integral do gene 16s rrna de bactérias não esporulantes e sua ação contra *Anticarsia gemmatalis* (Hübner 1818) (Lepidoptera, Noctuidae). **Comunicação direta**. 2020.
- ALTSCHUL, S. F. *et al.* Basic local alignment search tool. **Journal of Molecular Biology**, [S. l.], v. 215, n. 3, p. 403-410, Oct 1990. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0022-2836\(05\)80360-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2). Access in: 10 Jan. 2020.
- BARBOSA J.C., MALDONADO JUNIOR W. **AgroEstat** - Sistema para Análises Estatística de Ensaio Agrônômicos, UNESP, Jaboticabal. 2008.
- BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposition, development and reproduction of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different hosts of economic importance. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 996- 1001, Nov./Dec. 2010. Available at: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2010000600023. Access in: 10 Aug. 2020.
- BEHRENDT, U. *et al.* Diversity of grass-associated Microbacteriaceae isolated from the phyllosphere and litter layer after mulching the sward; polyphasic characterization of *Subtercola pratensis* sp. nov., *Curtobacterium herbarum* sp. nov. and *Plantibacter flavus* gen. nov., sp. nov. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [S. l.], v. 52, n. 5, p. 1441-1454, Sept. 2002. Available at: <https://doi.org/10.1099 / 00207713-52-5-1441>. Access in: 09 July 2020.
- BLANCO, C. A. *et al.* Susceptibility of isofamilies of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to Cry1Ac and Cry1Fa proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Southwestern Entomologist**, [S. l.], v. 35, n. 3, p. 409–415, Oct. 2010. Available at: [doi:10.3958/059.035.0325](https://doi.org/10.3958/059.035.0325). Access in: 05 Sept. 2020.

- BLANCO, C. *et al.* Current situation of pests targeted by Bt crops in Latin America. **Current Opinion in Insect Science**, [S. l.], v. 15, p. 131-138, June 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2016.04.012>. Access in: 14 Aug. 2020.
- BOBROWSKI, V. L. *et al.* Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 843–850, set./out. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000500008>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a união europeia**. São Paulo: FFLCH-USP, 2017.
- BRACHMANN, A. O, & BODE H. B. Identification and bioanalysis of natural products from insect symbionts and pathogens. **Adv Biochem Eng Biotechnol.** (2013). 135:123–155. https://doi.org/10.1007/10_2013_192
- BRADSHAW, C. J. A. *et al.* Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects. **Nature Communications**, [S. l.], v. 7, n. 12986, Oct. 2016. Available at: <https://www.nature.com/articles/ncomms12986>. Access in: 12 Aug. 2020.
- BRAVO, A., GILL, S.S., & SOBERÓN, M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. **Toxicon.**; (2007). 49:423–435. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2006.11.022>.
- BUENO, A. F. *et al.* Inimigos naturais das pragas da soja. *In*: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012, p. 493-629.
- BURTET, L. M. *et al.* Managing fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), with Bt maize and insecticides in southern Brazil. **Pest Management Science**, [S. l.], v. 73, n. 12, p. 2569–2577, Dec. 2017. Available at: <https://doi.org/10.1002/ps.4660>. Access in: 25 July 2020.
- CAPINERA, J. L. **Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)**. Florida: University of Florida, IFAS Extension, 1999.
- CARR, G. *et al.* Microtermolides a and B from termite-associated *Streptomyces* sp. and structural revision of vinylamycin. **Organic Letters**, [S. l.], v. 14, n. 11, p. 2822–2825, May 2012. Available at: <https://doi.org/10.1021/ol301043p>. Access in: 11 July 2020.
- CARRERA, J. *et al.* Inhibition of nitrification by fluoride in high-strength ammonium wastewater in activated sludge. **Process Biochemistry**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 73–79, Sept. 2003. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(02\)00313-8](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(02)00313-8). Access in: 20 July 2020.

Carvalho, C. H. S., Paiua, E., & Lagoas, S. (1995). **Milho transgenico**. *Fisiologia Da Planta Do Milho*, 20, 26.

Céleres, **Informativo Biotecnologia**, IB14.03, 16 December 2014. Céleres, Uberlândia, MG, Brazil (2014).

