

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Luiz Alberto Melo de Souza
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

3

**Atena**
Editora
Ano 2022

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Luiz Alberto Melo de Souza
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

3

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Luiz Alberto Melo De Sousa
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

162 Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 3 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Luiz Alberto Melo De Sousa, Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0454-5
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.545220208>

1. Ciencias agrícolas. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Sousa, Luiz Alberto Melo De (Organizador). III. Evangelista, Raimundo Cleidson Oliveira (Organizador). IV. Título.

CDD 338.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O processo que decorre sobre a investigação científica ocorre concomitantemente a necessidade de solucionar problemas e encontrar respostas para métodos que necessitam ser validados junto a fenômenos que requerem explicações assertivas e com bases sólidas. Desta forma, a importância do método científico está assegurada à uma constante carência de respostas e confirmações não sustentadas apenas pelo empirismo.

Existe uma grande necessidade de soluções que possam solucionar a demanda por alimentos, criada com o crescente aumento populacional. Uma das principais preocupações para os próximos anos será aumentar a produtividade sem aumentar o espaço produzido, tornando a agricultura mais sustentável e isto será fruto de investigações científicas, por exemplo.

Por isso, é inevitável notar que grandes são os desafios para tornar a agricultura mais pujante e eficaz, respeitando o meio ambiente e conseguindo suprir as demandas da sociedade. Para isso, há muito tempo pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de colaborar para o aprimoramento das atividades agrícolas, em busca de um equilíbrio constante entre os elos.

Desta forma, nota-se a importância do questionamento dentro do processo investigativo. As respostas obtidas através destes métodos são de suma importância, pois, muitas vezes, acabam por derivar elucidações significativas para as demandas existentes.

Portanto, a presente obra traz em sua composição pesquisas inovadoras com o intuito de difundir ideias relevantes para o cenário agrícola mundial, com informações de considerável valor para leitores, no que se refere a inovações tecnológicas e outros assuntos.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Luiz Alberto Melo De Sousa

Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ÁCIDOS ORGÂNICOS PARA MELHORAR A GERMINAÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA *Fusarium* sp


Yareni Anaya Flores
Jesus Magallon Alcazar
Mariana Corona Márquez
Jessica Guadalupe Zepeda García
Gabriela Espinoza Gálvez
Isaac Zepeda Jazo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202081>

CAPÍTULO 2..... 8

ACTIVIDAD ANTAGÓNICA *IN VITRO* DE UN AISLADO DE *Bacillus subtilis* CONTRA HONGOS FITOPATÓGENOS


Paul Edgardo Regalado-Infante
Norma Gabriela Rojas- Avelizapa
Rosalía Núñez Pastrana
Daniel Tapia Maruri
Gabriela Lucero Cuatra Xicalhua
Régulo Carlos Llarena Hernandez
Luz Irene Rojas-Avelizapa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202082>

CAPÍTULO 3..... 21

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE POLIEXTRACTOS DE PLANTAS MEDICINALES EN BACTERIAS ASOCIADAS A INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS (IRAS)


Rosa Iris Mayo Tadeo
Mónica Espinoza Rojo
Javier Jiménez Hernández
Flaviano Godinez Jaimes
Agustín Damián Nava
Dolores Vargas Álvarez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202083>

CAPÍTULO 4..... 34

CAMBIOS EN LA FERTILIDAD DEL SUELO POR EFECTO DE MONOCULTIVOS EN UN SUELO REGOSOL

Alejandro Otlica Rosario
Antonio Elvira Espinosa
José Felipe Fausto Juárez Cadena
Adriana Moreno Crispín
Juan Contreras Ramos


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202084>

CAPÍTULO 5..... 46

CARACTERÍSTICAS DE LAS FAMILIAS QUE INTEGRAN LA RED DE MERCADOS AGROECOLÓGICOS CAMPESINOS DEL VALLE DEL CAUCA – REDMAC

Carlos Arturo Aristizábal-Rodríguez

Diego Iván Ángel Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202085>


CAPÍTULO 6..... 51

COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LABORES AGRÍCOLAS MECANIZADAS ENTRE AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y MANEJO CONVENCIONAL EN GRANJAS DE TOLIMA Y HUILA

Juan José Ortiz-Rodríguez

Juan Gonzalo Ardila-Marin

Diana Carolina Polania-Montiel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202086>

CAPÍTULO 7..... 68

COMPORTAMIENTO ESTRAL EN CABRAS ANÉSTRICAS ALOJADAS INDIVIDUALMENTE O EN GRUPO DURANTE EL PRIMER CONTACTO CON EL MACHO FOTO-ESTIMULADO EN MARZO

Fernández García., I. G.

González Romero., F. J.


Sifuentes Meléndez., L. A.

Duarte Moreno., G.

Ulloa Arvizu., R.

Fitz Rodríguez., G.

Martínez Alfaro., J. C.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202087>


CAPÍTULO 8..... 71

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE ALIMENTADOS CON TRES NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE HOJAS DE *Thitonia diversifolia*

Carlos Augusto Martínez Mamian

Sandra Lorena López Quintero

Ximena Andrea Ruiz Erazo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202088>

CAPÍTULO 9..... 82

EFFICIENCY EVALUATION OF DIFFERENT COAGULANT AGENTS ASSOCIATED WITH A DIRECT FILTRATION SYSTEM IN WATER TREATMENT

Higor Aparecido Nunes de Oliveira


Edilaine Regina Pereira

Mariana Fernandes Alves

Dandley Vizibelli

Fellipe Jhordã Ladeia Janz

Julio Cesar Angelo Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5452202089>

CAPÍTULO 10..... 90


EL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN XY EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS Y SU EFECTO EN LA GANANCIA DE MASA MUSCULAR

Ávila-Cisneros; R.

González-Avalos; R.

Castro-Aguilar; C.

