

Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços
e Possibilidades

Manuel Simões
(organizador)

 EDITORA
ARTEMIS
2023

VOL III

Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços
e Possibilidades

Manuel Simões
(organizador)

VOL III

 EDITORA
ARTEMIS
2023



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). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Manuel Simões
Imagem da Capa	Vivilweb/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointner Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



Prof.^a Dr.^a Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.^a Dr.^a Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba
Prof.^a Dr.^a Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Odara Horta Boscolo, *Universidade Federal Fluminense*, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.^a Dr.^a Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.^a Dr.^a Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.^a Dr.^a Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.^a Dr.^a Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia
Prof.^a Dr.^a Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.^a Dr.^a Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos em biociências e biotecnologia [livro eletrônico] : desafios, avanços e possibilidades: vol. III / Organizador Manuel Simões. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-10-9

DOI 10.37572/EdArt_301123109

1. Ciências biológicas. 2. Biotecnologia. 3. Biomedicina.
I.Simões, Manuel.

CDD 574

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PREFÁCIO

O volume III da edição “Estudos em Biociências e Biotecnologia: Desafios, Avanços e Possibilidades” disponibiliza ao leitor um conteúdo essencialmente focado no estudo de plantas e interfaces para dar resposta a desafios científicos e sociais específicos. O desenvolvimento de conhecimento científico e de tecnologia para a produção sustentável de plantas, bem como o seu processamento e valorização é fundamental para a transição para uma bioeconomia e para a resposta a objetivos de desenvolvimento sustentável, estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas. O livro está organizado em 12 capítulos que focam essencialmente a investigação molecular de plantas, estudos de fisiologia, fitopatologia, cultivo e processamento, e novas aplicações de plantas e das suas moléculas (produtos fitoquímicos).

Manuel Simões

<https://orcid.org/0000-0002-3355-4398>

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y GENÉTICA DEL AGUACATE CRIOLLO EN NUEVO LEÓN, MÉXICO

María Genoveva Álvarez Ojeda

Víctor Pecina Quintero

Efraín Acosta Díaz

Isidro Humberto Almeyda León

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231091

CAPÍTULO 2..... 12

ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA ASOCIADA CON EL INTERCAMBIO GASEOSO DE NUEVE MORFOTIPOS DEL CULTIVO DE *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon - MASHUA

Chacón Campana Máximo Américo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231092

CAPÍTULO 3..... 38

LOCALIZACIÓN DE ANTOCIANINAS Y DUREZA DEL ENDOSPERMO EN GERMOPLASMA DE MAÍZ AZUL

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Luis Fernando Ceja-Torres

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231093

CAPÍTULO 4..... 44

PARDEAMIENTO Y PORCENTAJE DE BROTAÇÃO EN TUBÉRCULOS DE CLONES Y VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) INFECTADOS POR *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Margarita Díaz Valasis

Víctor Manuel Parga Torres

María Genoveva Álvarez Ojeda

Ángel Ismael Narváez Rodríguez

Isidro Humberto Almeyda León

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231094

CAPÍTULO 5..... 54

ATAQUE DE *Frankliniella williamsi* HOOD (*Thysanoptera*: Thripidae) EN CULTIVARES DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) EN TABASCO, MÉXICO

Dante Sumano López

Mario Rodríguez Cuevas

Víctor Hugo Arias López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231095

CAPÍTULO 6.....62

DISEÑO BOX-BEHNKEN USANDO EL CRITERIO DE DESEABILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE CELULASAS POR *Aspergillus niger* ITV 02 A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR DESLIGNIFICADO

Marin I. Infanzón-Rodríguez

Daniel A. Zavala-Ortiz

Javier Gómez-Rodríguez

Maria Guadalupe Aguilar-Uscanga

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231096

CAPÍTULO 7.....76

IDENTIFICACIÓN DE *MELOIDOGYNE JAVANICA* NEMATODO AGALLADOR EN BEGONIA CULTIVAR COCKTAIL

Ramón Rodríguez Blanco

José Israel Rodríguez Barrón

Elia Cruz Crespo

Fabiola Cinco García

Miguel Díaz Heredia

Kennedy Antonio Cortez Isiordia

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231097

CAPÍTULO 8..... 84

XANTONAS COMO AGENTES TERAPÉUTICOS PARA ENFERMEDADES INFLAMATORIAS DE LA PIEL

Mario E. Cancino-Díaz

Gabriel Betanzos-Cabrera

Juan C. Cancino-Díaz

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231098

CAPÍTULO 9..... 96

RESISTÊNCIA BACTERIANA E COMPOSTOS NATURAIS: APLICAÇÃO DESTE CONCEITO NA APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS

Maria José Saavedra
Manuel Simões
Conceição Fernandes

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011231099

CAPÍTULO 10..... 106

CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN DEL MANGLAR ENTRE 2009-2017 EN EL SISTEMA LAGUNAR DE CHACAHUA-PASTORÍA, OAXACA

