

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Jonathas Araújo Lopes
(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

4

Atena
Editora
Ano 2022

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Jonathas Araújo Lopes
(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

4

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

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-Não-Derivativos 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 4

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Jonathas Araújo Lopes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

l62 Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 4 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Fernando Freitas Pinto Júnior, Jonathas Araújo Lopes. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0617-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.174221110>

1. Ciências agrícolas. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizador). II. Pinto Júnior, Fernando Freitas (Organizador). III. Lopes, Jonathas Araújo (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

A agronomia desde os tempos remotos atua como uma área de conhecimento que além de ampla, é necessária para o desenvolvimento econômico e social. Desse modo, a pesquisa e inovação nos segmentos que fazem parte do setor agrário são indispensáveis para promover um melhor desempenho no futuro.

Nos últimos anos, a inclusão da tecnologia tem impulsionado a grade de estudo no campo das ciências agrárias. Tal avanço, evidentemente, permitiu que novas técnicas e melhorias chegassem até produtores, de forma a garantir um novo cenário, a fim de aliar produtividade e rendimento econômico.

As ciências agrárias, em sua totalidade, agrupam um conjunto de conhecimentos que permitem uma melhor utilização dos recursos naturais. Assim, este livro intitulado “ORGANIZACIÓN, INVESTIGACIÓN, TECNOLOGÍA Y INNOVACIÓN EM CIENCIAS AGRÍCOLAS 4” tem como finalidade abranger uma série de estudos focados em apresentar métodos e tecnologias para impulsionar os processos agrícolas já existentes, desde técnicas no campo e laboratório.

Os temas aqui abordados refletem estudos de artigos científicos e revisões bibliográficas, de maneira a reunir informações precisas e fundamentais para uma estratégia de aproveitamento dos recursos naturais. Nesse sentido, ao longo da obra são apresentados 10 trabalhos que objetivam imergir o (a) leitor (a) dentro de um panorama agrônomo.

Espera-se que este estudo permita ao presente leitor (a) a possibilidade de conhecer novos mecanismos de pesquisa para fins agropecuários, além de agregar mais conhecimento e um novo olhar sobre a importância da tecnologia no meio agrário.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Fernando Freitas Pinto Júnior

Jonathas Araújo Lopes

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA OBTENIDAS POR VIA BIOLÓGICA CONTRA HONGOS FITOPATÓGENOS

Gabriela Lucero Cuatra-Xicalhua

Diana Alexandra Calvo Olvera


Norma Gabriela Rojas-Avelizapa

Paul Edgardo Regalado-Infante

Daniel Tapia Maruri

Ricardo Serna Lagunes

Luz Irene Rojas-Avelizapa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1742211101>

CAPÍTULO 2..... 11

AVALIAÇÃO VISUAL DA QUALIDADE ESTRUTURAL DO SOLO EM PROPRIEDADE AGRÍCOLA FAMILIAR NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Douglas Silva dos Santos

Antonia Kilma de Melo Lima

Nazareno de Jesus Gomes de Lima

Ana Lorrynny Ramos Lima

Fernanda Gisele Santos de Quadros


Wilton Barreto Morais

Liliane pereira da Silva

Raimunda Tainara Lino Ribeiro

Luan Daniel Silva Ferreira

Luana Costa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1742211102>

CAPÍTULO 3..... 25


CARACTERIZACIÓN Y RENDIMIENTO DE DOS MAÍCES CRIOLLOS POZOLEROS DE LOS ESTADOS DE GUANAJUATO Y MICHOACÁN EN EL MUNICIPIO DE ZUMPANGO, ESTADO DE MÉXICO

José Luis Gutiérrez Liñán

Carmen Aurora Niembro Gaona

Alfredo Medina García

María Candelaria Mónica Niembro Gaona

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1742211103>

CAPÍTULO 4..... 36

EFFECTO DEL PRE-TRATAMIENTO Y TEMPERATURA EN LA CINÉTICA DE SECADO Y VARIACIÓN DE COLOR EN EL AGUAYMANTO DEL ECOTIPO ALARGADO SELECCIÓN CANAÁN

Marianela Díaz Lloclla

Fredy Taipe Pardo


María del Carmen Delgado Laime

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1742211104>

CAPÍTULO 5..... 52

ESTIMULACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TRIGO POR EXPOSICIÓN A CAMPOS MAGNÉTICOS ESTACIONARIOS


Edwin Huayhua Huamani
Juan Manuel Tito Humpiri
José Luis Pineda Tapia
Julio Cesar Laura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1742211105>

CAPÍTULO 6..... 58

FACTORES NO GENÉTICOS QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS CARORA