Rocha-Quifiones; J.L.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020810>

CAPÍTULO 11 99

ESTUDIO GENÓMICO COMPARATIVO DE CEPAS ATENUADA Y VIRULENTE DE *Babesia bigemina*

Bernardo Sachman Ruiz

Luis Lozano Aguirre

José Juan Lira Amaya

Rebeca Montserrat Santamaría Espinosa

Grecia Martínez García

Jesús Antonio Álvarez Martínez

Carmen Rojas Martínez

Julio Vicente Figueroa Millán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020811>

CAPÍTULO 12..... 111

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y DETERMINACIÓN DE LA EDAD A LA PUBERTAD DE MACHOS Y HEMBRAS DE YAQUE (*Leirius marmoratus*) BAJO CONDICIONES DE CAUTIVERIO

Eduardo Castillo-Losada


Nubia Estella Cruz-Casallas

Tatiana María Mira-López

Juan Antonio Ramírez-Merlano

Víctor Mauricio Medina-Robles

Pablo Emilio Cruz-Casallas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020812>

CAPÍTULO 13..... 133

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE HARINA OBTENIDA DE LA TORTA RESIDUAL DE SACHA INCHI (*Plukenetia Volubilis* L.) PARA SU POTENCIAL USO EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

Leidy Andrea Carreño Castaño

Cristian Giovanni Palencia Blanco

Mónica María Pacheco Valderrama

Ana Milena Salazar Beleño

Héctor Julio Paz Díaz


Dally Esperanza Gáfaró Álvarez

Miguel Arturo Lozada Valero

Sandra Milena Montesino Rincón

Olga Cecilia Alarcón Vesga

Seidy Julieth Prada Miranda
Adriana Patricia Casado Pérez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020813>

CAPÍTULO 14..... 147

IDENTIFICACION BIOQUÍMICA Y MOLECULAR DE BACTERIAS DE IMPORTANCIA EN SUELOS AGRÍCOLAS


Martha Lidya Salgado-Siclán
Guadalupe Milagros Muzquiz Aguilar
Ma. Magdalena Salgado- Siclán
Ana Tarín Gutiérrez-Ibañez
José Francisco Ramírez-Dávila
Martín Rubí Arriaga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020814>

CAPÍTULO 15..... 159

MORFOFISIOLOGIA DE FEIJÃO-MUNGO EM RESPOSTA À SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO


Antônio Aécio de Carvalho Bezerra
Romário Martins da Costa
Marcos Renan Lima Leite
Sâmia dos Santos Matos
José Valdenor da Silva Júnior
Kathully Karoline Brito Torres
Francisco Reinaldo Rodrigues Leal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020815>

CAPÍTULO 16..... 171

PERSPECTIVAS DEL CONTROL BIOLÓGICO DE FITOPATÓGENOS ASOCIADOS A LA SECADERA DEL CULTIVO DE CHILE


Omar Jiménez-Pérez
Gabriel Gallegos-Morales
Juan Manuel Sanchez-Yañez
Miriam Desiree Dávila-Medina
Francisco Castillo-Reyes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020816>

CAPÍTULO 17..... 190

RETOS DE INNOVACIÓN EN LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PANELA

Jaime Vente Garces
Derly Tatiana Marin Tosne
Damar Daniela Valencia Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020817>

CAPÍTULO 18..... 204

REVISÃO: BIOINSUMOS NA CULTURA DA SOJA

Luiz Alberto Melo de Sousa

Fernando Freitas Pinto Junior
Janine Quadros Castro
Fabiola Luzia de Sousa Silva
Karolline Rosa Cutrim Silva
João Lucas Xavier Azevedo
Igor Alves da Silva
Maria Raysse Teixeira
Lidia Ferreira Moraes
Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.54522020818>

SOBRE OS ORGANIZADORES	219
ÍNDICE REMISSIVO.....	220

CAPÍTULO 2

ACTIVIDAD ANTAGÓNICA *IN VITRO* DE UN AISLADO DE *Bacillus subtilis* CONTRA HONGOS FITOPATÓGENOS

Data de aceite: 19/07/2022

Paul Edgardo Regalado-Infante

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana
Amatlán de los Reyes
Veracruz, México
<https://orcid.org/0000-0003-2420-9856>

Norma Gabriela Rojas- Avelizapa

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Instituto Politécnico Nacional
Querétaro, México
<https://orcid.org/0000-0001-5349-4612>

Rosalía Núñez Pastrana

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana
Amatlán de los Reyes
Veracruz, México
<https://orcid.org/0000-0001-9695-9221>

Daniel Tapia Maruri

Centro de Desarrollo de Productos Bioticos. Instituto Politécnico Nacional
Morelos, México
<https://orcid.org/0000-0002-5468-5012>

Gabriela Lucero Cuatra Xicalhua

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana
Amatlán de los Reyes
Veracruz, México
<https://orcid.org/0000-0003-4489-7342>

Régulo Carlos Llaena Hernandez

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana
Amatlán de los Reyes
Veracruz, México
<https://orcid.org/0000-0003-1481-3478>

Luz Irene Rojas-Avelizapa

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana
Amatlán de los Reyes
Veracruz, México
<https://orcid.org/0000-0003-2224-3663>

RESUMEN: Las prácticas actuales para el control de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos en los cultivos agrícolas, se basan en la resistencia genética de la planta huésped y su manejo mediante compuestos químicos, sin embargo, debido a la alta toxicidad y los severos daños que algunos de éstos ocasionan a la salud humana, se requiere un replanteamiento de las técnicas para el control de tales enfermedades, sustituyéndolos con materiales altamente específicos contra los fitopatógenos, que sean de fácil degradación, y bajo costo de producción. El presente trabajo tuvo como objetivo el aislamiento de bacterias del género *Bacillus* provenientes de la rizósfera, con capacidad de inhibir el crecimiento de hongos fitopatógenos y que pertenecieran al grupo de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal. Dichos microorganismos fueron identificados como *Bacillus subtilis* mediante pruebas morfológicas, fenotípicas y bioquímicas. Se obtuvieron 62 aislados bacterianos, con los que se hicieron

ensayos de su actividad antagonica, en placas con papa dextrosa agar a 28°C contra *Colletotrichum falcatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Rhizoctonia* sp., *Helminthosporium* sp., *Pythium* sp., *Botrytis* sp., *Sclerotinia* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp., *Microcyclus* sp., *Alternaria* sp. y *Pestalotia* sp. La capacidad antagonica de cada bacteria fue evaluada contra todos los hongos blanco. La bacteria denominada Bs LM1, fue la que presento una mayor inhibicion del crecimiento fungico (60-70%) en todos los casos. Esta se identifico por pruebas bioquimicas y morfologicas como *Bacillus subtilis* y mostro ser promotora del crecimiento vegetal pues produce acido indol acetico y solubiliza el fosfato tricalcico.