Cristian Tovilla Hernández
Rita Lorena Salas Roblero
Erika María Villatoro Arreola

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112310910

CAPÍTULO 11.....133

INFLUENCIA DEL ESTRÉS HÍDRICO EN EL CRECIMIENTO DEL FRUTO Y EN LA FORMACIÓN DE ACEITE EN EL CULTIVO DEL OLIVO

Javier Hidalgo Moya
Juan Carlos Hidalgo Moya
Ana Leyva Bollero
María del Carmen Jiménez Muñoz
Daniel Pérez Mohedano
Victorino Vega Macías

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112310911

CAPÍTULO 12 141

DESHIDRATACIÓN DE CHILE HABANERO PARTE I: EXPERIMENTACIÓN Y MODELADO

Carlos Orozco-Alvarez
Gisela Palma-Orozco
Jonathan Alcántara-Melgar
Sergio García-Salas
Enrique Hernández-Sánchez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112310912

SOBRE O ORGANIZADOR 150

ÍNDICE REMISSIVO 151

CAPÍTULO 4

PARDEAMIENTO Y PORCENTAJE DE BROTAÇÃO EN TUBÉRCULOS DE CLONES Y VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) INFECTADOS POR *Candidatus* *Liberibacter solanacearum*

Data de submissão: 06/11/2023

Data de aceite: 20/11/2023

Margarita Díaz Valasis

Doctor en Ciencias
Especialidad en Fitopatología
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Valle de México
Km. 13.5, Carretera Los Reyes
Texcoco Coatlinchan. C.P. 56250
Texcoco, Edo. de México, México

Víctor Manuel Parga Torres

Doctor en Ciencias
Especialidad en Fitomejoramiento
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Saltillo
Hacienda de buena vista
km. 342+119 # 9515
Carretera Saltillo – Zacatecas
C.P. 25315, Saltillo Coahuila, México

María Genoveva Álvarez Ojeda

Doctor en Ciencias
Especialidad en Microbiología
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental Río Bravo. Km 61
Carretera Matamoros-Reynosa
CP. 88900, Río Bravo
Tamaulipas, México
<https://orcid.org/0000-0002-2203-5402>

Ángel Ismael Narváez Rodríguez

Químico Bacteriólogo Parasitólogo
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental General Terán
Km 31, Carretera Montemorelos-China
Ex-hacienda Las Anacuas, C.P. 67400
Cd. General Terán, Nuevo León, México

Isidro Humberto Almeyda León¹

Doctor en Ciencias
Especialidad en Biotecnología
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Campo Experimental General Terán
Km 31, Carretera Montemorelos-China
Ex-hacienda Las Anacuas, C.P. 67400
Cd. General Terán, Nuevo León, México
<https://orcid.org/0000-0002-8790-4437>

RESUMEN: Actualmente el manejo y control del síndrome de la Punta Morada de la Papa se realiza mediante el control químico del vector con aplicaciones masivas de pesticidas con un gran efecto adverso al ambiente y a la salud humana. Por lo tanto, es indispensable generar alternativas que permitan obtener una producción rentable y sustentable para el productor, como es el uso de variedades con características de tolerancia o resistencia a la enfermedad. El objetivo de este estudio fue determinar el grado del daño ocasionado

¹ Autor de correspondencia: almeyda.isidro@inifap.gob.mx

por *Candidatus Liberibacter solanacearum* en el pardeamiento y porcentaje de brotación de tubérculos de papa. Se evaluaron 14 genotipos generados en el INIFAP (13 clones y la variedad Norteña), también se incluyeron las variedades comerciales Fianna, Gigant y Mondial. En 11 clones y en las variedades Gigant y Mondial se registró daño de pardeamiento del tubérculo con valores que fluctuaron de leve (L) a muy fuerte (F+), sobre todo cuando no se realizó la aplicación de insecticidas. En los clones 07-09-35, 98-18-24 y en las variedades Norteña y Fianna, no se observaron síntomas visuales del síndrome de PMP en el tubérculo, pero si se detectó a la bacteria mediante PCR, menos en el clon 07-09-35. Con estos resultados, se puede inferir que los materiales mexicanos, sobre todos aquellos de período intermedio o semitardío se constituyen como una opción viable para la producción sostenible de la papa ya que pueden llegar a cosecha antes de estar sometidas a fuertes concentraciones de inóculo debido a poblaciones altas del vector. Además, la ausencia de la bacteria causante de la PMP en los tubérculos, sobre todo de aquellos que se pretenden usar como semilla, se debe establecer por métodos moleculares como el PCR y no por la apariencia de los brotes para evitar su diseminación a nuevas áreas de cultivo.

PALABRAS CLAVE: Papa. Punta morada. Pardeamiento. Brotación.