CHANDRASENA, D. I. *et al.* Characterization of field-evolved resistance to *Bacillus thuringiensis*-derived Cry1F δ -endotoxin in *Spodoptera frugiperda* populations from Argentina. **Pest Management Science**, [S. I.], v. 74, n. 3, p. 746–754, Mar. 2017. Available at: <https://doi.org/10.1002/ps.4776>. Access in: 06 Aug. 2020.

COENYE, T.; VANDAMME, P. Use of the genomic signature in bacterial classification and identification. **Systematic and Applied Microbiology**, [S. I.], v. 27, n. 2, p. 175–185, 2004. Available at: <https://doi.org/10.1078/072320204322881790> Get rights and content. Access in: 15 May 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**. *Boletim Acompanhamento Da Safra de Grãos 2017/18*, 178. Retrieved from <http://conab.gov.br>

CRAWFORD, J. *et al.* Small molecule perimeter defense in entomopathogenic bacteria. **Proceedings of the National Academy of Sciences on the United States of America**, New York, v. 109, n. 27, p. 10821-10826, July 2012. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1201160109>. Access in: 07 Aug. 2020.

CUENCA, M. A. G. *et al.* Aspectos da Cultura do Milho: características e evolução da cultura no Estado do Maranhão entre 1990 e 2003. **Embrapa**, Aracaju, p. 1-31, dez. 2005.

DANGAL, V.; HUANG, F. Fitness costs of Cry1F resistance in two populations of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), collected from Puerto Rico and Florida. **Journal Invertebrate Pathology**, [S. I.], v. 127, p. 81–86, May 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.03.004>. Access in: 11 Feb. 2020.

DIDONÉ, D. A. *et al.* Increased transient genetic transformation in immature embryos of Brazilian BR 451 maize co-cultivated with *Agrobacterium tumefaciens*. **Acta Scientiarum: agronomy**, [S. I.], v. 40, n. 1, p. 1–6, 2018. Available at: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v40i1.36475>. Access in: 23 May 2020.

DING, L.; HIROSEM T.; YOKOTA, A. Four novel *Arthrobacter* species isolated from filtration substrate. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [S. I.], v. 59, n. 4, Apr. 2009. Available at: <https://doi.org/10.1099/ijs.0.65301-0>. Access in: 02 June 2020.

DUTRA, C. C. *et al.* (2012). *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) exhibits no preference between Bt and non-Bt maize fed *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **PLoS ONE** 7, California, v. 7, n. 9, Sept. 2012. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044867>. Access in: 28 Jan. 2020.

FARIAS, J. R. *et al.* Field-evolved resistance to Cry1F maize by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Crop Protection**, [S. l.], v. 64, p.150-158, Oct. 2014. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026121941400204X>. Access in: 13 Jan. 2020.

FERNANDES, O. A.; CARNEIRO, T. R. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* no Brasil. *In*: PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (Eds.). **Controle Biológico na Prática**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. Cap. 2, p. 75-82.

FIGUEIREDO, M. D. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1693–1698, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006001200002>. Acesso em: 20 fev. 2020.

FU, Y. *et al.* Characterization of *Sinomonas gamaensis* sp. nov., a Novel Soil Bacterium with Antifungal Activity against *Exserohilum turcicum*. **Microorganisms**, [S. l.], v. 7, n. 6, June 2019. Available at: <https://doi.org/10.3390/microorganisms7060170>. Access in: 10 Feb. 2020.

GORDON, D.; ABAJIAN, C.; GREEN, P. Consed: a graphical tool for sequence finishing. **Genome Research**, [S. l.], v. 8, n. 3., p. 195-202, 1998. Available at: <https://doi.org/10.1101/gr.8.3.195>. Access in: 10 Jan. 2020.

GOULD, F.; BROWN, Z. S.; KUZMA, J. Wicked evolution: can we address the sociobiological dilemma of pesticide resistance? **Science**, [S. l.], v. 360, n. 6390, p. 728–732, May 2018. Available at: <https://science.sciencemag.org/content/360/6390/728/tab-pdf>. Access in: 01 Sept. 2020.