PALABRAS CLAVE: Actividad antagonica, hongos fitopatogenos, *Bacillus*.

ANTAGONIC ACTIVITY IN VITRO OF AN ISOLATED OF *Bacillus subtilis* AGAINST PHYTOPATHOGENIC FUNGI

ABSTRACT: Current practices for diseases control produced by phytopathogenic fungi in agricultural crops are based on the genetic resistance of the host plant and its management through chemical compounds, however, due to the high toxicity and severe damage that some of them cause to human health, a reconsidering of the techniques for the control of such diseases is required, substituting them with highly specific materials against phytopathogens, which are easy to degrade and have low cost production. The objective of this work was to isolate bacteria of the genus *Bacillus* from the rhizosphere, with the ability to inhibit the growth of phytopathogenic fungi belonging to the group of plant growth promoting bacteria. These microorganisms were identified as *Bacillus subtilis* through morphological, phenotypic and biochemical tests. Sixty-two bacterial isolates were obtained, which were evaluated by their antagonistic activity against *Colletotrichum falcatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Rhizoctonia* sp., *Helminthosporium* sp., *Pythium* sp., *Botrytis* sp., *Sclerotinia* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp., *Microcyclus* sp., *Alternaria* sp. and *Pestalotia* sp, on plates added with potato dextrose agar at 28°C. The antagonistic capacity of each bacterium was evaluated against all the target fungi. The bacterium called Bs LM1, was the one that presented a greater inhibition of fungal growth (60-70%) in all cases. This was identified by biochemical and morphological tests as *Bacillus subtilis* and demonstrated to be a promoter of plant growth since it produces indole acetic acid and solubilizes tricalcium phosphate.

KEYWORDS: Antagonistic activity, phytopathogenic fungi, *Bacillus*.

1 | INTRODUCCIÓN

Como todos los organismos vivos las plantas deben enfrentarse a enfermedades, que pueden ser de menor importancia si causan sólo la reducción de su capacidad de crecimiento, o pueden ser mucho más graves que conducen a su muerte, en el peor de los casos. Los patógenos más importantes que causan elevadas pérdidas de frutas y hortalizas son normalmente las bacterias y los hongos; sin embargo, son éstos los que con mayor frecuencia causan deterioro patológico de hojas, frutos, tallos y productos subterráneos (raíces, tubérculos, cormos, etcétera) de los diferentes cultivos (Juárez-Becerra *et al.*, 2010).

Actualmente el método mayormente utilizado en la agricultura es el control químico, que se basa en la represión de poblaciones de plagas y enfermedades, o en la prevención de su desarrollo mediante sustancias químicas. A este tipo de control se le ha considerado el de mayor difusión, debido a que ha sido impulsado por empresas comerciales, ya que se emplea tecnología de fácil adopción y da resultados en corto plazo (Álvarez-Gómez, 2012). Sin embargo, la incorrecta aplicación de tales compuestos ha tenido consecuencias graves como: suelos pobres en materia orgánica, bajo contenido de nutrientes disponibles, así como bajas poblaciones microbianas, tomando en cuenta que estas condiciones desfavorables del suelo influyen en el crecimiento de las plantas y en la aparición y gravedad de las enfermedades. Su uso indiscriminado afecta todo el ecosistema, suelo, aire, agua, organismos benéficos así como patógenos, incluso al ser humano (González, 2011).

El control biológico nace de la búsqueda de alternativas al control químico, para combatir las enfermedades causadas por bacterias y hongos en las plantas, debido a que durante los últimos años se han reportado patógenos resistentes a los germicidas. Esto ha impulsado la investigación de prácticas alternativas viables para asegurar y alcanzar niveles más sostenibles de producción agrícola.

En fitopatología, el término control biológico se aplica a la utilización de antagonistas microbianos para suprimir enfermedades; considerando al organismo que suprime al patógeno, como el agente del control biológico (Pal y Gardener, 2006). Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal son un grupo importante de bacterias que presentan efectos antagónicos con otros microorganismos y esta acción puede ser aprovechada como una forma de control biológico de patógenos vegetales (Fernández-Larrea, 2001).

Las pérdidas de productos agrícolas debido al ataque de fitopatógenos (principalmente hongos), pueden alcanzar porcentajes significativos de la producción nacional y debido a la importancia crucial que tiene la agricultura en nuestro país, es importante la búsqueda de microorganismos útiles en el control biológico de los principales microorganismos que causan enfermedades en las plantas, que garanticen la calidad, rendimientos y productividades de los cultivos y de los productos procedentes del campo.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología Microbiana Louis Pasteur de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, perteneciente a la Universidad Veracruzana (FACBA UV, Región Orizaba-Córdoba).

2.1 Aislamiento de hongos fitopatógenos

Los hongos fitopatógenos se aislaron de caña y muestras de plantas de diferentes cultivos agrícolas, todos fueron identificados morfológicamente como *Colletotrichum falcatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Rhizoctonia* sp., *Helminthosporium* sp., *Pythium* sp., *Botrytis* sp., *Sclerotinia* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp., *Microcyclus* sp.,

2.2 Aislamientos bacterianos

Las muestras de suelos fueron obtenidas de zonas agrícolas del municipio de Amatlán de los Reyes, Veracruz. A partir de estas, se realizaron los aislamientos de microorganismos del género *Bacillus*. Para ello, cada una de las muestras se mezcló en matraces Erlenmeyer de 250 ml que contenían 10 g de suelo, con 90 ml de agua destilada estéril. Las suspensiones obtenidas se colocaron en un baño maría a 65°C durante 30 min. Por último se realizaron diluciones seriadas y se sembraron en placas de agar nutritivo aquéllas de la dilución 10^{-4} a la 10^{-7} , por la técnica de la varilla acodada, dejándose en periodo de incubación en una estufa de cultivo a 28°C durante 24-48 horas para su aislamiento y purificación.