BROWNING AND SPROUT PERCENTAGE IN TUBERS OF CLONES AND VARIETIES OF POTATO (*Solanum tuberosum* L.) INFECTED BY *Candidatus Liberibacter solanacearum*

ABSTRACT: Currently, the management and control of Potato Purple Top syndrome is carried out through chemical control of the vector with massive applications of pesticides with a great adverse effect on the environment and human health. Therefore, it is essential to generate alternatives that allow profitable and sustainable production for the producer, such as the use of varieties with characteristics of tolerance or resistance to the disease. The objective of this study was to determine the degree of damage caused by *Candidatus Liberibacter solanacearum* in the browning and sprouting percentage of potato tubers. Fourteen genotypes generated at INIFAP were evaluated (13 clones and the Norteña variety), the commercial varieties Fianna, Gigant and Mondial were also included. In 11 clones and in the Gigant and Mondial varieties, tuber browning damage was recorded with values that fluctuated from mild (L) to very strong (F+), especially when insecticides were not applied. In clones 07-09-35, 98-18-24 and in the Norteña and Fianna varieties, no visual symptoms of PMP syndrome were observed in the tuber, but the bacteria was detected by PCR, less so in clone 07-09-35. With these results, it can be inferred that Mexican materials, especially those from the intermediate or semi-late period, constitute a viable option for the sustainable production of potatoes since they can reach harvest before being subjected to strong concentrations of inoculum due to high vector populations. Furthermore, the absence of the bacteria that causes PMP in potato tubers, especially those that are intended to be used as seeds, must be established by molecular methods such as PCR and not by the appearance of the sprouts to prevent its spread to new growing areas.

KEYWORDS: Potato. Purple tip. Browning. Sprouting.

1 INTRODUCCIÓN

En México, la papa (*Solanum tuberosum* L.) se siembra en una superficie aproximada de 60,000 ha bajo condiciones de riego y temporal, con una producción anual de 1´784,000 t (SIAP, 2020). La producción es afectada por diversos problemas fitosanitarios, el más importante es el síndrome Punta Morada de la Papa (PMP), el cual está asociado a *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLso) y *Candidatus Phytoplasma* spp (CaPhy) (Munyanza, 2012; Caicedo *et al.*, 2020). CaLso es una bacteria α -proteobacteria gram-negativa, no cultivable *in vitro*, limitada al sistema vascular del floema, es un parásito obligado de plantas e insectos, y presenta transmisión horizontal y vertical (Bertolini *et al.*, 2015; Munyanza *et al.*, 2008, Munyanza, 2012). Este problema fitosanitario de la papa también es de gran importancia en otros países como Nueva Zelanda (Liefing *et al.*, 2008), Estados Unidos de América y Centro América (Munyanza *et al.*, 2007; Secor *et al.*, 2009). Las regiones más afectadas en México son el Centro (Edo. de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Veracruz), el Noreste (Coahuila y Nuevo León) y el Bajío (Guanajuato y Michoacán). La región Noroeste (Sonora, Sinaloa, Baja California, Chihuahua) y la zona de Tapalpa, Jal., son afectadas en menor grado que las anteriores; sin embargo, el problema se ha ido incrementando (Rubio *et al.*, 2011a). La transmisión de estos patógenos se realiza principalmente por vectores, para el caso de CaLso se reporta como vector a *Bactericera cockerelli* (Sulc), conocido como el psilido de la papa. Los fitoplasmas están asociados con la presencia de cicadélidos y saltones de hojas, (Cuesta *et al.*, 2021). La transmisión también se realiza mediante tubérculos infectados los cuales se utilizan como semilla (Caicedo *et al.*, 2020; Cuesta *et al.*, 2021). En un estudio realizado en México Rubio, *et al.* (2011b), reportaron una estrecha asociación entre la población de *B. cockerelli* y la incidencia de la PMP y también observaron que el 54 % de los tubérculos con los síntomas de la enfermedad eran positivos a la bacteria *Ca. Liberibacter solanacearum* y solamente el 3.5 % fueron positivos a fitoplasmas, lo cual soporta lo reportado por otros investigadores (Hansen *et al.*, 2008; Liefing *et al.*, 2008; Venkatesan *et al.*, 2010) y confirma que el principal agente causal del síndrome de la PMP en México, al igual que en otros países, es la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Los tubérculos usados como semilla generalmente no brotan y si lo hacen estos presentan brotes muy alargados o ahilados, como resultado los rendimientos decrecen significativamente y el tamaño de los tubérculos se reduce (Munyanza, 2012). Dependiendo de la etapa de desarrollo en que las plantas son infectadas, el rendimiento de tubérculos puede disminuir entre 10 y 100 % o bien la calidad del tubérculo (manchado de la pulpa), no es adecuada para su comercialización y como consecuencia las pérdidas