Marcano J.M.
Chirinos Z.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1742211106>

CAPÍTULO 7..... 74

***Klebsiella variicola*, *Klebsiella pneumoniae*, Y *Klebsiella quasipneumoniae* PROMUEVEN *IN VITRO* EL CRECIMIENTO RADICULAR DE *Solanum lycopersicum* L**


Gutiérrez Morales Iris Guadalupe
Garza-Ramos Martínez Jesús Ulises
Nava Faustino Getsemaní
Ramírez Peralta Arturo
Forero Forero Angela Victoria
Romero Ramírez Yanet
Toribio Jiménez Jeiry

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1742211107>

CAPÍTULO 8..... 79

PRODUCERS OF QUINUA IN LAKE TITICACA. CASE: CAMPESINA DE CARABUCO COMMUNITY SEEN FROM THE GENDER APPROACH

Yudy Huacani Sucasaca


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1742211108>

CAPÍTULO 9..... 92

THIAMINE AND SOIL AMENDMENTS ON *Urochloa brizantha* PRODUCTION

Eduardo Pradi Vendrusculo
Cleicimar Gomes Costa
Eder Luiz Menezes da Silva
Harianny Severino Barbosa
Thales Silva Ferreira
Vitória Carolina Dantas Alves
Gabriela Rodrigues Sant' Ana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1742211109>

CAPÍTULO 10.....	102
TOTAL REPLACEMENT OF FISHMEAL BY SOYBEAN, RAPESEED AND LUPINE MEALS IN CHILEAN SOUTHERN RIVER CRAYFISH JUVENILES, <i>Samastacus spinifrons</i> Italo Salgado-Leu Andrés Salgado-Ismodes  https://doi.org/10.22533/at.ed.17422111010	
SOBRE OS ORGANIZADORES	118
ÍNDICE REMISSIVO.....	119

CAPÍTULO 1

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA OBTENIDAS POR VIA BIOLÓGICA CONTRA HONGOS FITOPATÓGENOS

Data de aceite: 03/10/2022

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>

Diana Alexandra Calvo Olvera

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. Instituto Politécnico Nacional. Querétaro, México
<https://orcid.org/0000-0003-4481-0729>

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>

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>

Daniel Tapia Maruri

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

Ricardo Serna Lagunes

Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana Amatlán de los Reyes, Veracruz, México
<https://orcid.org/0000-0003-1265-9614>

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: El objetivo principal de la presente investigación fue evaluar la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de plata (AgNP) sintetizadas por *Paecilomyces sp* sobre 22 aislados fúngicos que fueron obtenidos de diferentes frutos con síntomas de enfermedad, éstos fueron aislados, purificados e identificados utilizando diferentes claves taxonómicas y atlas ilustrados. La síntesis de las AgNP se realizó cultivando al hongo en un medio con peptona, extracto de levadura y caldo dextrosa y papa durante 48 h. La síntesis de las nanopartículas fue evidenciada por espectrofotometría UV-visible (320 a 460 nm). La actividad antimicrobiana de las AgNP se evaluó *in vitro* contra los siguientes géneros de hongos: *Alternaria*, *Fusarium*, *Colletotrichum* y *Epicocum*. La solución madre de AgNP contenía 1500 ppm y los bioensayos se realizaron diluyéndola 3, 5 y 10 veces, de tal forma que las concentraciones utilizadas fueron de 500, 300 y 150 ppm. El porcentaje de inhibición del crecimiento micelial obtenido fue del 60 y 80% utilizando la relación más alta (1:3, 500 ppm) a las 72 horas, frente a las dos relaciones utilizadas primero (1:5 y 1:10), que no favorecieron la inhibición del crecimiento micelial.

PALABRAS CLAVE: Bioensayos, actividad antimicrobiana, nanopartículas de AgNP.

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF BIOLOGICALLY OBTAINED SILVER NANOPARTICLES AGAINST PHYTOPATHOGENIC FUNGI

ABSTRACT: The main objective of this research was to test the antimicrobial activity of silver nanoparticles (AgNP) synthesized by *Paecilomyces sp* on 22 fungal isolates obtained from different fruits with disease symptoms, which were isolated, purified and identified. using different taxonomic keys and some illustrated atlases. The synthesis of the nanoparticles was carried out by growing the fungus in a formulated medium based on peptone, yeast extract and potato dextrose broth, and incubating it for 48 hours. The production of the nanoparticles was evaluated by UV-visible spectrophotometry (320 to 460 nm). The antimicrobial activity of the AgNP was evaluated *in vitro* against fungi isolated from different samples, which included the genera: *Alternaria*, *Fusarium*, *Colletotrichum* and *Epicocum*. The AgNP stock solution contained 1500 ppm and the bioassays were made by diluting it 3, 5 and 10 times, in such a way that the concentrations used were 500, 300 and 150 ppm. The percentage of mycelial growth inhibition obtained was 60 and 80% using the highest ratio (1:3, 500 ppm) at 72 hours, compared to the two ratios used first (1:5 and 1:10), which did not favor the inhibition of mycelial growth.