2.3 Identificación morfológica, microscópica y bioquímica de los aislados.

2.3.1 Morfología colonial

Se realizó la descripción morfológica de cada uno de los aislados de *Bacillus* seleccionados crecidos en agar nutritivo, con base en la apariencia, forma, borde, superficie, tamaño, consistencia, color y elevación de sus colonias. Esta descripción se llevó a cabo después de 24 h de crecimiento del cultivo, incubado a 28°C.

2.3.2 Tinción de Gram

Para realizar la tinción Gram a los aislados de *Bacillus*, se utilizó el kit de Gram marca HYCEL, con el siguiente procedimiento:

1. Sobre un portaobjetos se agregó una gota de agua destilada y posteriormente se suspendió en ella una pequeña cantidad de muestra bacteriana con ayuda del asa bacteriológica estéril.
2. Se esparció la muestra en el portaobjetos.
3. Se fijó el frotis pasando cuidadosamente sobre la llama del mechero con la muestra hacia arriba.
4. Una vez fijada la muestra, se cubrió con cristal violeta durante 3 min. Se retiró el colorante mediante un lavado con agua, cuidando en todo momento de no dañar la muestra.
5. El frotis se cubrió luego con yodo- lugol durante 1 min, y después se lavó suavemente con agua. Hasta este paso todas las células quedarán teñidas de violeta.
6. Se retiró dicho colorante con alcohol-acetona, hasta que en las gotas éste dejó de salir.
7. Se cubrió la preparación con safranina durante 2 min. Y por último se realizó un lavado del colorante con agua. Por último, se secó cuidadosamente la preparación con papel filtro o dejado secar al aire, y se observó al microscopio utilizando el objetivo de inmersión (100x).

2.3.3 Tinción de esporas con verde de malaquita- fucsina

Se realizó un frotis con calor y se cubrió con verde de malaquita, calentando 5 min

hasta la emisión de vapores. Posteriormente se enjuaga con agua corriente, se escurre y finalmente se cubre con fucsina durante 1 min. Se lavó con agua corriente y se dejó secar. Observación 1000X con objetivo de inmersión.

2.3.4 Identificación bioquímica

Los aislados se caracterizaron morfológica y fisiológicamente según las pruebas descritas en el Manual de clasificación de Bergey (Claus & Berkeley, 1986). Se emplearon cultivos bacterianos de 18 h y se realizaron las siguientes pruebas bioquímicas (con dos replicas para cada caso):

Producción de la enzima catalasa, posición de la espora (terminal, central o subterminal), producción de ácido a partir de glucosa, producción de gas a partir de glucosa, producción de acetoina a partir de glucosa (Voges- Proskauer), hidrólisis de gelatina, hidrólisis del almidón, utilización de citrato, crecimiento en agar anaerobio, crecimiento en NaCl al 7%, reducción de nitratos a nitritos, prueba de lecitinasa, crecimiento a 45°C y finalmente, crecimiento a 55°C.

Para la identificación se utilizó también el sistema API 50 CHB, para caracterizar el metabolismo de los carbohidratos de *Bacillus*. La identificación de los aislados se realizó mediante la utilización de la base de datos APILAB.

2.4 Producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal

2.4.1 Transformaciones bioquímicas del ciclo del fósforo

Se determinó sembrando mediante la técnica del punto los aislados bacterianos, en el medio de Pikovskaya (modificado, sin extracto de levadura) que contenía en 1000 mL: 10 g de glucosa; 5 g de $\text{Ca}_3(\text{PO})_4$; 0.5 g de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 0.2 g de KCl; 0.1 g de $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0.001g de $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0.001 g de FeSO_4 y 15 g de agar bacteriológico; el pH se ajustó a 7.0 antes de su esterilización.

Si los microorganismos tienen capacidad de transformar a formas solubles el fosfato tricálcico, este se hace evidente mediante la producción de un halo alrededor de la colonia, indicativo de que el fosfato se ha solubilizado en el medio (Suliasih, 2005; Ponmuragan y Gopi, 2006).

2.4.2 Determinación de la producción de fitohormonas

La evaluación de la producción de fitohormonas se realizó sembrando por picadura un inóculo bacteriano del aislado seleccionado, en placas con agar nutritivo suplementado con triptófano (2 mg/L).

Posteriormente se colocó un disco estéril de papel Whatman No.2 de 9 cm de diámetro, con ayuda de las pinzas de disección previamente flameadas, sobre el medio de

cultivo inoculado y se incubó a 28°C por 24 o 48 horas, o hasta que las colonias alcanzaron un máximo de 2 mm de diámetro en su crecimiento. Finalmente, se retiró el papel filtro, depositándolo en una caja de Petri con el reactivo de Salkowsky, y se dejó 30 minutos para el desarrollo de color. Las bacterias productoras de ácido indol acético (AIA) se identificaron por la presencia de un halo rosado-rojizo en el papel filtro (Leveau, J. H. J. *et al*; 2005).

2.4.3 Producción de sideróforos

La evaluación de la producción de sideróforos se realizó sembrando por picadura un inóculo bacteriano, en placas con agar nutritivo-CAS (Cromo Azurol) y se incubaron a 28°C durante 24 h. Posteriormente se midió el diámetro del halo producido alrededor de las colonias, y se le restó el diámetro de la colonia bacteriana, para así obtener el área del halo de producción.

3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Selección de cepas bacterianas con capacidad antagónica contra hongos fitopatógenos

De los 62 aislados provenientes de los diferentes suelos agrícolas, y todos pertenecientes al género *Bacillus*, Gram positivos y productores de esporas, se seleccionaron únicamente 10 que presentaron actividad antagónica considerable contra los hongos blanco: *Colletotrichum falcatum*, *Rhizoctonia* sp., *Colletotrichum gloeosporioides* y *Sclerotinia* sp. De estas 10 bacterias, solo dos fueron las que presentaron una actividad antagónica mayor, mismas que fueron nombradas como B-M50 y Bs LM1.

Con ambos microorganismos se hicieron ensayos sobre su capacidad antagónica contra los 13 diferentes hongos fitopatógenos, obteniendo como resultado que Bs LM1, no solo fue el que presentó una mayor inhibición del crecimiento fúngico en todos los ensayos, sino que además inhibió a los hongos en un periodo menor de tiempo en relación a B- M50 (figura 1).