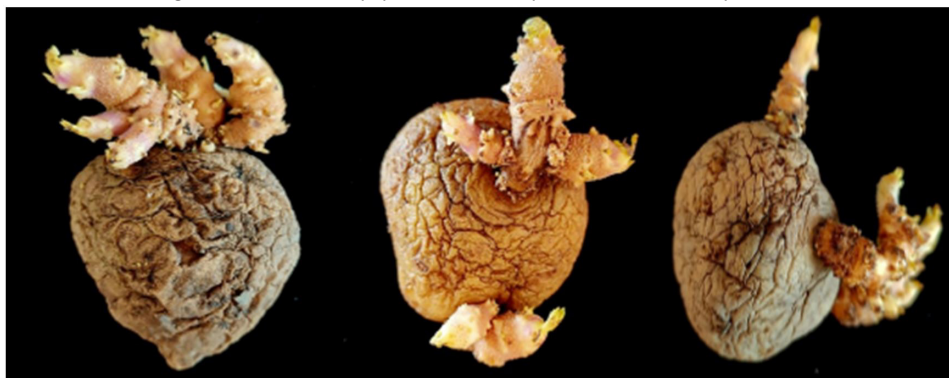
económicas son muy cuantiosas (Rubio *et al.*, 2013). En la actualidad, el control de la PMP se basa casi exclusivamente en la aplicación intensiva de insecticidas químicos, por lo que es necesario establecer un sistema de control integrado de la enfermedad que incluya el uso de variedades tolerantes, insecticidas biológicos y prácticas culturales (Rubio *et al.*, 2013) y hasta el final hacer uso del control químico, con productos, que respeten la fauna benéfica. Por esa razón el objetivo de este trabajo fue determinar el grado del daño ocasionado por *Candidatus Liberibacter solanacearum* en el pardeamiento y porcentaje de brotación de tubérculos de papa.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 COLECTA DE MATERIALES

Durante el 2022 y 2023, se colectaron tubérculos 11 clones de papa y las variedades comerciales Gigant y Mondial, los cuales presentaban brotes normales, sin síntomas de infección por la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Figura 1).

Figura 1. Tubérculos de papa sin síntomas aparentes de infección por PMP.



Estos materiales se cultivaron bajo condiciones de campo en el Estado de México, con aplicación y sin aplicación de insecticidas y se registró el grado de pardeamiento y porcentaje de brotación. En el estudio también se incluyeron los clones 07-09-35 y 98-18-24, así como las variedades Norteña y Fianna, producidas bajo condiciones de campo en el Estado de Coahuila con aplicación de insecticidas. Estos materiales han presentado estabilidad en el rendimiento y calidad de la cosecha.

2.2 DETECCIÓN DE LA BACTERIA *Candidatus Liberibacter solanacearum*

La extracción del ADN de las muestras (tubérculos y brotes) se realizó con la metodología reportada por Almeйда *et al.*, 2001. La detección de la bacteria se realizó

mediante la técnica de la Reacción en Cadena de la Polimerasa-Punto final y se utilizaron los iniciadores Lp16S-2F/Lp16S-2R, diseñados sobre la secuencia del gen que codifica para el ARN ribosomal 16S de la bacteria y que amplifican un fragmento de aproximadamente 872 pb. Para el caso de los clones 07-09-35 y 98-18-24, así como las variedades Norteña y Fianna también se utilizaron los iniciadores Lp16S-ISR-RF/Lp16S-ISR-RR diseñados sobre la secuencia del gen que codifica para el ARN ribosomal 16S y en la región intergénica entre los genes ribosomales 16S y 23S de la bacteria, los cuales amplifican un fragmento de aproximadamente 662 pb (Hansen *et al.*, 2008). Las reacciones de PCR se realizaron en un volumen final de 25 µL conteniendo: 5.0 µL de Buffer PCR (1X) que incluye a los dNTP's y el NaCl₂, 2.0 µL de cada indicador (25 pMoles), 100 ng de ADN y 0.3 Unidades de la DNA Taq Polymesara y 13.7 µL de H₂O estéril. El programa de amplificación fue: Un ciclo de desnaturalización inicial a 95 °C por 5 min, seguido de 35 ciclos a 95 °C por 1 min, 60 °C por 30 s y 72 °C por 1 min, y un ciclo de extensión final a 72 °C por 10 min. Los fragmentos amplificados fueron fraccionados en geles de agarosa al 1.5 %, se tiñeron con el colorante Gel-Red y se visualizaron en un transiluminador de luz ultravioleta.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PORCENTAJE DE PARDEAMIENTO Y BROTAÇÃO DE TUBÉRCULOS

El grado de pardeamiento registrado varió de leve (L) hasta muy fuerte (F+), en los clones y variedades evaluadas, los mayores valores de pardeamiento se observaron cuando no se realizó la aplicación de insecticidas. El clon 1-13-1 y la variedad Gigant registraron valores de pardeamiento del tubérculo de moderado (M) a moderado-fuerte (M-F) sin aplicación de insecticidas e incluso el porcentaje de brotación fue mayor bajo esta condición de manejo (Cuadro 1). Sin embargo, es importante destacar que la brotación de los tubérculos de todos los clones y de las dos variedades fue del tipo conocido como tallo de hilo, lo cual no es deseable si se quiere utilizar este material como semilla en un siguiente ciclo de cultivo. Con base en la detección de CaLso por PCR, se puede inferir que el grado de pardeamiento está relacionado con la concentración de la bacteria, ya que este patógeno fue detectado con mayor sensibilidad en los tubérculos procedentes de plantas sin aplicación de insecticidas, es decir donde la presión del inóculo fue mayor debido a la presencia del vector.