KEYWORDS: Bioassays, antimicrobial activity, AgNP nanoparticles.

1 | INTRODUCCIÓN

En la agricultura los agentes que provocan graves pérdidas en la producción de los cultivos son las plagas y enfermedades causados por microorganismos que afectan a la planta durante su desarrollo y al fruto durante la postcosecha. Del total de los frutos y vegetales cosechados en el mundo, entre el 20-25% sufren deterioro debido a la invasión de patógenos durante el manejo postcosecha (Sharma *et al*, 2009). Estos microorganismos producen micotoxinas, que pueden llegar a ser perjudiciales, aun cuando se encuentren en concentraciones muy bajas, poniendo en entredicho su inocuidad. Así, un 25% de las cosechas de alimentos a nivel mundial están contaminadas con algún tipo de micotoxinas, lo cual representa un fuerte riesgo para la salud de la población de países importadores de alimentos que no controlan estos contaminantes. Al respecto, varios hongos han sido caracterizados como causantes del deterioro patológico siendo los géneros más comunes *Alternaria*, *Botrytis*, *Diplodia*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Fusarium*, *Rhizopus* y *Mucor* (Fhia, 2007), los cuales afectan el aspecto físico, valor nutricional, características organolépticas y dificulta la conservación, provocando además alergias e intoxicaciones en los consumidores.

2 | ANTECEDENTES

2.1 Control de enfermedades de las plantas

Los métodos de control varían considerablemente de una enfermedad a otra, dependen del patógeno, del hospedante y de la interacción que se establece entre

ambas. Los distintos métodos de control pueden clasificarse como reguladores, culturales, biológicos, físicos y químicos. En 1878, en Europa fue introducida una enfermedad conocida como mildiu vellosa de la vid, Millardet en 1885, llegó a la conclusión de que una mezcla de sulfato de cobre y cal hidratada podía controlar al mildiu; a esa mezcla se le denominó “caldo bórdeles”, posteriormente se comprobó que este tenía un éxito notable en el control de los mildiús vellosos y otras enfermedades del follaje de las plantas. Los métodos de control físico y químicos ayudan a proteger a las plantas contra el inóculo del patógeno y curar una infección que ya está en desarrollo (Agrios 2005). En 1934, se descubrió el primer fungicida de ditiocarbamatos (tuíram), el cual llevó al desarrollo de una serie de fungicidas eficaces y ampliamente utilizados, como el ferbam, zineb y maneb. En 1963, se descubrieron nuevas razas de patógenos resistentes a varios fungicidas.

2.2 Importancia de la nanotecnología y uso de las AgNP como agente bactericida

La aplicación de la nanotecnología en la agricultura es una alternativa más afable con el medio ambiente, sobre todo para el control de insectos y plagas, que los métodos con agroquímicos sintéticos que tantos problemas medioambientales han generado. Normalmente, para el control de enfermedades, se recurre al uso de fungicidas o agroquímicos sintéticos (AQS), los cuales ocasionan un severo impacto en los humanos y al ecosistema (Lira-Saldivar *et al.*, 2008). Por ello, se requieren nuevos productos orgánicos y biológicos, u otras innovaciones tecnológicas que sean inocuas, de bajo impacto ambiental y que no permitan el desarrollo de resistencia por los patógenos. En este contexto, las AgNP son agregados de átomos de plata (Ag^0) con medidas de 1 a 100 nm de diámetro. Los agregados de átomos de plata presentes en una AgNP crecen adoptando diversos tamaños y formas (esférica, triangular, plana y tubular) dependiendo de las condiciones de síntesis (Sandoval-Cárdenas 2013). La característica principal de las AgNP es que son eficientes absorbiendo y dispersando la luz, debido a la resonancia localizada del plasmón de superficie (LSPR por sus siglas en inglés). Para la síntesis de nanopartículas de plata existen métodos químicos, físicos y biológicos, siendo los más comunes los químicos. La síntesis biológica ha surgido como una nueva opción, acorde con la necesidad de utilizar métodos de síntesis más amigables con el medio ambiente. Dicha biosíntesis involucra el empleo de microorganismos (bacterias, levaduras y hongos) o de extractos de plantas para lograr la reducción de varios tipos de iones metálicos (Sastry *et al.*, 2003). Uno de los métodos biológicos que está adquiriendo relevancia, es la producción de las nanopartículas de plata sintetizadas por hongos. Se plantea que el efecto biocida de los iones plata interaccionan fuertemente con los grupos tiol de enzimas vitales, provocando su inactivación. Se ha reportado que los iones de plata provocan cambios estructurales irreversibles en la membrana celular de las bacterias, afectando drásticamente sus funciones como permeabilidad y respiración (Morones *et al.* 2005). Aunque se ha planteado