GREENE, G. L.; LEPPLA; N. C., DICKERSON, W. A. Velvetbean catterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 69, n. 4, p. 487-488, Aug. 1976. Available at: <https://doi.org/10.1093/jee/69.4.487>. Access in: 04 Dec. 2019.

GÜRTLER, V.; MAYALL, B. C. Genomic approaches to typing, taxonomy and evolution of bacterial isolates. **International Journal of Systematic Evolution Microbiology**, [S. l.], v. 51, n. 1, p. 3–16, Jan. 2001. Available at: <https://doi.org/10.1099/00207713-51-1-3>. Access in: 22 Feb. 2020.

HARMSSEN, D.; KARCH, H. 16S rDNA for diagnosing pathogens: a living tree. **ASM News**, [S. l.], v. 70, n. 1, p. 19–24, Jan. 2004.

HECKEL, D. G. Roles of ABC Proteins in the Mechanism and Management of Bt Resistance. *In*: SOBERÓN, M.; GAO, Y.; BRAVO, A. (eds.). **Bt resistance – characterization and strategies for GM crops producing *Bacillus thuringiensis* toxins**. Boston: CABI biotechnology, 2015. Cap. 9, p. 138-149. Available at: <https://doi.org/10.1079/9781780644370.0098>. Access in: 20 Feb. 2020.

HEDGES, F. A bacterial wilt of bean caused by *Bacterium flaccumfaciens* nov. sp. **Science**, [S. l.], v. 55, n. 1425, p. 433-434, Apr. 1922. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.55.1425.433>. Access in: 15 Dec. 2019.

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, C. S., HERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, P., VAN RIE, J., ESCRICHE, & B., FERRÉ, J. Specific binding of radiolabeled Cry1Fa insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis* to midgut sites in lepidopteran species. **Appl Environ Microbiol**, (2012). 78, 4048–50. <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.07591-11>

HUANG, F. *et al.* Cry1F Resistance in fall armyworm *Spodoptera frugiperda*: single gene versus pyramided Bt maize. **PLoS ONE**, California, v. 9, n. 11, Nov. 2014. Available at: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0112958>. Access in: 15 Nov. 2019.

HUTCHISON, W. D. *et al.* Areawide suppression of European corn borer with Bt maize reaps saving to non-Bt maize growers. **Science**, [S. l.], 2015, v. 330, n. 6001, p. 222-225, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1190242>. Access in: 02 Dec. 2019.

INUI, R. N. *et al.* Phosphorus solubilizing and *iaa* production activities in plant growth promoting rhizobacteria from brazilian soils under sugarcane cultivation. **ARNP: Journal of Engineering and Applied Sciences**, [S. l.], v. 7, n. 11, p. 1446-1454, Nov. 2012.

JAMES, C. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. **ISAAA**, Ithaca, n. 49, 2014.

JANSSEN, P. *et al.* Beyond 100 genomes. **Genome Biology**, [S. l.], v. 4, n. 5, Apr. 2003. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC156585/>. Access in: 12 Feb. 2020.

KATOH, K. *et al.* MAFFT: a novel method for rapid multiple sequence alignment based on fast Fourier transform. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v. 30, n. 14, p. 3059-3066, July 2002. Available at: <https://doi.org/10.1093/nar/gkf436>. Access in: 15 Nov. 2019.

KONSTANTINIDIS, K. T.; TIEDJE, J. M. Prokaryotic taxonomy and phylogeny in the genomic era: advancements and challenges ahead. **Current Opinion in Microbiology**, [S. l.], v. 10, n. 5, p. 504–509, Oct. 2007. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.mib.2007.08.006>. Access in: 15 June 2020.

KRANTHI, K. R., DHAWAD, C. S., NAIDU, S. R., MATE, K., BEHERE, G. T., WADASKAR, R. M., KRANTHI, S. Inheritance of resistance in Indian *Helicoverpa armigera* (Hübner) to Cry1Ac toxin of *Bacillus thuringiensis*. **Crop Protection**. (2006). V. 25, Pages 119-124. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.03.011>

KUHN, D. A.; STARR, M. P. *Arthrobacter atrocyaneus*, n. sp., and its blue pigment. **Archiv für Mikrobiologie**, [S. l.], v. 36, p. 175–181, June 1960. Available at: <https://doi.org/10.1007/BF00412285>. Access in: 14 Feb. 2020.

