

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. Ciências 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 14

IDENTIFICACION BIOQUÍMICA Y MOLECULAR DE BACTERIAS DE IMPORTANCIA EN SUELOS AGRÍCOLAS

Data de aceite: 19/07/2022

Martha Lidya Salgado-Siclán

Universidad Autónoma del Estado de México,
Facultad de Ciencias Agrícolas. Toluca de
Lerdo, México
0000-0002-7263-0621

Guadalupe Milagros Muzquiz Aguilar

Universidad Autónoma del Estado de México,
Facultad de Ciencias Agrícolas. Toluca de
Lerdo, México.

Ma. Magdalena Salgado- Siclán

Colegio de Postgraduados Instituto de
Fitosanidad. Montecillos, México

Ana Tarín Gutiérrez-Ibañez

Universidad Autónoma del Estado de México,
Facultad de Ciencias Agrícolas. Toluca de
Lerdo, México
0000-0002-3419-1445

José Francisco Ramírez-Dávila

Universidad Autónoma del Estado de México,
Facultad de Ciencias Agrícolas. Toluca de
Lerdo, México
0000-0002-8625-4655

Martín Rubí Arriaga

Universidad Autónoma del Estado de México,
Facultad de Ciencias Agrícolas. Toluca de
Lerdo, México
0000-0001-7547-5017

RESUMEN: Las bacterias habitantes de la rizosfera son reconocidas en diversas actividades como promotoras del crecimiento vegetal,

participación en los ciclos biogeoquímicos, mejora en la salud de la planta, participan en la resistencia a fitopatógenos y calidad estructural del suelo. Se identificaron fenotípica y molecularmente tres aislamientos de bacterias del suelo de la rizósfera. Las pruebas bioquímicas se basaron en reacciones bioquímicas y siembras en medios diferenciales, las pruebas moleculares emplearon la técnica de PCR, utilizando el gen ribosomal 16S. Los oligonucleótidos utilizados para *Azotobacter chroococcum* fueron Y1/Y3, para *Bacillus megaterium* 27F/1492R y para *Bacillus subtilis* FD1/RD1. Los productos de PCR fueron visualizados en un gel de agarosa al 1%, secuenciados, editados y comparados en la base de datos del NCBI. Por otra parte, los árboles filogenéticos fueron creados con los programas bioinformáticos BioEdit y Past. En la caracterización bioquímica las pruebas realizadas correspondieron a las especies de las bacterias identificadas. La comparación de las secuencias obtenidas mediante BLAST presentaron 99% de identidad para *A. chroococcum*, *B. subtilis* 88% y *B. megaterium* 99%. Los árboles filogenéticos diseñados con el criterio de máxima probabilidad, indicó un grupo bien definido para cada especie identificada.

PALABRAS CLAVE: Pruebas bioquímicas, PCR, *A. chroococcum*, *B. subtilis*, *B. megaterium*

INTRODUCCIÓN

En el suelo se encuentra una inmensa diversidad microbiológica que intervienen en los procesos de transformación de la materia

orgánica de los suelos, mantienen la fertilidad y participan activamente en la degradación orgánica, convirtiéndola en humus, retornando al suelo y a la atmósfera las sustancias transformadas. (Hernández y Escalona, 2003; Acuña, *et. al.*, 2006). Los hongos y las bacterias son los más abundantes de los microorganismos del suelo, en esencia las bacterias son los agentes más cuantiosos en los suelos debido a que realizan la mayor parte de los cambios biológicos y bioquímicos en el ambiente (Hernández y Escalona, 2003). Existe una amplia gama de interrelación entre las especies de microorganismos en el ecosistema, específicamente en la rizósfera de las plantas, sitio donde se establecen grupos de bacterias, como fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fosfatos, promotores de crecimiento, antagonistas, entre otros. En el proceso de interacción de los habitantes del suelo éstos compiten por espacio y nutrientes, lo que incide en la relación suelo-planta-microorganismo-ambiente, y así, repercuten directamente en el desarrollo de las especies vegetales y fertilidad del suelo (Cano, 2011; Acuña, *et. al.*, 2006). Existen bacterias de gran interés agrícola como *Bacillus* spp, *Azotobacter* spp, *Rhizobium* spp, que son las responsables de la fijación de nitrógeno, solubilizadoras de fosfato, promotoras de crecimiento vegetal y antibiosis entre otras actividades Wolfgang (1986); Hernández y Escalona, 2003; Yongfeng (2007). Estos procariontes desempeñan un papel sustancial en el suelo, al ser responsables de la transformación de algunos elementos, permitiendo que los productos orgánicos sean mineralizados y los nutrientes estén disponibles para las plantas e incrementen la fertilidad del suelo (Hernández y Escalona, 2003). Un grupo muy particular son las bacterias diazótrofes que fijan el nitrógeno como *Azotobacter* que utilizan compuestos nitrogenados como fuentes de energía y lo transforman en nitritos así como a las bacterias que oxidan a los nitritos transformándolos en nitratos (Hernández y Escalona, 2003; Young and Park, 2007). Por su parte *Bacillus* spp., tiene una colonización considerable en la zona de la rizósfera, actúa como solubilizadora de fosfato, sintetiza fitohormonas y posee gran capacidad de controlar hongos fitopatógenos, además de participar en la modificación estructural de la raíz (Cárdenas *et al.*, 2007; Cuervo, 2010) (ICA, 2004). Actualmente la participación de la actividad microbiana en el manejo agrícola sustentable es altamente reconocida como biofertilizantes, biodegradadores y biocontroladores del suelo (Cano, 2011, Pedraza *et a.l.*, 2020).