que las nanopartículas de plata pueden actuar de una manera similar a la plata iónica, hay indicios de que el efecto biocida que producen cada uno de ellos es distinto. De acuerdo con Morones et al. (2005), los iones de plata producen una región de baja densidad en el centro de la bacteria. Este efecto se debe a que el microorganismo agrupa y protege su ADN como mecanismo de defensa contra compuestos tóxicos. Se ha reportado que entre más pequeña es la partícula, mayor es la superficie de contacto, y por lo tanto mayor es el poder bactericida. Morones et al en 2005 encontró que las partículas de 1-10 nm presentan una mayor interacción con la membrana celular bacteriana, también observaron que las nanopartículas de plata de forma triangular tienen un mayor efecto bactericida en comparación con aquellas de formas esférica y cilíndrica. Lo anterior puede encontrar explicación en el hecho de que las nanopartículas triangulares presentan planos cristalinos preferentemente y se ha demostrado que en este tipo de planos existe una mayor densidad atómica, lo que favorece la reactividad (Aguilar-Méndez, M. 2007). De acuerdo con Sondi y Salopek-Sondi (2004), la inhibición bacteriana depende también de la concentración de nanopartículas de plata y de la cantidad de microorganismos presentes.

El efecto de nanopartículas de plata sobre hongos ha sido poco estudiado. Kim *et al.* 2009, observó que las nanopartículas de plata pueden retrasar el crecimiento del hongo *Raffaelea sp.*, además de que la velocidad de crecimiento se reduce al aumentar la concentración de las nanopartículas.

La síntesis de las nanopartículas por vía biológica representa una nueva opción ya que involucra el empleo de microorganismos para lograr la reducción de los iones metálicos por vía enzimática, ya sea intra o extracelularmente. Con base en estos antecedentes, el presente trabajo tuvo como objetivo fundamental a) aislar hongos fitopatógenos de muestras de frutos y verduras con síntomas de enfermedad, b) identificar morfológicamente a los hongos aislados de las diferentes muestras, c) sintetizar las nanopartículas (AgNP) utilizando un aislado fúngico; y d) evaluar *in vitro* la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de plata obtenidas, contra los hongos fitopatógenos aislados de las diferentes muestras.

3 | MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Aislamiento de hongos fitopatógenos

Las muestras de frutos enfermos fueron colectadas en el mercado Revolución ubicado en el municipio de Córdoba, Veracruz, los frutos presentaban síntomas de enfermedad como: antracnosis, necrosis, atizonamientos, puntos necróticos rodeados de halo clorótico, etc. El aislamiento e identificación de los hongos fitopatógenos se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología Microbiana Louis Pasteur de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y la síntesis de nanopartículas, así como los bioensayos, se realizaron en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del

IPN unidad Querétaro. El aislamiento, purificación e identificación de los hongos se realizó en placas con papa dextrosa agar, para su preparación se pesaron 39 g se colocó en 1L de agua destilada posteriormente se esterilizó a 120°C y 15 lb de presión, durante 15 min, el medio estéril se vació en cajas Petri en una campana de flujo laminar marca ArqStyle modelo CFL-90. El proceso de aislamiento se realizó cortando fragmentos de 0.5 a 1 cm del material biológico infectado, dichos fragmentos se desinfectaron por inmersión en hipoclorito de sodio al 4 % durante un minuto, subsiguientemente se realizaron de 3 a 6 lavados con agua destilada estéril para eliminar restos de hipoclorito. Las muestras se sembraron en condiciones de esterilidad, colocando 3 fragmentos desinfectados en las cajas con PDA, y se incubaron a 28°C durante 3 días. Una vez aislados y purificados, los hongos se sembraron en tubos con PDA inclinado para su conservación en refrigeración a 4°C.