KUMANO, T. *et al.* Discovery of a sesamin-metabolizing microorganism and a new enzyme. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, New York, v. 113, n. 32, p. 9087–9092, July 2016. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1605050113>. Access in: 20 Jan. 2020.

KUMAR, S.; SINGH, A. Biopesticides: present status and the future prospects. **Journal of Fertilizers & Pesticides**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2015. Available at: <https://doi.org/10.4172/2471-2728.1000e129>. Access in: 18 Jan. 2020.

LEHMANN, K. B.; NEUMANN, R. **Atlas und Grundriss der Bakteriologie und Lehrbuch der speziellen bakteriologischen Diagnostik**. Munchen: J. F. Lehmann, 1896.

LIMA, J. F. M. *et al.* Ação de inseticidas naturais no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho cultivado em agroecossistema de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 607-613, 2008.

LUMACTUD, R. *et al.* Bacterial endophytes isolated from plants in natural oil seep soils with chronic hydrocarbon contamination. **Frontiers in Microbiology**, [S. l.], v. 7, May 2016. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00755>. Access in: 21 Feb. 2020.

MA, Y. *et al.* Inoculation of *Brassica oxyrrhina* with plant growth promoting bacteria for the improvement of heavy metal phytoremediation under drought conditions. **Journal of Hazardous Materials**, [S. l.], v. 320, p. 36–44, Dec. 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.08.009>. Access in: 10 Dec. 2019.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 1995.

MANIKPRABHU, D. *et al.* Sunlight mediated synthesis of silver nanoparticles by a novel actinobacterium (*Sinomonas mesophila* MPKL 26) and its antimicrobial activity against multi drug resistant *Staphylococcus aureus*. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, [S. l.], v. 158, p. 202-205, May 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.01.018>. Access in: 15 Dec. 2019.

MARMUR, J. A procedure for the isolation of deoxyribonucleic acid from micro-organisms. **Journal of Molecular Biology**, Cambridge, v. 3, n. 2, p. 208-218, Apr. 1961.

MELO, A. L. DE A., V. T. SOCCOL., & C. R. SOCCOL, *Bacillus thuringiensis*: mechanism of action, resistance, and new applications: a review. **Critical Reviews in Biotechnology**, (2014). 36(2), 317–326. doi:10.3109/07388551.2014.960793

MENNA, P. *et al.* Molecular phylogeny based on the 16S rRNA gene of elite rhizobial strains used in Brazilian commercial inoculants. **Systematic Applied Microbiology**, [S. I.], v. 29, n. 4, p. 315-332, June 2006. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2005.12.002>. Access in: 13 July 2020.

MICHELOTTO, M. D. *et al.* Interação entre transgênicos (Bt) e inseticidas no controle de pragas-chave em híbridos de milho-safrinha. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 1, p. 71-79, jan./ março 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657v78p0712011>. Acesso em: 27 nov. 2010.

MISHRA, D. *et al.* Growth modes of nanoparticle superlattice thin films. **Nanotechnology**, [S. I.], v. 25, n. 20, Apr. 2014. Available at: <https://doi.org/10.1088/0957-4484/25/20/205602>. Access in: 12 Nov. 2019.

MOORE, E. R. *et al.* Microbial systematics and taxonomy: relevance for a microbial commons. **Research in Microbiology**, [S. I.], v. 161, n. 6, p. 430–438, July/ Aug. 2010. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2010.05.007>. Access in: 16 Dec. 2019.

MUINCK, E. J. *et al.* A novel ultra high-throughput 16S rRNA gene amplicon sequencing library preparation method for the Illumina HiSeq platform. **Microbiome**, [S. I.], v. 5, n. 68, July 2017. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40168-017-0279-1>. Access in: 20 Jan. 2020.