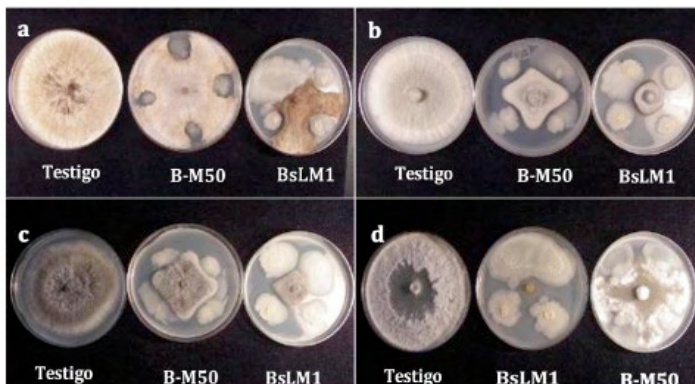


Figura 1. Ensayos de actividad antagonística de los aislados B-M50 y BsLM1 usando como hongo fitopatógeno blanco a: a) *Rhizoctonia* sp. b) *Colletotrichum falcatum* c) *Colletotrichum gloeosporioides* y d) *Sclerotinia* sp.

3.2 Capacidad antagonística de la bacteria BsLM1 contra hongos fitopatógenos

El estudio de la capacidad antagonística del aislado BsLM1 contra hongos fitopatógenos tiene por objetivo investigar su espectro inhibitorio para determinar el potencial biotecnológico que posee. En la figura 2 se puede observar se puede observar a los hongos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Helminthosporium* sp. y *Pythium* sp., aislados de plantas de caña; los cuales presentan una inhibición del crecimiento micelial.

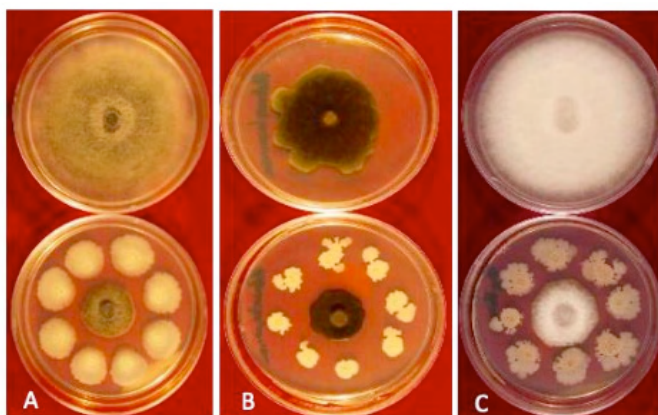


Figura 2. Fotografías que muestran la inhibición de algunos hongos filamentosos procedentes de plantas de caña enfermas. En la parte superior se muestra la placa testigo y en la inferior la placa problema. a) *Colletotrichum gloeosporioides*, b) *Helminthosporium* sp. c) *Pythium* sp.

El género *Colletotrichum* engloba varias especies que provocan enfermedades en una amplia variedad de cultivos en casi todos los climas; éste es reconocido como el agente

causal de la antracnosis, enfermedad que es muy común y destructiva de distribución mundial y puede atacar cualquier parte de la planta (Baños *et al.*, 2004).

El género *Helminthosporim* agrupa patógenos importantes de los cultivos de cereales, están distribuidos ampliamente en el mundo (Plana *et al.*, 2001). También la enfermedad de la sarna plateada es causada por el hongo *Helminthosporium solani* y es una enfermedad que ocurre mundialmente y el hongo ataca exclusivamente a los tubérculos (Marijke, 2009).

En tanto que *Pythium* consta de más de 120 especies descritas que varían en su patogenicidad y cultivos hospederos, que se encuentran ampliamente distribuidas en todo el mundo. Puede vivir como saprófito sobre restos de plantas muertas o puede ser patógeno y en sistemas de producción tales como invernaderos, viveros, campos agrícolas y bosques ocasiona pudrición de semillas, ahogamiento de plántulas, pudrición de raíces, frutos y otros órganos vegetales que se encuentran en contacto con el suelo (Díaz-Celaya *et al.*, 2011; Mukundi *et al.*, 2009)

En la figura 3 se puede observar a los hongos *Fusarium* sp., *Botrytis* sp. y *Sclerotinia* sp., los cuales presentan una inhibición del crecimiento micelial debida a la acción del aislado BLS1. Entre los hongos del género *Fusarium*, se conocen alrededor de 78 especies, dependiendo del sistema taxonómico utilizado, el cual se basa principalmente en las características culturales de las colonias y de las esporas del hongo. Muchas especies del género *Fusarium* tienen una gran capacidad de ocasionar enfermedades en distintos tipos de plantas cultivadas (Arbeláez-Torres, 2000).

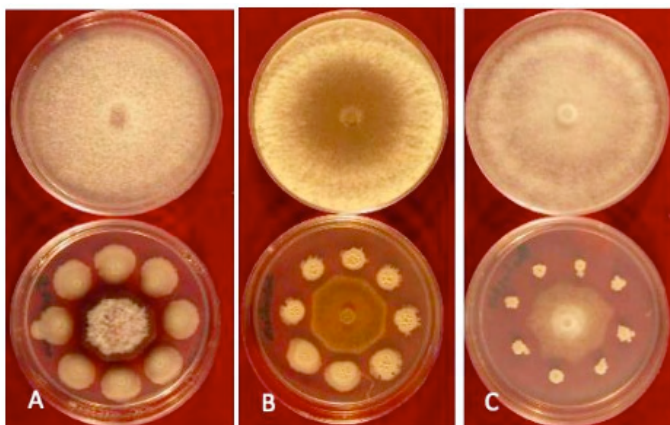


Figura 3. Fotografías que muestran la inhibición de algunos hongos filamentosos. En la parte superior se muestra la placa testigo y en la inferior la placa problema. a) *Fusarium* sp. b) *Botrytis* sp. c) *Sclerotinia* sp.

Por su parte, el género *Botrytis* afecta al menos a 235 especies de plantas de interés agronómico u ornamental (Velázquez-Becerra *et al.*, 2010). *Botrytis cinerea* causa pudriciones en varios tipos de frutos menores como el arándano, frambuesa, fresa, mora,

kiwi y uva (Álvarez-Gómez, 2012; Bautista-Baños *et al.*, 2001; Calvo *et al.*, 2012).