Para comprender su funcionamiento en sus nichos específicos, es esencial identificar y cuantificar cada uno de los miembros que conforman estas comunidades (Ferrera, 2007). El conocimiento de la vida microbiana y el papel que juegan en estos ambientes ha sido poco explorado debido a la gran complejidad microbiana existente (Hernández y Escalona, 2003; Malik *et al.*, 2013). La identificación de procariontes con pruebas bioquímicas son el reflejo de la actividad fisiológica, metabólica y fenotípica bacteriana, producto de la expresión genética, lo que conlleva a sumar herramientas moleculares basadas en las técnicas de Reacción en cadena de la polimerasa (PCR), que confirmen su identificación, convirtiendo esta técnica en una pieza fundamental en el laboratorio para identificar

especies y diversidad microbiana con potencial de uso en la agricultura sustentable (Holt *et al.*, 2000; Mac Faddin, 2003; Necochea y Canul, 2004; Vessey, 2003).

En la taxonomía bacteriana, el análisis de la secuencia génica de genes estables presente en todas las bacterias como el ARNr 16S (gen codificante ADN 16S) es la herramienta más ampliamente utilizada que permite establecer relaciones filogenéticas entre bacterias, además de tener un tamaño adecuado para realizar su análisis. De distribución universal y componente crítico en la función celular, el ARNr 16S actúa como un cronómetro molecular al presentar un alto grado de conservación, lo que permite su utilización para la identificación bacteriana o la asignación de género y especie (Rodicio y Mendoza, 2004).

El objetivo de este trabajo fue identificar bioquímicamente y molecularmente los géneros de *Azotobacter* sp. y *Bacillus* spp. originarias de suelos agrícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del material biológico

Las cepas bacterianas se obtuvieron del cepario del laboratorio de Fitopatología, del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento, de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México, colectadas en verano 2014 de suelos agrícolas del Estado de México.

Crecimiento de las bacterias

El crecimiento de las bacterias fue realizado en Medio de cultivo Agar Nutritivo (AN), a partir de las colonias obtenidas de un aislamiento primario, se incubaron por 2 días a 25°C y fue descrito su crecimiento de colonia para su uso posterior.

Identificación bioquímica

A cada bacteria aislada, se le realizaron las pruebas bioquímicas-fisiológicas básicas, como fueron Tinción de Gram, prueba de óxido/fermentativa de azúcar, hidrólisis de almidón, oxidasa, la prueba de hierro- triple azúcar TSI, rango de crecimiento a 45° y 65°C, prueba de KOH, tinción de endosporas, motilidad, solubilización de fosfato, reducción de nitratos. Todas las pruebas se realizaron por duplicado (Schaad, 2001; Mac Faddin, 2003 y Holt *et al.*, 2000).

Extracción, cuantificación, pureza e integridad del ADN genómico

Para la extracción de ADN genómico, se utilizó el reactivo Plant DNAzol® de Invitrogen a partir de 700µL cultivo bacteriano crecido en caldo nutritivo de 24 h a 27°C. El ADN obtenido fue suspendido en 30µL de agua libre de nucleasas, y almacenado a -20°C hasta su uso. La cuantificación de ADN de doble cadena (ng/µL) y la pureza de ADN se utilizó un biofotómetro Eppendorf modelo BioPhotometer. La medición se realizó tomando

1 μ L de ADN y 49 μ L de agua grado molecular (Valadez-Kahl, 2000). La determinación de la integridad se hizo a través de electroforesis en agarosa al 1% (p/v) en buffer TAE 1X previamente teñido con bromuro de etidio, intervenido por una corriente de 60V. Para visualizar la integridad del ADN se utilizó el transluminador GVM20 Syngene® UK y se documentó con el software Gen and Tool®.