NUÑEZ-VALDEZ, M. *et al.* Inhibition of *Spodoptera frugiperda* phenoloxidase activity by the products of the *Xenorhabdus rhabduscin* gene cluster. **PLoS One**, [S. I.], v. 14, n. 2, Feb. 2019. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212809>. Access in: 03 Dec. 2019.

OLIVEIRA, C. M. *et al.* Economic impact of exotic insect pests in Brazilian agriculture. **Journal of Applied Entomology**, [S. I.], v. 137, n. 1-2, p. 1–15, Feb. 2013. Available at: <https://doi.org/10.1111/jen.12018>. Access in: 12 Jan. 2020.

OMORI, W. P. *et al.* Influence of Vinasse Application in the Structure and Composition of the Bacterial Community of the Soil under Sugarcane Cultivation. **International Journal of Microbiology**, [S. I.], v. 2016, p. 1-11, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1155/2016/2349514>. Access in: 20 Jan. 2020.

OMOTO, C. *et al.* Field-evolved resistance to Cry1Ab maize by *Spodoptera frugiperda* in Brazil. **Pest Management Science**, [S. I.], v. 72, p. 1727–1736, 2016.

PALYS, T.; NAKAMURA, L. K.; COHAN, F. M. Discovery and classification of ecological diversity in the bacterial world: the role of DNA sequence data. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [S. l.], v. 47, n. 4, p. 1145–1156, Oct. 1997. Available at: <https://doi.org/10.1099/00207713-47-4-1145>. Access in: 21 Feb. 2020.

PARK, Y. H. *et al.* Suprageneric classification of peptidoglycan group B actinomycetes by nucleotide sequencing of 5S ribosomal RNA. **Antonie Van Leeuwenhoek**, [S. l.], v. 64, p. 307–313, Sept. 1993. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00873089>. Access in: 21 Nov. 2019.

RAJENDHRAN, J.; GUNASEKARAN, P. Microbial phylogeny and diversity: Small subunit ribosomal RNA sequence analysis and beyond. **Microbiological Research**, [S. l.], v. 166, n. 2, p. 99–110, Feb. 2011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2010.02.003>. Access in: 14 Dec. 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: The R Foundation for Statistical Computing, 2011. Available at: <http://www.R-project.org/>. Access in: 22 Jan. 2020.

REISIG, D. D.; REAY-JONES, F. P. F. Inhibition of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) growth by transgenic corn expressing Bt toxins and development resistance to Cry1Ab. **Environmental Entomology**, Oxford, v. 44, n. 4, 1275–1285, Aug. 2015. Available at: <https://doi.org/10.1093/ee/nvv076>. Access in: 12 July 2020.

RESENDE, D. C. *et al.* Adoção da área de refúgio e manejo de resistência de insetos em milho Bt. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 119–128, jan./ março 2014.

RUIU, L. **Insect pathogenic bacteria in integrated pest management**. *Insects*, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 352–367, Apr. 2015. Available at: <https://doi.org/10.3390/insects6020352>. Access in: 26 Feb. 2020.

ROH, J.Y., CHOI, J.Y., LI, M.S., JIN, B.R., & JE, Y.H. *Bacillus thuringiensis* as a specific, safe, and effective tool for insect pest control. **J. Mol. Biol.** (2017). 17:547–559.

RUIZ, G.; JEISON, D.; CHAMY, R. Nitrification with high nitrite accumulation for the treatment of wastewater with high ammonia concentration. **Water Research**, [S. l.], v. 37, n. 6, p. 1371–1377, Mar. 2003. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(02\)00475-X](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(02)00475-X). Access in: 24 Feb. 2020.

SACCHI, C. T. *et al.* Sequencing of 16S rRNA Gene: A Rapid Tool for Identification of *Bacillus anthracis*. **Emerging Infectious Diseases**, [S. l.] v. 8, n. 10, p. 1117–1123, Oct. 2002. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2730316/> Access in: 03 July 2020.

SAITOU AND NEI. **Mol. Biol. Evol.**, 1987. 4:406.

SCHLIEP, K. P. Phangorn: phylogenetic analysis in R. **Bioinformatics**, [S. l.], v. 27, n. 4, p. 592-593, Feb. 2011. Available at: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btq706>. Access in: 10 May 2020.