La identificación se realizó mediante la observación de las características macroscópicas de la colonia, así como la observación de las características microscópicas dentro de las que destacan tipo de micelio (tamaño, presencia o ausencia de septos y producción de pigmentos) observación de estructuras reproductivas asexual/ sexual (conidios, picnidios, ascas, ascocarpos, ascosporas). para la observación de las estructuras se realizaron preparaciones con KOH al 3% y azul de algodón lactofenol posteriormente la observación en microscopio Labomed acoplado a un programas-Viewer, el cual fue calibrado utilizando la reglilla y el ocular con los objetivos 40x y 100x. el proceso de identificación de los hongos se realizó utilizando diferentes claves y atlas ilustrados (Watanabe, 2002, Barnett and Hunter, 1998). Las descripciones se hicieron en el siguiente orden, morfología colonial: tamaño, forma, elevación, aspecto, superficie, zonaciones, color, margen, textura, morfología microscópica; Micelio: tipo de micelio, diámetro de las hifas, pared, septos, frecuencia de septos. Conidomas Tipo, forma, tamaño, color, Conidios: tipo, dimensiones, forma, color, pared, septos, ornamentación entre otros.

3.2 Síntesis de las nanopartículas de plata

La producción de la biomasa de *Paecilomyces* se realizó en medio PDA (Agar papa dextrosa) 39 g/L, el cual se esterilizó en autoclave y posteriormente se vació en botellas planas, se dejó a prueba de esterilidad durante 24 h y posteriormente se inocularon las esporas del hongo mediante la técnica de césped, se incubó durante siete días en una estufa de cultivo a 25 °C, transcurrido el periodo de incubación se recolectaron esporas con agua estéril y se realizó un ajuste de inculo (3.48×10^5 conidios/ml; las esporas de *Paecilomyces sp* se inocularon en el medio de cultivo YPG (extracto de levadura, peptona, glucosa) y se incubó durante 5 días para la producción de biomasa; siguiendo la metodología de Sandoval-Cárdenas (2017), se adicionaron 2 gramos de micelio en un matraz con agua y se incubaron durante 3 días a 30°C, 150 rpm para obtener el filtrado extracelular. Para la síntesis de AgNP, se preparó una solución de AgNO₃ 30 mM, posteriormente se adicionó 1

ml de la solución de AgNO₃ en 29 ml del filtrado extracelular y se colocó en una incubadora con agitación marca Scientific durante 42 horas a 45 °C; la síntesis de AgNP se evidenció mediante el cambio de coloración de transparente a café oscuro (420 nm) en relación a los controles utilizados que fueron: 1) Filtrado 29 ml-Agua 1 ml, 2) Filtrado 29 ml-AgNO₃ 1 ml, los cuales no cambiaron su coloración, finalmente se obtuvieron 450 ml de solución de nanopartículas de plata (AgNP) por síntesis biológica.

3.3 Evaluación *in vitro* de las nanopartículas de plata contra los hongos fitopatógenos

Los bioensayos para determinar la actividad antimicrobiana de las nanopartículas de plata se realizaron *in vitro*, se prepararon placas con medio de cultivo PDA (Agar papa dextrosa) adicionando con AgNP en distintas relaciones con un volumen final de 10 ml 1) 9 ml de PDA + 1 ml de la solución madre de AgNP 2) 6.7 ml de PDA y 3.3 ml de solución de AgNP, 3) 8 ml de PDA y 2 ml de solución AgNP, el testigo fue el medio PDA, a partir del cual se cortó con ayuda de un sacabocados un disco de .5 mm de micelio, el cual tenía ocho días de cultivo y se colocó en el centro de la caja Petri de los distintos tratamientos. Posteriormente se realizaron mediciones del crecimiento del hongo cada 24 horas hasta que el testigo alcanzó los bordes de la placa y se dio por finalizado el experimento. El porcentaje de inhibición micelial se determinó mediante el método de Abbott (1925) utilizando la siguiente fórmula:

$$PI = 100 - (Cr * 100) \% Rp$$

PI: inhibición porcentual del crecimiento micelial del hongo (%)

Cr: crecimiento micelial radial del hongo (mm)

Rp: radio de la placa (mm).

4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Aislamiento e identificación de los hongos fitopatógenos

De los 19 frutos infectados, se obtuvieron 22 aislados fúngicos, mismos que fueron codificados. En la tabla 1 se lista la codificación y la identificación de los aislados fúngicos a nivel de género. Los resultados coinciden con lo reportado por la Fundación Hondureña de investigación agrícola (Fhia, 2007) en la cual describen a los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Diplodia*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Fusarium* como causantes del deterioro patológico de frutas y verduras.