Amplificación del gen ADNr16S con iniciadores Y1 - Y3, 27F - 1492R y FD1 - RD1

En la identificación molecular de las bacterias en estudio, se realizó la amplificación del gen ADNr 16S por PCR punto final. Se emplearon los iniciadores universales Y1 - Y3 (5'-TGGCTCAGAACGAACGCTGGCGGC-3' / 5'-TACCTTGTTACGACTTCACCCAGTC-3') para *Azotobacter*, de aproximadamente una región de 1500 pb, recomendados para bacterias diazótroficas (Magalhães *et al.*, 2001). Para *B. megaterium*, se emplearon los iniciadores 27F-1492R (5'-AGAGTTGATCCTGGCTCAG-3'/5'-GGTTACCTTGTTACGACTT-3') recomendados por Liu *et al.*, (2004) y para *B. subtilis*, se utilizaron los cebadores universales de eubacterias, FD1-RD1 (5'-CCGAATTCGTCGACAGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3'/5'-CCC GGATCCAAGCTTAAGGAGGTGATCCAGCC-3') reconocidos por Kumar *et al.*, (2012), que amplifican un fragmento de 1446 pb. Cada amplificación se realizó por separado, utilizando el kit comercial Kapa Biosystems®, siguiendo las recomendaciones del fabricante. La amplificación del gen 16S se llevó a cabo en un termociclador PT-100 JR, estableciendo las condiciones particulares para cada bacteria en estudio.

Las condiciones de PCR usadas para *Azotobacter* fueron un alineamiento a 93°C/2 min; 35 ciclos de 93°C/45 seg, 68°C/45 seg, 72°C/2 min; una extensión final de 72°C/10 min. Para *Bacillus subtilis* fueron: 95°C/5 min; 40 ciclos de 95°C/30 seg, 69°C/30 seg, 72°C/30 seg; una extensión final de 72°C/10 min. Mientras que para *Bacillus megaterium*: 95°C/5 min; 35 ciclos de 95°C/30 seg, 55°C/30 seg, 72°C/90seg; una extensión final de 72°C/10 min. Los productos se analizaron mediante electroforesis en gel de agarosa al 1.0%. El marcador de peso molecular empleado como referencia fue de 1Kb (Thermo). La purificación de los productos de PCR se realizó siguiendo las especificaciones del Kit DNA Clean & Concentrador de la marca Zymo Reserach®. Los productos purificados, se enviaron a secuenciar al laboratorio de Bioquímica Molecular de la Unidad de Prototipos FES-Iztacala-Universidad Nacional Autónoma de México (secuenciador Modelo 3130xl Genetic analyzer).

Análisis del gen 16S rDNA

Se realizó una comparación en la base de datos en GenBank y se construyeron los árboles filogenéticos con las secuencias obtenidas. La búsqueda de similitud de secuencias se realizó usando la herramienta BLAST del Centro Nacional de Información Biotecnológica (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>). El alineamiento múltiple de secuencias nucleotídicas

se ejecutó con el programa Clustal W y se crearon los árboles filogenéticos con el software Past, con un valor de 100 bootstrap.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación bioquímica de las colonias bacterianas

Las colonias de *A. chroococcum* fueron de color crema irregular, presentando colonias grandes, brillantes y mucoides. Para *Bacillus* spp., las colonias fueron de color crema a blanco, opacas, con bordes irregulares y de forma pequeña a grandes.

La identificación bioquímica se realizó utilizando las técnicas convencionales para identificación de los géneros bacterianos. Mismas que se muestran en el cuadro 1.