SCHMIDT, I. *et al.* New concepts of microbial treatment processes for the nitrogen removal in wastewater. **FEMS Microbiology Reviews**, Oxford, v. 27, n. 4, p. 481–492, Oct. 2003. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0168-6445\(03\)00039-1](https://doi.org/10.1016/S0168-6445(03)00039-1). Access in: 12 Dec. 2019.

SENTHIL-NATHAN, S. A review of biopesticides and their mode of action against insect pests. *In*: TANGAVEL, P.; SRIDEVI, G. (Eds.). **Environmental Sustainability**. Springer: New Delhi, 2015. p. 49–63. Available at: https://doi.org/10.1007/978-81-322-2056-5_3. Access in: 01 Aug. 2020.

SER, H. L. *et al.* Draft genome of amylolytic actinobacterium, *Sinomonas humi* MUSC 117T isolated from intertidal soil. **Marine Genomics**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 209–210, Dec. 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.margen.2015.05.012>. Access in: 17 Dec. 2019.

SIEBERT, M. W. *et al.* Evaluation of corn hybrids expressing Cry1F, Cry1A.105, Cry2Ab2, Cry34Ab1/Cry35Ab1, and Cry3Bb1 against southern United States insect pests. **Journal of Economy Entomology**, Oxford, v. 105, n. 5, p. 1825–1834, Oct. 2012. Available at: <https://doi.org/10.1603/EC12155>. Access in: 20 Apr. 2020.

SILVA, A. B.; BESERRA, E. B.; DANTAS, J. P. Utilização de *Metarhizium anisopliae* e extratos vegetais para o controle de *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 1, p. 77-85, jan./ abr. 2008.

SILVA, S. M. *et al.* *Ocimum basilicum* essential oil combined with deltamethrin to improve the management of *Spodoptera frugiperda*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 6, p. 665–675, Nov./ Dec. 2017. Available at: <https://doi.org/10.1590/1413-70542017416016317>. Access in: 20 Aug. 2020.

SILVA, T. R. F. B. *et al.* Effect of the flavonoid rutin on the biology of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Scientiarum: agronomy**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 165, 2016. Available at: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i2.27956>. Access in: 10 Dec. 2019.

SILVA, A. B.; BRITO, M. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Revista Agrotec**, João Pessoa, v. 36, n. 1, p. 248-258, 2015.

SOARES, R. M. *et al.* First report of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *Flaccumfaciens* on soybean in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 452–454, Sept. /Oct. 2013. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1982-56762013000500012>. Access in: 15 Jan. 2020.

- SPARKS, A. N. A review of the biology of the fall armyworm. **The Florida Entomologist**, [S. l.], v. 62, n. 2, p. 82–87, June 1979.
- STACKEBRANDT, E.; EBERS, J. Taxonomic parameters revisited: tarnished gold standards. **Microbiology Today**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 6-9, Jan. 2006.
- STERN V. M. van den Bosch R. Experimentos de campo sobre os efeitos dos inseticidas. **Hilgardia**. 1959. 29 (2): 103-30. DOI: 10.3733
- STORER, N. P. *et al.* Discovery and characterization of field resistance to Bt maize: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Puerto Rico. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 103, n. 4, p. 1031-1038, Aug. 2010. Available at: <https://doi.org/10.1603/EC10040>. Access in: 14 Aug. 2020.
- TABASHNIK, B. E.; BRÉVAULT, T.; CARRIÈRE, Y. Insect resistance to genetically engineered crops: successes and failures. **Information Systems for Biotechnology**, [S. l.], p. 1-4, 2014.
- TAKEBE, F. *et al.* *Brevibacillus nitrificans* sp. nov., a nitrifying bacterium isolated from a microbiological agent for enhancing microbial digestion in sewage treatment tanks. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [S. l.], v. 62, n. 9, Sept. 2012. Available at: <https://doi.org/10.1099/ijs.0.032342-0>. Access in: 03 Dec. 2020.
- THORNE, J. L.; KISHINO, H.; PAINTER, I. S. Estimating the rate of evolution of the rate of molecular evolution. **Molecular Biology and Evolution**, Oxford, v. 15, n. 12, p. 1647–1657, Dec. 1998. Available at: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a025892>. Access in: 12 Aug. 2020.
- TRIFINOPOULOS, J. *et al.* W-IQ-TREE: a fast online phylogenetic tool for maximum likelihood analysis. **Nucleic Acids Research**, Oxford, v. 44, n. 1, p. 232-235, July 2016. Available at: <https://doi.org/10.1093/nar/gkw256>. Access in: 10 Aug. 2020.
- TRINGE, S. G.; HUGENHOLTZ, P. A renaissance for the pioneering 16S *rRNA* gene. **Current Opinion in Microbiology**, [S. l.], v. 11, n. 5, p. 442-446, Oct. 2008. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.mib.2008.09.011>. Access in: 20 Aug. 2020.
- TROJAN, D. G.; PRIA, M. D. Validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose da folha do milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 44, n. 1, p. 56–64, jan./mar. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/172675>. Acesso em: 12 abr. 2020.
- VILARINHO, E. C. *et al.* Movement of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) adults in maize in Brazil. **Florida Entomologist**, [S. l.], v. 94, n. 3, p. 480– 488, Sept. 2011.