CÓDIGO	GÉNERO	CÓDIGO	GÉNERO
G1	No identificado	G12	No identificado
G2	<i>Alternaria sp.</i>	G13	<i>Colletotrichum sp.</i>
G3	<i>Epicoccum</i>	G14	<i>Fusarium</i>
G4	<i>Alternaria sp.</i>	G15	<i>Fusarium</i>
G5	<i>Alternaria sp.</i>	G16	<i>Fusarium</i>
G6	<i>Fusarium</i>	G17	<i>Fusarium</i>
G7	<i>Fusarium</i>	G18	<i>Fusarium</i>
G23	<i>Fusarium</i>	G19	<i>Fusarium</i>
G8	<i>Alternaria sp.</i>	G20	<i>Fusarium</i>
G9	No identificado	G21	No identificado
G10	<i>Fusarium</i>	G22	<i>Colletotrichum sp.</i>

Tabla 1. Hongos aislados e identificados provenientes de diferentes frutos con su código correspondiente.

Los géneros más representativos en el muestreo fueron: *Alternaria* y *Fusarium*, lo cual coincide con lo reportado por (Carrillo *et al.*,2003), quién menciona que los hongos presentes en las plantas de cosecha, también llamados “Hongos del campo”, incluyen especies de los géneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium* y *Verticillium*, siendo *Alternaria* el segundo moho cuyas esporas se encuentran suspendidas en el ambiente. El género *Fusarium* se encuentra en los vegetales antes de la cosecha y persiste en los productos almacenados; *Epicoccum* es un moho saprófito cosmopolita generalizado y con frecuencia se asocia con plantas senescentes y material vegetal en descomposición, y se ha aislado a partir de madera, papel, textiles y una variedad de alimentos.

4.2 Síntesis de las Nanopartículas de plata (AgNP)

La síntesis de AgNP realizada siguiendo la técnica de Sandoval-Cárdenas (2017) dio como resultado 450 ml de nanopartículas de plata (AgNP) obtenidas por síntesis biológica. Dicha síntesis fue corroborada mediante la evaluación de su absorbancia a 420 nm en un espectrofotómetro UV-Vis, como se muestra en el siguiente grafico (Figura 1).

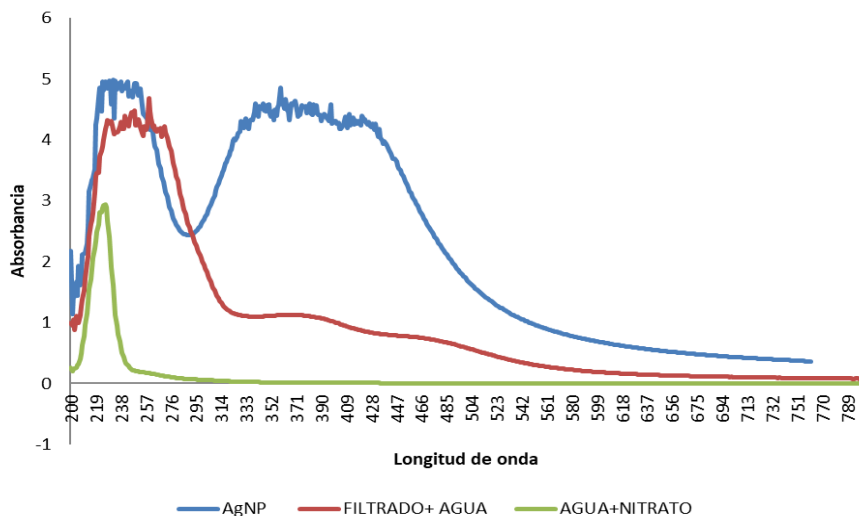


Figura 1: Evaluación en UV-vis de las nanopartículas de plata con los controles para la obtención de AgNP a 420 nm

Para la evaluación de la producción de las nanopartículas, se realizó la lectura en un espectro de absorción en un intervalo de 200 a 750 nm comparando con el espectro reportado con Sandoval Cárdenas en 2013. (Figura 2).

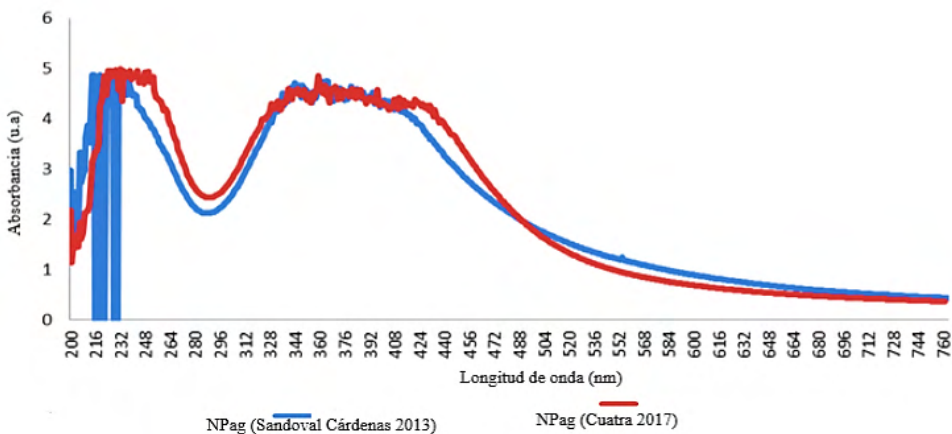


Figura 2. Espectro de absorción de las nanopartículas de plata obtenidas en la presente investigación y las obtenidas por Sandoval-Cárdenas en 2013.