Pruebas Bioquímicas	<i>B. subtilis</i> (Schaad, 2001)	Bacteria estudiada <i>B. subtilis</i>	<i>B. megaterium</i> (Schaad, 2001)	Bacteria estudiada <i>B. subtilis</i>	<i>A. chroococcum</i> (Holt, 2000)	Bacteria en estudio <i>A. chroococcum</i>
Tinción de Gram	+	+	+	+	-	-
Motilidad	+	+	+	+	+	+
Tinción de endosporas	+ central	+ central	+ central	+ central y + Subterminal	N/A	N/A
Crecimiento a 45°C	+	+	+	+	N/A	N/A
Crecimiento a 65°C	+	+	+	+	N/A	N/A
Citrato	+	-	+	-	N/A	N/A
Hugh & Leifson	-	-	-	-	N/A	N/A
TSI	+	+	+	+	N/A	N/A
Solubilización de fosfato	+	+	+	+	+	+
Hidrolisis de almidón	+	+	+	+	+	-
Reducción de nitratos	N/A	N/A	N/A	N/A	+	+
Oxidasa	N/A	N/A	N/A	N/A	+	+

(+ = positivo; - = negativo; N/A no aplica a la prueba).

Cuadro 1. Pruebas bioquímicas realizadas a las bacterias en estudio

Con respecto a la prueba de tinción de Gram, se realizó para las bacterias *B. subtilis*, *B. megaterium* y *A. chroococcum*. Se observó el tamaño y forma de las células en el frotis teñido con los colorantes usados en ésta técnica. La diferencia entre *B. subtilis* y *B. megaterium* se detectó que la célula es más grande en esta última, siendo las dos Gram positivas por su coloración morada o azul, contrariamente *A. chroococcum*, mostró ser una Gram negativa, por la coloración rosa-roja presente en el frotis.

Por otro lado, en la prueba de solubilización de fosfato evaluado a las 48 horas de

la siembra en el medio de cultivo, se observó a *B. megaterium* tiende a solubilizar más rápido dejando ver un halo claro banco-amarillo alrededor de la colonia, Según Mac Faddin (2003).

En relación a la prueba de hidrólisis de almidón, se observó como *B. megaterium* hidrolizó el almidón más rápido y con crecimiento abundante, mientras que *B. subtilis*, su crecimiento fue menor y lento. Con respecto a la prueba de reducción de nitratos para la bacteria *A. chroococcum* los resultados indicaron una coloración ligeramente color bugambilia y así se indicó que reduce nitratos. En la prueba bioquímica de triple azúcar de hierro (TSI), la lectura de esta prueba indicó que las dos bacterias, tanto *B. subtilis* y *B. megaterium* fermentan glucosa, lactosa y/o sacarosa, subrayando que tiene una profundidad y superficie ácida, pico y fondo amarillo. Estas bacterias, no mostraron presencia de gas con burbujas, ni ruptura del medio de cultivo, ni producción de gas H₂S, al incubarse a 35 °C por 24 horas. Lo cual concuerda con lo reportado por Mac Faddin (2003). En la prueba de motilidad con medio SIM se dejó incubar a las bacterias por 18 horas a 37°C. Las cuales presentaron movimiento y turbidez más haya en la línea de siembra. Las bacterias *B. subtilis*, *B. megaterium* y *A. chroococcum* fueron positivas a esta bioquímica, lo cual concuerda Holt *et al.*, (2000) que estos géneros-especies presentan flagelos peritricos.

En la prueba bioquímica de tinción de endosporas con el auxilio del microscopio óptico y con un aumento de 100 X, se observó la presencia de las endosporas con una coloración verde esmeralda, mientras que la célula bacteriana tomó una tinción roja. En *B. subtilis*, la endospora se encontró en la posición central, para *B. megaterium* subterminal y terminal, siendo necesario un cultivo de 24 h para que se lleve a cabo la esporulación de *B. subtilis*, mientras que para *B. megaterium* fue necesario mayor edad del cultivo.

Extracción de DNA

El método para la extracción de DNA bacteriano con el reactivo Plant DNAzol® resultó efectivo debido a la pureza y altas concentraciones del DNA. Fue fundamental obtener una pastilla de ADN a partir de un cultivo joven de 24 h de edad, ya que extracción de bacterias de más edad mostró menor calidad en el ADN, tal vez por la presencia de metabolitos existentes como lipo-polisacáridos.

Amplificación del ADN_r 16S con los primer Y1-Y3, 27F-1492R y FD1-RD1

La amplificación parcial del gen 16S de las bacterias, mediante PCR con los oligonucleótidos universales mostraron el fragmento de tamaño esperado para cada bacteria en estudio. Así los iniciadores Y1/Y3 para *A. chroococcum* dieron un amplicón del tamaño esperado de 1500 pb (Jiménez, 2007); los iniciadores 27F/1492R para *B. megaterium* mostraron un fragmento de 1287 pb como lo señala Liu (2014). Finalmente, los iniciadores FD1/RD1, para *B. subtilis* amplificaron un fragmento de 1446 pb (Kumar, 2012) Figura 1.