VIMAL, S. R.; PATEL, V. K.; SINGH, J. S. Plant growth promoting *Curtobacterium albidum* strain SRV4: an agriculturally important microbe to alleviate salinity stress in paddy plants. **Ecological Indicators**, [S. l.], v. 105, p. 553–562, Oct. 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.014>. Access in: 10 Feb. 2020.

VOJTECH, E.; MEISSLE, M.; POPPY, G. M. Effects of Bt maize on the herbivore *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) and the parasitoid *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae). **Transgenic Research**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 133–144, Apr. 2005. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11248-005-2736-z>. Access in: 10 July 2020.

WAGG, C.; BENDER, S. F.; WIDMER, F. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. **Proceedings of the National Academy of the United States of America**, [S. l.], v. 111, n. 14, p. 5266–5270, March 2014. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1320054111>. Access in: 22 Oct. 2019.

WAQUIL, M. S. *et al.* Índice de adaptabilidade e tempo letal da lagarta-do-cartucho em milho Bt. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 563–570, maio 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000500017>. Acesso em: 19 fev. 2020.

WEISBURG, W. G. *et al.* 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. **Journal of Bacteriology**, [S. l.], v. 173, n. 2, p. 697-703, Jan. 1991. Available at: <https://doi.org/10.1128/jb.173.2.697-703.1991>. Access in: 20 July 2020.

WU, MN, JOINER, WJ, DEAN, T., YUE, Z., SMITH, CJ, CHEN, D., HOSHI, T., SEHGAL, A., KOH, K. SLEEPLESS, um membro da família Ly-6 / neurotoxina, regula os níveis, a localização e a atividade do Shaker. **Nat. Neurosci.** (2010). 13 (1) : 69--75.

YAMADA, K., & KOMAGATA, K. Taxonomic studies on coryneform bacteria V: Classification of coryneform bacteria. **Journal of General and applied Microbiology**, (1972). v.18, n.6, p. 417-431. <https://doi.org/10.2323/jgam.18.417>

YU, S. **The toxicology and biochemistry of insecticides**. Boca Raton: CRC Press, 2008.

ZHOU, Y. *et al.* Description of *Sinomonas soli* sp. nov., reclassification of *Arthrobacter echigonensis* and *Arthrobacter albidus* (Ding *et al.* 2009) as *Sinomonas echigonensis* comb. nov. and *Sinomonas albida* comb. nov., respectively, and emended description of the genus *Sinomonas*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [S. l.], v. 62, n. 4, Apr. 2012. Available at: <https://doi.org/10.1099/ijs.0.030361-0>. Access in: 13 June 2020.

ZHOU, Y. *et al.* Proposal of *Sinomonas flava* gen. nov., sp. nov., and description of *Sinomonas atrocyanea* comb. nov. to accommodate *Arthrobacter*

atrocyaneus. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [S. l.], v. 59, n. 2, Feb. 2009. Available at: <https://doi.org/10.1099/ijs.0.000695-0>. Access in: 25 Feb. 2020.