Cuadro 1. Grado de pardeamiento y porcentaje de brotación de los tubérculos de 11 clones y dos variedades de papa con y sin aplicación de insecticidas.

Clon	Tratamiento		Grado de pardeamiento	Porcentaje de brotación	Tipo de brotación
	Con aplicación	Sin aplicación			
1-6-1	X		M, F	73.8	Brote fino
1-6-1		X	F	56.2	Brote fino
8-29	X		M-F	30.0	Brote fino
8-29		X	F	0.0	-----
1-13-1	X		L, M-F, F	51.5	Brote fino
1-13-1		X	M, M-F	71.4	Brote fino
3-7-8	X		M, M-F	71.8	Brote fino
3-7-8		X	F	27.5	Brote fino
4-5-6	X		M, M-F	72.7	Brote fino
4-5-6		X	F	42.8	Brote fino
01-8	X		M	40	Brote fino
01-8		X	F	6.8	Brote fino
4-6-7	X		M-F	44.1	Brote fino
4-6-7		X	M	10.0	Brote fino
4-5-6	X		M, M-F	72.7	Brote fino
4-5-6		X	F	42.8	Brote fino
4	X		F+	79.1	Brote fino
4		X	M-F	38.7	Brote fino
Gigant	X		M-F	92.3	Brote fino
Gigant		X	M	100.0	Brote fino
Mondial	X		F+	77.5	Brote fino
Mondial		X	F+	50.0	Brote fino

L= Leve M= Moderado M-F= Moderado a fuerte F= Fuerte F+= Muy fuerte.

3.2 DETECCIÓN DE LA BACTERIA *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Se detectó a la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* a partir del ADN extraído de todos los tubérculos colectados durante el 2012 y 2013. Sin embargo, la bacteria no se detectó cuando se utilizó el ADN extraído de los brotes provenientes de los mismos tubérculos que resultaron positivos (en el cuadro 2, se muestran los resultados obtenidos en 10 tubérculos y sus brotes).

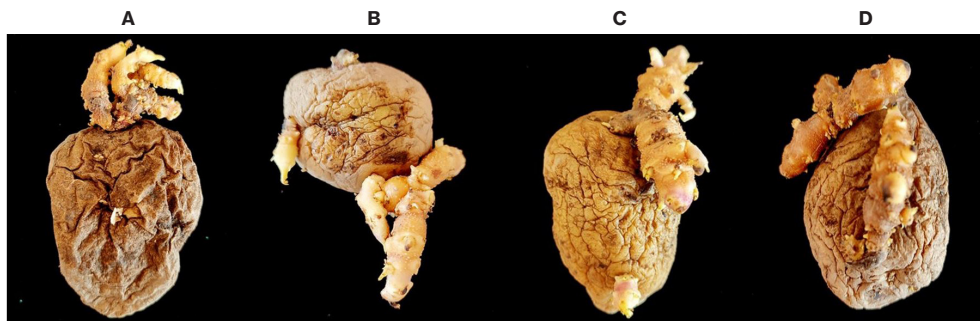
Por lo que corresponde a los clones 98-18-24 y 07-09-35 y las variedades comerciales Norteña y Fianna, de 10 tubérculos colectados al azar, de cada uno de los materiales, todos estuvieron libres del manchado de la pulpa o pardeamiento interno, así

como de síntomas en el haz vascular, que son los síntomas característicos de infección por el síndrome de la PMP. Además, los tubérculos muestreados presentaron brotación normal sin la presencia de brotes alargados o ahilados (Figura 2).

Cuadro 2. Resultados del análisis para la detección de *Ca. Liberibacter solanacearum* en tubérculos y sus brotes.

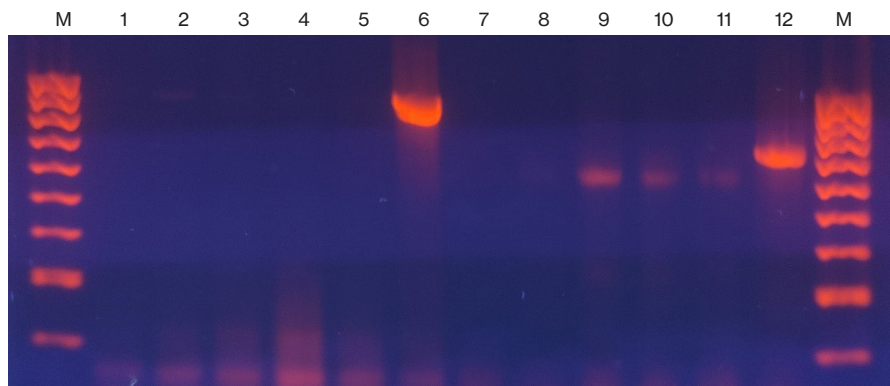
Muestra	Resultado	Muestra	Resultado
Tubérculo 1	+	Tubérculo 6	+
Brote 1	-	Brote 6	-
Tubérculo 2	+	Tubérculo 7	+
Brote 2	-	Brote 7	-
Tubérculo 3	+	Tubérculo 8	+
Brote 3	-	Brote 8	-
Tubérculo 4	+	Tubérculo 9	+
Brote 4	-	Brote 9	-
Tubérculo 5	+	Tubérculo 10	+
Brote 5	-	Brote 10	-