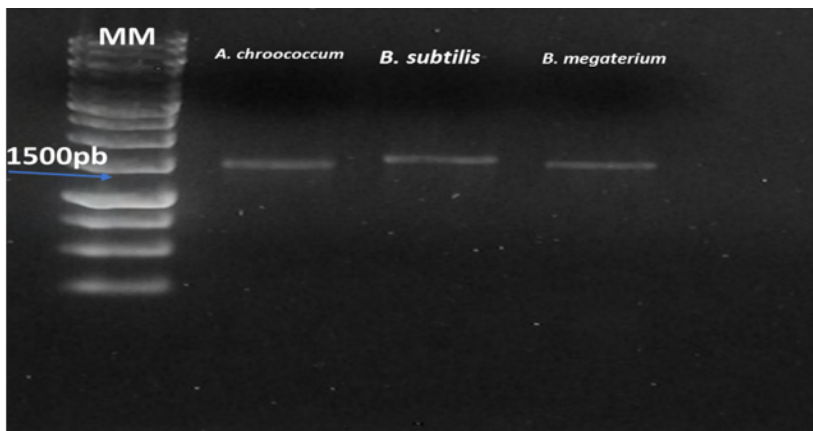


Figura 1. Productos de PCR de región 16S rDNA de las bacterias estudiadas. Carril 1 Marcador de Peso molecular 1kb (MM), Carril 2: *A. chroococcum*. Carril 3: *B. subtilis*. Carril 4: *B. megaterium*. Gel de agarosa al 1%.

Análisis y filogenia de las bacterias

Los microorganismos pueden ser identificados por sus rasgos fenotípicos y características genotípicas. La variación presente en diferentes especies, cuando es baja indica de un parentesco. Esto permite establecer relaciones evolutivas históricas, denominadas relaciones filogenéticas y representarlas en un cladograma o árbol filogenético (Rodicio- Mendoza 2004).

La comparación de secuencias para establecer relaciones filogenéticas de los microorganismos en estudio se estableció utilizando el banco de genes NCBI (siglas en inglés (National Center for Biotechnology Information) (www.ncbi.nlm.nih.gov) y las secuencias obtenidas de los productos amplificados se usó el programa Bioedit, para comparar secuencias de interés, del mismo gen en estudio. Se hicieron múltiples alineamientos con el programa Clustal W, con diferentes secuencias sustraídas del NCBI. Lo anterior con la finalidad de crear una matriz filogenética que incluyó las secuencias del presente estudio. Finalmente, la formación de los árboles se realizó de manera parsimonia, heurística y con 100% de bootstrap, para generar el cladograma de cada especie. Los árboles filogenéticos creados por comparación de secuencias permitieron establecer la identificación de las bacterias en estudio y su relación con otras reportadas en el banco de genes. Las bacterias *A. chroococcum*, *B. subtilis* y *B. megaterium*, mostraron un alto valor de identidad.

El análisis filogenético con secuencias de referencia del Gen Bank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>), permitieron realizar los árboles filogenéticos y hacer posible una inferencia taxonómica a nivel especie, utilizando la región 16S rDNA. La bacteria en estudio *A. chroococcum* mostró 99% de identidad con las accesiones EU274299, JF700513 y EF100151, y se utilizó al género *Beijerinckia* spp (NR_116306) como grupo

externo (Figura 2).