En la figura 4 se puede observar a los hongos *Curvularia* sp., *Bipolaris* sp., y *Microcyclus* sp. los cuales también presentan una inhibición del crecimiento micelial debida a la acción del aislado BsLM1. Diferentes especies de *Bipolaris* causan enfermedades foliares en algunas plantas ornamentales, aunque también es posible encontrar algunos representantes produciendo afectaciones en otros cultivos de importancia económica como la caña de azúcar, el trigo, el arroz y el maíz (Rodríguez *et al.*, 1997). Mientras que del género *Microcyclus*, el hongo de mayor importancia es *Microcyclus ulei* que causa la enfermedad llamada mal suramericano de la hoja del caucho o SALB por sus siglas en inglés (South American Leaf Blight) y que es una de las enfermedades más importantes del cultivo del caucho natural en América Latina.

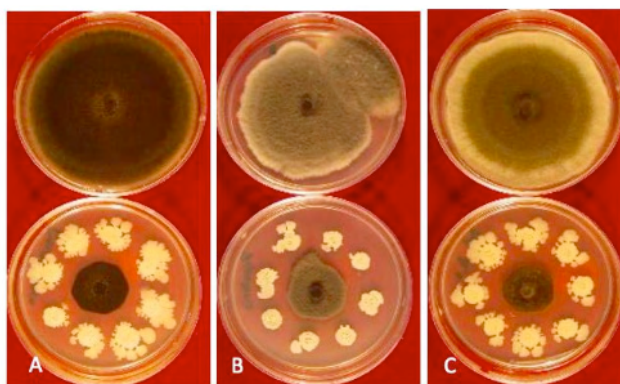


Figura 4. Fotografías que muestran la inhibición de algunos hongos filamentosos. En la parte superior se muestra la placa testigo y en la inferior la placa problema. a) *Curvularia* sp. b) *Bipolaris* sp. c) *Microcyclus* sp.

En las tablas 1 y 2 se muestran los porcentajes de inhibición y los periodos de incubación obtenidos con BsLM1.

Agente etiológico	Días de incubación	Porcentaje de inhibición
<i>Colletotrichum falcatum</i>	6	71.27 %
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	6	62.67 %
<i>Rhizoctonia</i> sp.	3	64.38 %
<i>Pythium</i> sp.	7	62.50 %
<i>Helminthosporium</i> sp.	6	60 %

Tabla 1. Porcentajes de inhibición del crecimiento de los diferentes hongos fitopatógenos procedentes de plantas de caña enfermas por el antagonista BsLM1.

Agente etiológico	Días de incubación	Porcentaje de inhibición
<i>Botrytis</i> sp.	4	60.25 %
<i>Sclerotinia</i> sp.	3	70.34 %
<i>Curvularia</i> sp.	7	67.50 %
<i>Fusarium</i> sp.	6	60.33 %
<i>Pestalotia</i> sp.	6	65.33 %
<i>Microcyclus</i> sp.	7	68.75 %
<i>Bipolaris</i> sp.	6	61 %

Tabla 2. Porcentajes de inhibición del crecimiento de los diferentes hongos fitopatógenos procedentes de diferentes plantas enfermas por el antagonista BsLM1.

3.3 Identificación morfológica y bioquímica de BsLM1

Con respecto a Bs LM1, su identificación fue corroborada para determinar que efectivamente corresponde a un Bacilo Gram positivo, esporulado. Los resultados de las pruebas bioquímicas y de sistema API 50 CHB determinaron que se trata de *Bacillus subtilis*. (Tabla 3).

PRUEBAS BIOQUÍMICAS	RESULTADOS*
Catalasa	+
Posición de la espora (terminal)	-
Central	+
Subterminal	-
Producción de ácido a partir de glucosa	+
Producción de gas a partir de glucosa	-
Producción de acetoina a partir de glucosa	+
Hidrolisis de la gelatina	+
Hidrolisis del almidón	+
Utilización de citrato de sodio	+
Crecimiento en NaCl (7%)	+
Reducción de nitrato	+
Prueba de la lecitinas	+
Crecimiento a 55°C	+
Crecimiento a 45°C	+

*Todos los datos corresponden a *Bacillus subtilis*.

Tabla 3. Resultados de la caracterización bioquímica del aislado Antagonista BsLM1.

3.4 Producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal

Adicionalmente se realizaron pruebas que pudieran evidenciar si la bacteria producía sustancias promotoras del crecimiento vegetal, para así demostrar si se trataba de un microorganismo PGPR por sus siglas en inglés (promotor del crecimiento vegetal). La prueba de producción de sideróforos resultó negativa, sin embargo se encontró que BsLM1 era capaz de solubilizar el fósforo y tiene la capacidad de producir ácido indol acético.

Finalmente, *Bacillus subtilis* (BsLM1) resultó ser el aislado con mayor actividad antagónica contra los hongos fitopatógenos ensayados y aunque no existe un parámetro o norma oficial para determinar cuáles y cuantos microorganismos debieran ensayarse para establecer si una bacteria tiene o no un potencial biotecnológico elevado, para ser usada en la preparación comercial de biopreparados para el control biológico, es importante recalcar que el espectro de acción mostrado por el microorganismo estudiado es muy amplio, ya que de los 13 hongos fitopatógenos ensayados, todos presentaron una inhibición del crecimiento de entre el 60 al 70 %, con base en la metodología ensayada en este trabajo.

Cabe señalar, por otro lado, que varios autores han encontrado resultados favorables al aplicar bacterias promotoras del crecimiento vegetal como agentes de control biológico en sistemas planta-patógeno. Un ejemplo de ello es el trabajo de Paredes *et al.* (2009), donde aislaron *Trichoderma lignorum*, *T. harzianum*, *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens*, las cuales fueron aplicadas en cultivos de garbanzo, logrando reducir del 51 al 64% la severidad de la enfermedad ocasionada a esta leguminosa, por el complejo de hongos *Fusarium oxysporum*, *Sclerotium rolfsii* y *Rhizoctonia solani*. Por otro lado, Hernández-Castillo *et al.* (2008) realizaron investigaciones en condiciones de laboratorio, invernadero y campo, con el objetivo de analizar el efecto antifúngico de tres bacterias del género *Bacillus* contra *Rhizoctonia solani*, y de observar su efecto promotor del crecimiento en plantas de papa, obteniendo resultados satisfactorios que sugieren que las bacterias ensayadas podrían ser utilizadas para programas de control biológico contra *R. solani*.