Figura 2. Tubérculos de papa con brotación normal, sin síntomas de brotes alargados o ahilados. A= Clon 07-09-35; B= Clon 98-18-24; C= Variedad Norteña; D= Variedad Fianna.



Sin embargo, cuando se realizó el análisis mediante PCR para la detección de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* en los tubérculos muestreados, la presencia del patógeno se registró en el clon 98-18-24 y en las variedades Norteña y Fianna con los iniciadores Lp16S-ISR-RF/Lp16S-ISR-RR. Cuando se utilizaron los iniciadores Lp16S-2F/Lp16S-2R, la bacteria no se detectó en ninguno de los genotipos evaluados (Figura 3). Estos resultados pueden estar asociados a una baja concentración de la bacteria o a que los primers Lp16S-2F/Lp16S-2R, no tienen un 100 % homología con el gen ARN ribosomal 16S, por lo tanto, en bajas concentraciones la bacteria no puede ser detectada.

Figura 3. Amplificación mediante PCR de fragmentos del gen RNA ribosomal 16S y de la región intergénica entre el gen RNA ribosomal 16S y el gen 23S de *Candidatus Liberibacter solanacearum* a partir del ADN extraído de diferentes genotipos de papa. Carriles M: Marcador de Peso Molecular HiperLadder™ 100bp; Carril 1: Testigo negativo; Carril 2: Clon 07-09-35; Carril 3: Clon 98-18-24, Carril 4: Variedad Norteña; Carril 5: Variedad Fianna, Carril 6: Testigo positivo, con los iniciadores Lp16s-2F/Lp16s-2R; Carril 7: Testigo negativo, Carril 8: Clon 07-09-35; Carril 9: Clon 98-18-24, Carril 10: Variedad Norteña; Carril 11: Variedad Fianna, Carril 12: Testigo positivo, con los iniciadores Lp16S-ISR-RF/Lp16S-ISR-RR.



Es importante señalar que tanto el clon 98-18-24 como la variedad Norteña son de ciclo tardío (120 días después de la emergencia), por lo tanto, estuvieron más tiempo expuestos a la presencia del vector el psílido *Bactericera cockerelli* (Sulc). Por consecuencia, la presión y presencia del patógeno fue mayor en estos dos genotipos, lo que permitió a la bacteria ser transmitida e infectar a estos materiales en la última etapa de su ciclo, ya que la aparición de los síntomas del síndrome de PMP fue entre los 90 y 100 días después de la emergencia del cultivo. En esta etapa el clon 07-09-35 y la Variedad Fianna prácticamente estaban en la etapa de cosecha (desvare) ya que son de ciclo semitardío (100 a 120 días después de la emergencia). Sin embargo, en la variedad Fianna también se detectó a la bacteria, aunque se puede asumir que su concentración fue menor que en el clon 98-18-24 y la variedad Norteña en virtud a la menor resolución del fragmento amplificado (Figura 3-11). Por otra parte, se puede inferir que la variedad Norteña presenta mayor tolerancia al síndrome de PMP que el clon 98-18-24, ya que la resolución de amplificación fue mayor en este último genotipo (Figura 3-9). Es conveniente señalar que si los tubérculos no presentaron síntomas de manchado o pardeamiento interno, ni tampoco síntomas en el haz vascular, no se puede inferir que fue debido a características de tolerancia de estos genotipos, si no que tal vez fue debido a que la población de los vectores fue baja y además su control dejó de realizarse en los últimos días del ciclo del cultivo. Por lo tanto, la infección fue en la última etapa de desarrollo de los genotipos principalmente de aquellos de ciclo tardío, por consecuencia los síntomas no se expresaron en los tubérculos pero si en la parte aérea. Por otra parte, si bien es

cierto que no se observaron síntomas de infección de la bacteria en los tubérculos y se tuvieron brotes sanos (diferenciando con lo que señalado por Munyaneza *et al.*, 2012), eso no quiere decir que dicho material se deba utilizar como semilla ya que como señalan Pitman *et al.* (2011), la transmisión de *CaLso* de semilla tubérculo a planta es factible como pudo comprobar mediante el análisis por PCR, ya que la bacteria estuvo presente en al menos tres genotipos y se constituye como el inóculo inicial para un siguiente ciclo de cultivo, teniendo mayor impacto en la presencia y diseminación de la enfermedad que los propios vectores como lo mencionan Hernández *et al.* (2018), lo cual implica un alto riesgo de pérdida entre el 60 al 80 % del rendimiento y del 100 % de la producción para su uso en la industria.