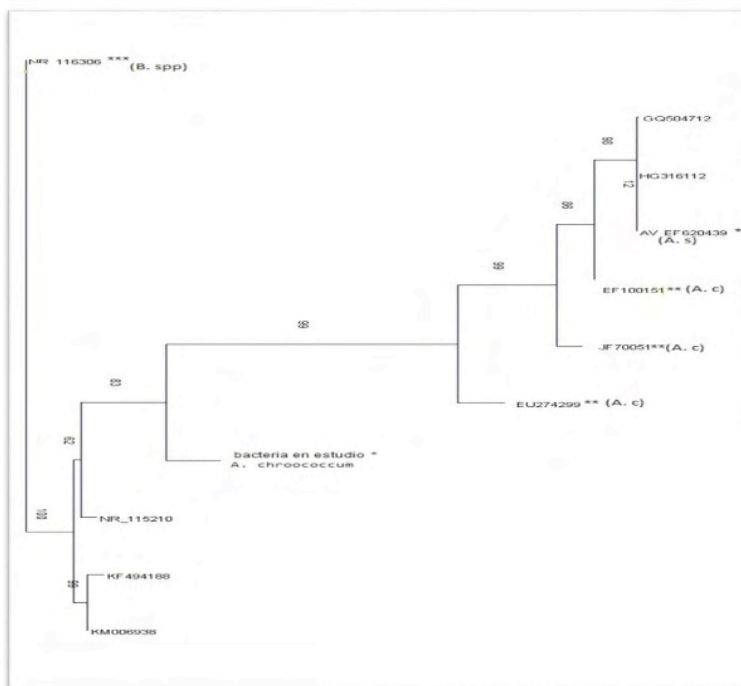


Figura 2. Árbol filogenético basado en secuencias de la región 16S de rDNA con secuencias de otras bacterias extraídas del banco de genes GenBank y la bacteria de estudio *A. chroococcum*. (A. c) * = bacteria en estudio, ** = bacterias con número de acceso GenBank, *Beijerinckia* spp (B. spp) *** = género externo.

La bacteria en estudio *B. subtilis* comparada con otras secuencias en el banco de genes mostró un porcentaje de identidad de 88% con las accesiones GU391355 (Jalali, *et al.*, 2010), JX448379 (Jung, *et al.*, 2012), KM922585 (Jeon, *et al.*, 2014), comparado de igual forma con el género externo de *Clostridium* spp. Figura 3.

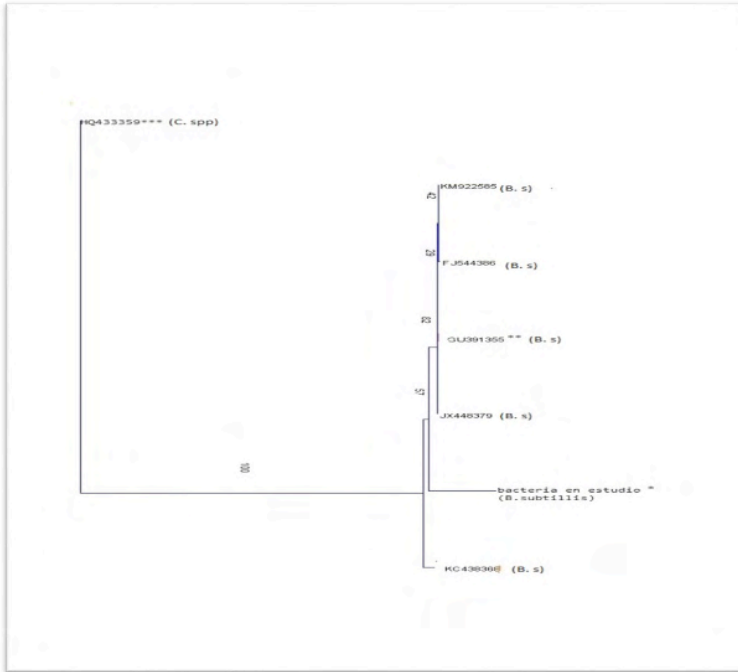


Figura 3. Árbol filogenético basado en secuencias de la región 16S de rDNA con bacterias extraídas del banco de genes GenBank y la bacteria de estudio *B. subtilis*. (B. s) * = bacteria en estudio, ** = bacterias con número de acceso GenBank, *Clostridium* spp (C. spp)*** = género externo.

Para la cepa de estudio bacteriana de *B. megaterium* se obtuvo una similitud del 99% con *B. megaterium* con la accesión KT965083 (Abdellaziz, *et al.*, 2015, Abdellaziz, *et al.*, 2018) sin embargo, comparte una relación estrecha de 96% con *B. subtilis* con el número de accesión FJ435224 (Zhang, 2008) y KM922585 (Jeon, *et al.*, 2014), y se recurrió al género *Clostridium* spp. (HQ433359) como grupo externo (Figura 4).