Los resultados de la evaluación *in vitro* indican que con las nanopartículas de planta en el tratamiento tres (AgNP 1:10) se obtiene entre un 60 y 85% de la inhibición micelial, en comparación con los otros dos tratamientos, (Figura 2). El género *Alternaria* es susceptible a las AgNP, presentando una mayor inhibición del micelio, además de que observación al microscopio muestran una fragmentación en las esporas y el conidióforo del género

Alternaria. El género *Fusarium* presenta entre un 60 y 80 % de inhibición micelial, lo cual se observó que dependía del origen del aislado fúngico, además fue posible observar daño en sus estructuras de reproducción, formándose macroconidios en los cuales la punta de la célula apical no se observaba definida, ni tampoco se observó presencia de fiálides en las muestras tratadas con AgNP. En el caso del testigo, si se encuentran las estructuras bien definidas. En la gráfica no se observa el género *Epicoccum* ya que este hongo no fue afectado por las AgNP, al contrario, se observó un mayor crecimiento del micelio en relación con el testigo. En el caso del género *Colletotrichum*, se observó una inhibición del 100 % del micelio, en la relación 1:5 de AgNP. A concentración menor, no se ve afectado al hongo ni se observó daño en las estructuras del micelio ni de las esporas.

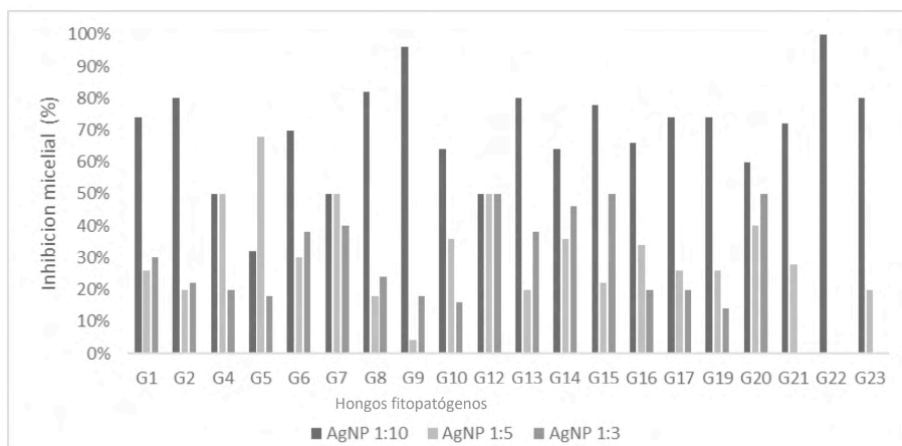


Figura 3. Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial con diferentes relaciones de AgNP.

5 | CONCLUSIONES

1. Se aislaron un total de 22 hongos fitopatógenos; de los cuales sólo 18 fueron identificados y corresponden a los géneros *Alternaria*, *Fusarium*, *Epicoccum* y *Colletotrichum*.
2. El efecto de las AgNP se da en la relación 1:3 (500 ppm), mostró una eficacia del 60 al 86% dependiente del hongo, en *Colletotrichum* tiene un efecto fungistático y en *Alternaria* tiene un efecto fungicida observándose un deterioro evidente de las estructuras fúngicas.
3. En el caso particular de los géneros *Alternaria* y *Fusarium*, la reducción del crecimiento micelial oscila entre un 60 - 80% y 50-70% respectivamente.
4. El género *Epicoccum* no mostró reducción de crecimiento en ninguna de las concentraciones de AgNP, por el contrario, se vio favorecido por los tratamientos.