4 CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, se puede establecer que todos los materiales de papa evaluados en mayor o menor grado presentan daño de pardeamiento y brotación anormal de tubérculo sobre todo cuando no se realiza el control químico del vector de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*. Sin embargo, se puede inferir que los materiales mexicanos, sobre todos aquellos de período intermedio o semitardío se constituyen como una opción viable para la producción sostenible de la papa. La ausencia de la bacteria causante de la PMP en tubérculos de papa, sobre todo de aquellos que se pretenden usar como semilla, se debe establecer por métodos moleculares como el PCR, pero a partir del ADN extraído de tubérculo y no por la apariencia de sus brotes.

LITERATURA CITADA

- Almeyda, L. I.H., Rocha, P. M.A., Piña, R. J. and Martínez, S. J.P. 2001. The use of polymerase chain reaction and molecular hybridization for detection of *Phytoplasma* sp. in different plant species in México. 2001. *Revista Mexicana de Fitopatología* 19: 1-9.
- Bertolini, E., Teresani, G.R., Loiseau, M., Tanaka, FAO, Barbé, S. and Martínez, C. 2015. Transmission of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' in carrot seeds. *Plant Pathology* 64: 276-285.
- Caicedo, D., Simbaña, L. L., Calderón, D. A., Lalangui, K. P., and Rivera V.L.I. 2020. First report of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" in Ecuador and in South America. *Australasian Plant Disease Notes* 15(1): 6.
- Cuesta, X., Peñaherrera, D., Velásquez, J., Racines, M. and Castillo, C. 2021. Guía de manejo de la punta morada de la papa. Segunda edición. Manual técnico No. 104. Quito (Ecuador). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 20 págs.
- Hansen, A.K., Trumble, J.T., Stouthamer, R., and Paine, T.D. 2008. New Huanglongbing (HLB) *Candidatus* species, "*C. Liberibacter psyllauros*", found to infect tomato and potato is vectored by the psyllid *Bactericerca cockerelli* (Sulc). *Applied and environmental microbiology* 74(18): 5862-5865.

Hernández, G.V., Salas, M.M.A., Frías T.G.A., Aguirre, U.L.A., Flores, O.A. and Almeyda, L.I.H. 2018. Importance of the Seed-tuber and the Overgrowth *Lycium berlandieri* (Dunal) for the Potato Purple Top/Zebra Chip Epidemic. *Rev. Bio-Cien.* 5(nesp), e442. doi: <https://doi.org/10.15741/revbio.05.nesp.e442>.

Liefting, L.W., Pérez-Egusquiza, Z.C. and Clover, G.R. 2008. A New '*Candidatus Liberibacter*' Species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. *Plant Disease* 92(10): 1474.

Munyanza, J.E., Crosslin, J.M. and Upton, J.E. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with "Zebra Chip," a New Potato Disease in Southwestern United States and Mexico. *Journal Economic Entomology* 100(3): 656-663.

Munyanza, J.E., Buchman, J.L., Upton, J.E., Goolsby, J.A., Crosslin, J.M., Bester, G., Miles, G.P. and Sengoda, V.G. 2008. Impact of Different Potato Psyllid Populations on Zebra Chip Disease Incidence, Severity, and Potato Yield. *Subtropical Plant Science* 60: 27-37.

Munyanza, J.E. 2012. Zebra Chip Disease of Potato: Biology, Epidemiology, and management. *American Journal Potato Research* 89: 329-350.

Pitman, A.R., Drayton, G.M., Kraberger, S.J., Gent, R.A. and Scott, A. 2011. Tuber transmission of *Candidatus Liberibacter solanacearum* and its association with zebra chip on potatoe in New Zealand. *European Journal of Plant Pathology* 129: 389.

Rubio, C.O.A., Cadena, H.M.A. and Almeyda, L.I.H. 2011a. A summary of research work on potato zebra chip in the central part of Mexico. Proceedings of the 11th annual zebra chip reporting session. San Antonio Tx. USA.

Rubio, C.O.A., Almeyda, L.I.H., Cadena, H.M.A., and Lobato, S.R. 2011b. Relación entre *Bactericera cockerelli* y la presencia de *Candidatus Liberibacter psyllaurosus* en lotes comerciales de papa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* 2(1): 17-28.

Rubio, C.O.A., Cadena, H.M.A. and Carrillo, G. 2013. Manejo integrado de la punta morada de la papa en el Estado de México. Folleto Técnico No. 2, diciembre, 2013. Metepec, Estado de México, México.

Secor, G.A., Rivera, V.V., Abad, J.A., Lee, M., Clover, G. R.G., Liefting, L.W., Li, X. and De Boer, S.H. 2009. Association of '*Candidatus Liberibacter solanacearum*' with Zebra Chip Disease of Potato Established by Graft and Psyllid Transmission, Electron Microscopy, and PCR. *Plant Disease* (93)6: 574-586.