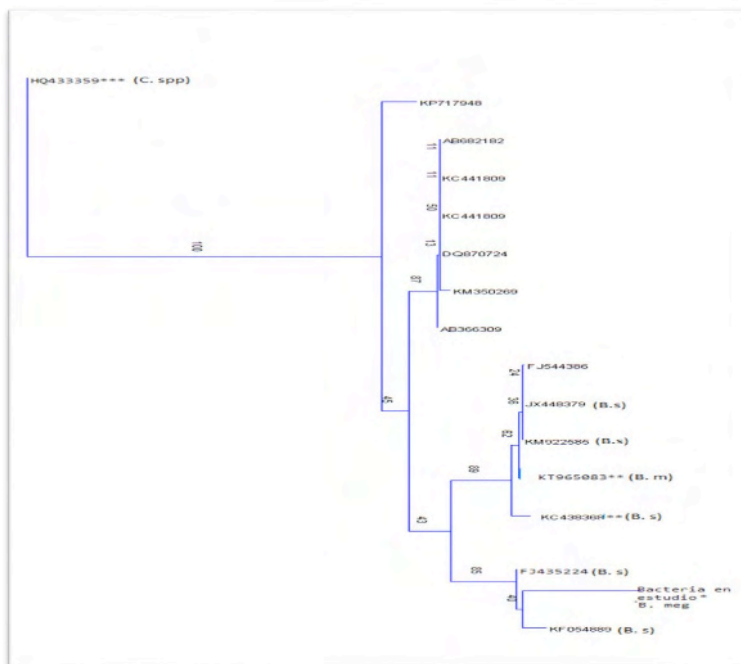


Figura 4. Árbol filogenético basado en secuencias de la región 16S de rDNA con secuencias de bacterias extraídas del banco de genes GenBank y la bacteria de estudio *B. megaterium*. (B. m) * = bacteria en estudio, ** = bacterias con número de acceso GenBank, *Clostridium* spp (C. spp) *** = género externo

CONCLUSIONES

Se identificaron morfológicamente y bioquímicamente las cepas bacterianas aisladas de suelo: *Azotobacter chroococcum*, Gram negativa, solubilización de fosfato, con motilidad y reducción de nitratos. *Bacillus subtilis* y *Bacillus megaterium*, ambas Gram positivas, con motilidad, crecimiento a 45 y a 65°C respectivamente, solubilizadoras de fosfato, positivas a la degradación de almidón, positivas como fermentadoras de glucosa, lactosa y/o sacarosa y con posición central de la endospora. Las pruebas moleculares en el que se empleó la región del gen DNAr 16S logró la aplicación de 1500 pb para *Azotobacter chroococcum*, 1446 pb para *Bacillus subtilis* y 1287 pb para *Bacillus megaterium*. El análisis de filogenia por comparación de secuencias reportadas en el GenBank (NCBI) permitió identificar a las bacterias *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus subtilis* y *Bacillus megaterium* con una identidad del 99, 88 y 99% respectivamente, refiriendo una clara consistencia grupal taxonómica definida.

REFERENCIAS

ABDELLAZIZ, L.; ABDERRAHMANI, A.; CHOLLET, M.; BECHET, M.; NATECHE, F., CHATAIGNE, G.; LECLERE, V.; YAICI, L. AND CALY, D. 2015. **Original potential of *Bacillus subtilis* lipopeptides production and screening of Kurstakin's operon with novel specific primer.**

ABDELLAZIZ L; CHOLLETE M; ABDERRAHMANI; BECHET M; YAICI L; CHATAIGNE G; ARGULLES A A; LECLERE V and JACQUES P. 2018. **Lipopeptide biodiversity in antifungal *Bacillus* strains isolated from Algeria.** Archives of Microbiology 200: 1205-1216.

ACUÑA. O; PEÑA. W; SERRANO E; POCASANGRE. L; ROSALES. F; DELGADO. E; TREJOS. J; SEGURA. A. 2006. **La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos.** Joinville- Santa Catarina, Brasil. 12 p

CANO, M.A. 2011. **Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp, y *Pseudomonas* spp,** U.D.C.A. 31p.

CÁRDENAS, F. A.; ESTRADA, L. A AND OLALDE, P. V. 2007. **Yield and quality enhancement of marigold flowers by inoculation with *Bacillus subtilis* and *Glomus fasciculatum*.** Journal of Sustainable Agriculture. 76 p.

CUERVO. L. J. P. 2010. **Aislamiento y caracterización de *Bacillus* spp. como fijadores biológicos de nitrógeno y solubilizadores de fosfato en dos muestras de biofertilizantes comerciales.** Pontificia Universidad Javeriana. 36 p.

FERRERA, C.R, Y ALARCÓN A. 2007. **Microbiología Agrícola: hongos, bacterias micro y macrofauna, control biológico y planta-microorganismo.** Trillas. México. 568 p.

HERNÁNDEZ M.L.G, Y ESCALONA A.M.A. 2003. **Microorganismos que benefician a las plantas: las bacterias PGPR.** Revista de Divulgación Científica y Tecnología de la Universidad Veracruzana. 1(XVI): 32p

HOLT J; KRIEG N; SNEATH A.P.H; STANLEY J.T AND WILLIAM S.T. 2000. **Bergey's manual to determinative bacteriology.** Novena Edición. Baltimore. Maryland. Ed Williams & Wilikins. USA. 787 p

ICA. 2004. **Uso de microorganismos con potencial como biofertilizante en el cultivo de mora.** Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. Bogotá. 84p.