4 | CONCLUSIONES

B. subtilis (BsLM1) fue seleccionado entre 62 bacterias aisladas, por poseer un elevado potencial biotecnológico al mostrar un amplio espectro de actividad antagónica contra 13 hongos fitopatógenos de interés agrícola. Aunque BsLM1 no produce sideróforos, **sí** solubiliza el fosfato tricálcico y produce **ácido indol** acético (AIA), por lo tanto se trata de una bacteria que promueve el crecimiento vegetal (PGPR) y representa por lo tanto, una interesante opción para el control de hongos fitopatógenos, lo pudiera coadyuvar en la disminución del uso de químicos en cultivos agrícolas y evitaría mayores daños al ambiente y a la salud humana, aunado a que evitaría grandes pérdidas económicas desde el punto de vista agrícola.

REFERENCIAS

Álvarez-Gómez, T. B. (2012). **Biocontrol de *Botrytis cinerea* a partir de extractos fenólicos de fresa.** Tesis de Maestría. CIIDIR-IPN-Unidad Michoacán, México. 132.

Arbeláez-Torres, G. (2000). **Some aspects of *Fusarium* genus and the *Fusarium oxysporum* species.** Agronomía Colombiana. 17:11-22.

Bautista-Baños, S., Barrera-Necha, L. L., Long, P. G., Ganesh, S. Cheah, L. H. (2001). **Inoculum Variables affecting pathogenicity of *Botrytis cinerea* infection of kiwifruit.** Revista Mexicana de Fitopatología. 19:161-167.

Claus, D. and R.C.W. Berkeley. (1986). **Genus *Bacillus*. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology** (Eds. P. H. Sneath, N. Mair, M. E. Sharpe and J.G. Holt, Baltimore, Williams & Wilkins, 9na.Edición. 2:1105–1139.

Díaz-Celaya, M., Rodríguez-Alvarado, G., Silva-Rojas, H. V., Pedraza-Santos, M. E., Salgado-Garciglia, R. Fernández-Pavía, S. P. (2011). **Identificación de especies de *Pythium* aisladas de plantas ornamentales.** Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3:431-443.

Fernández-Larrea, O. 2001. **Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. Manejo Integrado de Plagas.** 62:96-100.

González, I., Infante, D., Peteira, B., Martínez, B., Arias, Y., González, N., Miranda, I. (2011). **Protección Vegetal.** 26:23-29.

Hernández-Castillo FD, R.H Lira-Saldivar, L. Cruz-Chavez., G. Gallegos-Morale M.E., Galindo- Cepeda P. (2008). **Potencial antifungico de cepas de *Bacillus spp.* contra *Rhizoctonia solani* en el cultivo de la papa.** Revista Internacional de Botánica experimental 77: 241-252.

Juárez-Becerra, G. P., Sosa-Morales M.E., López-Malo A. (2010). **Hongos fitopatógenos de alta importancia económica: descripción i métodos de control.** Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. 4:14-23.

Leveau, J. H. Lindow S.E. (2005). **Utilization of the plant hormone indole-3-acetic acid for growth by *Pseudomonas putida* strain 1290.** Applied and Environmental Microbiology. 71:2365-2371.

Marijke, H. L. (2009). **La sarna plateada (*Helminthosporium solani* (Dur. & Mont.), una enfermedad de creciente importancia en papa.** Agronomía Mesoamericana. 20:417-431.

Mukundi, N. D., Okoth S. A., Mibey, R. K. (2009). **Influence of land use on the distribution and diversity of *Pythium spp.*** Tropical and Subtropical Agroecosystems. 11.347-352.

Pal, K., Gardener, M.B. (2006). **Biological Control of Plant Pathogens.** The plant health instructor. 2:1117-1142.

Paredes-Mendoza, M. A, Espinosa-Victoria, D. (2009). **Ácidos orgánicos producidos por rizobacterias que solubilizan fosfato: una revisión crítica.** Terra Latinoamericana. 28:61-70.

Plana, R., Alvarez, M., Moreno, I., Ramírez, A., Caballero, A. (2001). **Evaluación de una colección de variedades de trigo (*Triticum aestivum*) resistentes a *Helminthosporium sativum* en el occidente de Cuba.** Cultivos Tropicales. 22:29-31.

Ponmurugan, P., Gopi, C. (2006). **Distribution Pattern and Screening of Phosphate Solubilizing Bacteria Isolated from Different Food and Forage Crops.** Journal of Agronomy. 4:600-604.

Rodriguez, F., Pfender, W. F. (1997). **Antibiosis and Antagonism of *Sclerotinia homoeocarpa* and *Drechslerapoe* by *Pseudomonas fluorescens* PF-5 in vitro and in plant.** Phytopathology. 87:614–621.

alad

Suliasih, S. W. (2005). **Isolation and Identification of Phosphate Solubilizing and Nitrogen Fixing Bacteria from Soil in Wamena Biological Garden, Jayawijaya, Papua.** Biodiversitas, 6(5):175-177.

Velázquez-Becerra, C., Macías-Rodríguez, L. I., López-Bucio, J., Flores-Cortez, I., Santoyo-Pizano, G. & Valencia-Cantero, E. (2010). **Actividad inhibitoria del compuesto volátil bacteriano dimetilhexadecilamina sobre Fitopatógenos.** Biológicas. 12:96–101.