SIAP. 2020. Panorama Agroalimentario. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Ciudad de México, México. 200 p. <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2020/11/Atlas-Agroalimentario-2020.pdf>.

Venkatesan, G.S., Munyanza, J.E., Crosslin, J.M., Buchman, J.L. and Pappu, H.R. 2010. Phenotypic and etiological differences between psyllid yellows and zebra chip disease of potato. *American Journal Potato Research* 87: 41-49.

SOBRE O ORGANIZADOR

Manuel Simões é licenciado em Engenharia Biológica e doutorado em Engenharia Química e Biológica. Atualmente é Professor Associado com Agregação e Pró-Diretor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), e investigador sénior do Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia (LEPABE) do Departamento de Engenharia Química da FEUP. Nos últimos anos esteve envolvido em 10 projetos nacionais (5 como investigador principal) e 6 projetos europeus. Foi membro do comité de gestão da ação COST BACFOODNET (Rede Europeia para Mitigação da Colonização e Persistência Bacteriana em Alimentos e Ambientes de Processamento de Alimentos) e esteve envolvido em outras 2 ações: iPROMEDAI e MUTALIG. Manuel Simões tem mais de 190 artigos publicados em revistas indexadas no Journal of Citation Reports, 4 livros (1 como autor e 3 como editor) e mais de 40 capítulos em livros. Ele é Editor Associado para o jornal Biofouling - The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research (o periódico mais antigo sobre pesquisa em biofilme), Editor Associado para o jornal Frontiers in Microbiology e Section Editor-in-Chief para o jornal Antibiotics. Seus principais interesses de pesquisa estão focados nos mecanismos de formação de biofilme e seu controlo com agentes antimicrobianos, particularmente usando novas moléculas antimicrobianas, e no uso de microalgas para tratamento de efluentes. É um dos investigadores mais citados do mundo (top 1%), tendo sido distinguido nos últimos dois anos no índice Essential Science Indicators, um dos mais prestigiados indicadores da qualidade de investigação.

Identificação SCOPUS: 55608338000; Nº orcid: 0000-0002-3355-4398

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aceite 1, 12, 38, 40, 44, 54, 62, 76, 80, 84, 96, 106, 133, 134, 135, 138, 139, 140, 141
Aceituna 134, 136, 138, 139, 140
Acné 84, 85, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95
Aguacate criollo 1, 2, 3, 4, 9, 10
Aleurona 38, 39, 40, 41, 42, 43
Anatomía *Tropaeolum tuberosum* 12
Antibióticos 88, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105
Aplicabilidade 96, 103, 105

B

Bactérias 78, 84, 88, 89, 92, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 105
Begonia 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82
Bioetanol 63, 64, 65, 68, 73, 74
Box-Behnken 62, 63, 66, 72, 75
Brotación 44, 45, 47, 48, 49, 50, 52

C

Caracterización morfológica y genética 1, 2
Celulasas 62, 63, 64, 65, 66, 69, 70, 72, 73, 74
Chile habanero 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149
Compostos-bioativos 96
Conservación 65, 107, 131, 132, 145
Cultivares 9, 10, 11, 54, 78

D

Daños 54, 56, 78
Deficitario 134, 135, 137, 138, 140
Dermatitis atópica 84, 85, 86, 87, 88, 93
Diferencias finitas 142, 145

E

Ecofisiología 12, 35, 36
Educação 96

Endospermo 38, 39, 40, 41, 42, 43

I

Inflamación 84, 85, 86, 87, 88, 91, 92, 93

Invernadero 64, 76, 79, 82, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149

M

Manglares 106, 107, 110, 118, 119, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132

Modelado 141, 142, 144, 145, 147, 148, 149

Monitoreo 106, 107, 108, 109, 112, 116, 120, 122, 126, 131, 132

Mortalidad 107, 109, 113, 114, 116, 118, 119, 122, 125, 126, 129

N

Nematodo del nudo de la raíz 77

O

Olivar 133, 134, 135, 139, 140

Optimización 62, 63, 65, 66, 70, 72

P

Papa 13, 32, 33, 35, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53

Pardeamiento 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52

Patrones perineales 76, 77, 80, 81

Pericarpio 38, 39, 40, 41, 42, 142

Piel 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 144, 145, 146, 147, 148

Psoriasis 84, 85, 90, 91, 92, 93

Punta morada 44, 45, 46, 52, 53

R

Regeneración 107, 114, 116, 119, 120, 122, 126, 129

Resistência 44, 57, 77, 89, 92, 96, 97, 98, 99, 103, 147, 148

Riego 3, 46, 108, 127, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140

S

Secado 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149

T

Trips 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61

Tropaeolum tuberosum 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 32, 33, 34, 36, 37

X

Xantonas 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

Z

Zea mays 39