JALALI, S.K; RAJESHWARI, R; SRIRAM, S; VENKATESAN, T; LALITHA, Y. AND MAHIBA HELEN, S. 2010. **Submitted Biotechnology, National Bureau of Agriculturally Important Insects.** H.A. Farm Post, Hebbal, Bangalore, Karnataka 560024, India (sin publicación NCBI).

JEON, S.B; RYU, M.S; HEO, J; OH, H.H; JEONG, D.Y. AND UHM, T. B. 2014. **Lactic acid bacteria for the production of fermented soybean paste.**

JIMÉNEZ. A.D.J. 2007. **Caracterización molecular de cepas nativas de *Azotobacter* spp. Mediante el análisis restriccional de DNA ribosomal 16S.** Pontificia Universidad Javeriana. 105p.

JUNG, T.K.; KIM, J.H.; AND SONG, H.G. 2012. **Anifungal Activity and Plant Growth Promotion by Rhizobacteria Inhibiting Growth of Plant Pathogenic Fungi.** Misaengmul Hakhoe Chi 48, 16-21

Kumar, P, Dubey, R.C, Mahesh, W. 2012. **Bacillus strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity antagonist phytopatogens.** Microbiological Research. 493-494.

LIU M; LUO K; WANG ; ZENG A; AND ZHOU X. 2014. **Isolation, Identification and Characteristics of an Endophytic Quinlorac Degrading Bacterium *Bacillus megaterium* Q3.** PLoS ONE 9(9): e108012. doi:10.1371/journal.pone.0108012.

MAC FADDIN J.F. 2003. Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Edit. Panamericana. México. 301 p.

MAGALHAES, L.C; MALTEMPI. S.E; BALER. W.O; BALDANI. I.J; BÖBEREINER. J AND OLIVEIRA. P.F. 2001. **16s ribosomal DNA characterization of nitrogen- fixing bacteria isolated from Banana (*Musa spp.*) and Pineapple (*Ananas comusus* (L) Merrill).** Universidad Federal de Panamá, Departamento de bioquímica. Vol 67, No. 5. 2375-2379 pp.

MALIK, K.A; MIRZA,M.S. AND MUKHTAR,S. 2013. **Microbial diversity and metagenomic analysis of the rhizosphere of Para Grass (*Urochloa mutica*) growing under saline conditions.** In: **Soil Microbiomes for sustainable Agriculture.** Editor: Ajar Nath Yadav. Springer. E-Book.

MAYZ F.J. 2004. **Fijación biológica de nitrógeno.** Revista Científica UDO Agrícola. 1 (4): 20p

NECOCHEA, R.C Y CANUL T. J.C. 2004. **Secuenciación de ácidos nucleótidos.** Proyecto de investigación. 48p.

PEDRAZA L.A.; LÓPEZ C.E.; Y URIBE-VÉLEZ D. 2020. **Mecanismos de acción de *Bacillus* spp. (Bacillaceae) contra microorganismos fitopatógenos durante su interacción con plantas.** Acta Biol. Colombiana 25(1): 112-125.

RODICIO. M.R. Y MENDOZA M.C. 2004. **Identificación bacteriana mediante secuenciación del ARN16S: Fundamento, mitología y aplicaciones en microbiología clínica.** 7p.

SCHAAD W. N. 2001. **Laboratory guide for indentification of Plant pathogenic bacteria.** 2nd edition. APS PRESS. USA. 158 P.

VALADEZ M.E Y KAHL. G, 2000. **Huella de DNA en genomas de platas.** Mundi-Prensa- UACH. 168 p.

WOLFGANG, L. 1986. **Antifungal effects of bacilysin and fengymycin from *Bacillus subtilis* F-29-3 A comparison with activities of other *Bacillus* antibiotics.** Journal of Phytopathology, 2(115) 354p.

Vessey K.J. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 55: 571-586

Yongfeng, L. 2007. **Bacisubin, an antifungal protein with ribonuclease and hem agglutinating activities from *Bacillus subtilis* strain B-916.** Peptides 1(28): 570p

Young,J.M. and Park, D.C. 2007. **Probable synonymy of the nitrogen-fixing genus *Azotobacter* and genus *Pseudomonas*.** International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 57, 2894-2901.

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](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

3


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