REFERENCIAS

- Agrios, G.N. (2005). **Plant pathology. Quinta edition.** Academic press, Nueva York. 803 p.
- Aguilar Mendez, M. (2009). **Caracterización de nanopartículas de plata sobre *Collerotrichum gloesporioides*.** Tesis de Doctorado. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA Mexico DF) IPN.
- Barnett, H. L., Hunter B. B. (1998). **Illustrated Genera of Imperfect Fungi.** American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota. USA. 218 p.
- Basavaraja, S., S.D. Balaji, Lagashetty, A., Rajasab, A.H., Venkataraman, A. (2008). **Biosíntesis Extracelular de nanopartículas de plata usando el hongo *Fusarium semitectum*.** Materials Research Bulletin, 43: 1164 - 1170 [Http://dx.doi.org/10.1016/j.materresbull.2007.06.020](http://dx.doi.org/10.1016/j.materresbull.2007.06.020).
- Carrillo, L. (2003). **Los Hongos de los Alimentos y Forrajes,** Universidad Nacional de Salta, Argentina.
- Fhia, H. (2007). **Deterioro postcosecha de las frutas y hortalizas frescas por hongos y bacterias.** 4:2-5. <http://fhia.org.hn/downloads/fhiainfdic2007.pdf>. accesada 15/12/15.
- Kim, S. (2009). **An *in vitro* study of the antifungal effect of silver nanoparticles on oak wilt pathogen *Raffaelea sp.*** Journal of Microbiology and Biotechnology. 5: 1-5.
- Lira-Saldívar, R.H. (2003). **Evaluation of resin content and the antifungal effect of *Larreatridentata* (Seese and Moc. Ex. DC) Coville extracts from two Mexican deserts against *Phytium sp.* Pringsh.** Revista Mexicana de Fitopatología. 21: 115-119.
- Morones, J.R. (2005). **The bactericidal effect of silver nanoparticles,** Nanotechnology. 16: 2346-2353
- Sandoval Cárdenas, E. (2012). **Uso de hongos microscópicos aislados de muestras ambientales para la producción de nanopartículas de plata.** Tesis de Maestría en Tecnología Avanzada, CICATA (Querétaro) IPN.
- Sastry, M., A. Ahmad, M.I. Khan, Kumar, R. (2003). **Biosynthesis of metal nanoparticles using fungi and actinomycete.** Current Science, 85 (2), 162-170.
- Sondi, S., B. Salopek-Sondi. (2004). **Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E. coli* as a model for Gram-negative bacteria.** Journal of Colloid and Interface Science, 27(5): 177-182.
- Watanabe, T. (2002). **Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species.** CRC Press. Boca Raton, Fla., USA.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Actividad antimicrobiana 1, 4, 6

Agricultura familiar 11, 12, 16, 23

Agroforesta 11

B

Bioensayos 1, 4, 6

C

Campo magnético 52, 53, 55, 56

Carabuco 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91

Cinética de secado 36, 38, 39, 40, 41, 43, 50

Color y metabisulfito de sodio 36

Crecimiento radicular 74, 75, 76, 77, 78

Criollo Carora 58

Criollos 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35

D

Desarrollo 1, 2, 3, 29, 45, 59, 71, 72, 74, 76, 78, 80

Doble propósito 58, 59, 64, 66, 68, 70, 72, 73

E

Estrutura do solo 11, 12, 13, 15, 17

F

Fishmeal 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115

Forage production 92

G

Género 6, 7, 8, 9, 74, 78, 79, 80

Germinación 52, 53, 54, 55, 56, 75, 76, 78

Guanajuato 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35

H

Hongos fitopatógenos 1, 4, 6, 9

I

In vitro 1, 2, 4, 6, 8, 10, 74, 75, 77, 78

J

Jitomate y pelos radicales 74

L

Livestock 72, 80, 81, 88, 92, 93

Lupin 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117

M

Maíces 25, 26, 27, 31, 32, 34, 35

Michoacán 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35

N

Nanopartículas de AgNP 1

P

Plant protection 92

Pre-tratamiento 36, 38, 39, 43, 48, 49, 50

Producción 2, 3, 5, 8, 10, 26, 27, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 80, 112, 114

Producción de leche 58, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73

Q

Quinoa 79, 80, 91

R

Raps 102

Rendimiento 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35

Replacement 102, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

Reproducción 9, 53, 58, 72, 73

Rizobacterias 74

S

Semillas 52, 53, 54, 55, 56, 74, 75, 76, 78

Soil 10, 13, 21, 22, 23, 24, 82, 84, 85, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Soybean 102, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117

S. spinifrons 102, 105, 107, 108, 110, 111, 117

T

Temperatura 23, 26, 27, 36, 38, 39, 42, 43, 48, 49, 50, 53, 54, 60, 75, 76

Trigo 34, 52, 53, 54, 55, 56, 80

Tropical grasses 92, 94

V

Vitamin B1 92, 94, 95

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



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

4

Atena
Editora
Año 2022

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



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

4

Atena
Editora
Ano 2022