ÍNDICE REMISSIVO

A

A. chroococcum 147, 151, 152, 153, 154

Ácidos orgánicos 1

Actividad antagónica 8, 9, 13, 14, 18

Actividad antibacteriana 21, 23, 24, 25, 30, 32

Actividad antioxidante 21, 23, 29, 31

Agente biológico 205

Agricultura 2, 7, 10, 32, 34, 37, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 59, 62, 65, 66, 72, 80, 81, 149, 157, 161, 185, 188, 191, 193, 200, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 216, 217

Agricultura de precisión 51, 52, 53, 59, 62, 65

Agricultura familiar 46, 47, 49, 50, 200

Agricultural Management Solutions (AMS) 51

Agroecología 43, 46, 47, 48, 49, 50

Alimentación alternativa 71

Alimentación de cerdos 90, 98

Análisis de correlación 90

Análisis microbiológico 134, 143

B

Babesia bigemina 99, 100, 101, 105, 107, 108, 109, 110

Bacillus 8, 9, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 30, 80, 137, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 156, 157, 158, 171, 179, 180, 181, 182, 185, 186, 187, 188, 189, 211, 213, 214, 216, 217

Bacillus subtilis 8, 9, 17, 18, 80, 147, 150, 156, 157, 158, 181, 182, 185, 213

Bacterias 2, 8, 9, 10, 13, 18, 21, 23, 25, 29, 30, 134, 142, 143, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 201

Bioestimulantes 205, 208, 209, 213, 217

Biofertilizantes 148, 157, 200, 205, 209, 214

Bioinsumos 204, 205, 206, 207, 211, 212, 214, 216, 217, 218, 219

B.megaterium 147

Botón de oro 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 81

B.subtilis 30, 147

C

Cabras 68, 69, 70

Cabras anéstricas 68, 69, 70
Cadena productiva 190, 192, 193, 195, 198, 199, 201, 203
Caracterización 17, 32, 81, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 142, 146, 147, 157, 185, 186, 188, 190, 202
Cautiverio 111, 112, 113, 126, 128, 129, 130
Cepa atenuada 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107
Cepas atenuada 99, 103, 104
Cepa virulenta 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107
Circuitos cortos de comercialización 46
Coagulant agents 82
Coagulantes 82, 83, 89
Competitividad 53, 190, 191, 195, 198, 199, 201
Comportamiento estral 68, 70
Comportamiento productivo 71, 79
Comportamiento reproductivo 111, 113, 116, 129
Control biológico 10, 18, 157, 171, 179, 180, 188, 189
Cultivo de chile 171, 172, 186
Cultivos 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 23, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 52, 65, 159, 179, 193, 194, 195, 196, 199, 200, 201, 203, 214

D

Defensivos agrícolas 204, 205

E

Espectrofotometría 74, 134, 135, 140
Estresse salino 159, 161, 163, 166, 167, 169
Estudio genómico 99
Evaluación fisicoquímica 133, 135, 144
Extractos vegetales 21, 184, 189

F

Familias 46, 47, 48, 49, 191, 203
Feijão-mungo 159, 161, 163, 164, 165, 166, 167
Fertilidad 34, 35, 38, 39, 43, 73, 148
Fertilidad del suelo 34, 35, 38, 39, 43, 148
Filtração 82, 83
Filtration system 82

Fitopatógenos 2, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 147, 148, 158, 171, 173, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 188, 189, 209, 218

Fungi 1, 9, 157

Fusarium sp. 1, 3, 5, 6, 9, 10, 15, 17, 174, 185

G

Genes de virulencia 99, 100, 102, 104, 106

Germinação 1, 208, 213, 217

Gónadas 111, 112, 126, 127, 129

Granjas de Tolima 51

H

Harina 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

Harina obtenida 133, 134, 135, 139, 140, 142

Hembras de Yaque 111

Hongos fitopatógenos 2, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 148, 188, 189

Huila 51, 52, 65

I

Inclusión de Harina 71, 75, 77, 78, 79, 80

Inducción hormonal 112, 113, 115, 119, 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 130

Infecciones respiratorias 21, 31

Inhibition 1, 7, 9, 168

Innovación 190, 191, 192, 195, 199, 203

Inoculantes biológicos 205, 210

In Vitro 1, 2, 5, 6, 8, 9, 77, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 110, 176, 183, 184, 186, 187, 188, 189

Irrigação 159, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

L

Leiaris marmoratus 111, 112, 130, 131

M

Manejo convencional 51

Masa muscular 90, 93

Mecanización agrícola 51, 52

Mercados agroecológicos 46, 47, 49

Metabolitos secundarios 21, 33, 183, 184, 185, 187

Microorganismos antagonistas 19, 171, 179, 182, 183, 184
Molecular 108, 147, 149, 150, 153, 157, 185, 188
Monocultivos 2, 34, 37, 41
Morfofisiología 159

P

Panela 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203
PCR 107, 147, 148, 150, 152, 153, 185
Plukenetia volubilis 133, 134, 135, 137, 139, 145, 146
Poliextractos de plantas 21
Pollos de engorde 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 146
Producción 2, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 34, 35, 36, 37, 38, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 65, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 90, 91, 92, 98, 101, 127, 128, 152, 171, 172, 173, 174, 176, 177, 179, 180, 183, 185, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203
Producción agrícola 10, 36, 38, 51, 65, 189
Pruebas bioquímicas 9, 12, 17, 147, 148, 149, 151, 158
Pubertad 111, 112, 114, 126
Pubertad de machos 111

Q

Quitosano 171, 179, 183, 184, 186, 187, 188

R

REDMAC 46, 47, 49
Rendimiento 2, 34, 39, 43, 44, 51, 59, 60, 62, 63, 66, 76, 92, 93, 105, 176, 185, 186, 199
Resposta morfofisiológica 160
Rotación 2, 34, 36, 39, 42, 44, 179

S

Sacha inchi 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146
Salinidade 159, 160, 161, 162, 163, 166, 167
Scarification 1, 7
Secadera 171, 173, 174, 175, 177, 178, 180, 184
Sector agroalimentario 133
Silúridos nativos 112
Soberanía alimentaria 46, 48

Soja 204, 205, 206, 207, 208, 213, 214, 215, 216, 217, 218

Suelo 2, 10, 11, 15, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 139, 147, 148, 156, 174, 175, 177, 179, 181, 186, 188, 199, 200

Suelo regosol 34

Suelos agrícolas 13, 41, 53, 147, 149

Sustentabilidade 161

T

Tecnologias 206

Thitonia diversifolia 71

Tolerância à salinidade 160, 162, 166

Tratamento de água 82, 83

V

Vigna radiata 159, 160, 167, 168, 169

W

Water 1, 47, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 123, 132, 160, 168

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

3

Atena
Editora
Ano 2022

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

3

Atena
Editora
Año 2022