

# Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços  
e Possibilidades

Manuel Simões  
(organizador)

VOL II

 EDITORA  
ARTEMIS  
2023

# Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços  
e Possibilidades

Manuel Simões  
(organizador)

VOL II

 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.

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

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 Pointer 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 Díaz, *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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Odara Horta Boscolo, *Universidade Federal Fluminense*, Brasil  
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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. II / 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 978-65-87396-83-5

DOI 10.37572/EdArt\_310523835

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

CDD 574

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



## PREFÁCIO

A investigação científica e o desenvolvimento tecnológico têm permitido criar soluções para os mais diversos problemas sociais. Contudo, os avanços científicos e tecnológicos não se podem distanciar das abordagens de disseminação relevantes, que permitam que o conhecimento seja disponibilizado de forma criteriosa e compreensível à comunidade académica, às empresas/indústria e ao público em geral.

O segundo volume da edição “Estudos em Biociências e Biotecnologia” é composto por 12 capítulos que descrevem avanços significativos das ciências e tecnologias biológicas aplicadas a diversas áreas de investigação, complementando os trabalhos publicados no primeiro volume. Em particular, este volume, reúne capítulos relacionados com as ciências biológicas nas seguintes áreas/tópicos: biomédica (capítulos 1 e 2); biologia funcional e biotecnologia de plantas (capítulos 3 a 6); produção e proteção de alimentos (capítulos 7 a 9); ambiente e biorrecursos (capítulos 10 a 12).

O leitor deste volume beneficiará de um conjunto de informação inovadora que, além de ser um excelente contributo científico, contribuiu para dar resposta a diversos objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas.

Manuel Simões

## SUMÁRIO

### MEDICINA

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

AISLAMIENTO, CULTIVO Y CARACTERIZACIÓN DE CÉLULAS ESTROMALES MESENQUIMALES DE PULPA DENTAL PROVENIENTES DE POBLACIÓN MEXICANA: PERSPECTIVAS EN EL DESARROLLO DE TERAPIA CELULAR

Flor Yohana Flores Hernández  
Héctor Miguel Ramírez Bedoy  
Laura Susana Villa García Torres  
Gleira Lisseth González Pelayo  
Luz Patricia Escobar Santibáñez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3105238351](https://doi.org/10.37572/EdArt_3105238351)

#### **CAPÍTULO 2..... 14**

ALTERACIÓN EN VIABILIDAD CELULAR, DAÑO EN ADN Y CAMBIOS EN LA EXPRESIÓN DE HSP70 EN LEUCOCITOS HUMANOS EXPUESTOS A RADIACIÓN UVA Y CALOR

David Alejandro García López  
Rosa Gabriela Reveles Hernández  
Rosa María Ramírez Santoyo  
Luz Elena Vidales Rodríguez  
María Argelia López Luna  
Sergio Hugo Sánchez Rodríguez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3105238352](https://doi.org/10.37572/EdArt_3105238352)

### BIOLOGIA FUNCIONAL E BIOTECNOLOGIA DE PLANTAS

#### **CAPÍTULO 3..... 26**

IDENTIFICACIÓN DE HÍBRIDOS DE *Citrus aurantifolia* X *Citrus limon* UTILIZANDO MARCADORES DE SECUENCIAS SIMPLES REPETIDAS (SSR)

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán  
Mario Orozco Santos  
Claudia Yared Michel López  
Paola Andrea Palmeros Suárez  
Mayra Guadalupe Mena Enriquez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3105238353](https://doi.org/10.37572/EdArt_3105238353)

**CAPÍTULO 4..... 40**

DINÁMICA DE CALIDAD, CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE NOGAL PECANERA  
(*CARYA ILLINOINENSIS* KOCH)

Joe Luis Arias-Moscoso  
Francisco Cadena-Cadena  
Felipe Reynaga Franco  
Alejandro García Ramírez  
Gilberto Rodríguez Pérez  
Dulce Alondra Cuevas-Acuña  
José Eliseo Ortiz Enríquez  
Jesús Arnulfo Márquez Cervantes

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3105238354](https://doi.org/10.37572/EdArt_3105238354)

**CAPÍTULO 5..... 45**

GERMINACIÓN *in vitro* DE TRES ESPECIES DE ORQUÍDEAS ENDÉMICAS DE LA  
REGIÓN SUROCCIDENTAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

María Guadalupe Mendoza García  
Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán  
Susana de la Torre Zavala  
Esmeralda Judith Cruz Gutiérrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3105238355](https://doi.org/10.37572/EdArt_3105238355)

**CAPÍTULO 6..... 63**

ANÁLISIS DE LA PROPORCIÓN DE SEXOS DE *DIAPHORINA CITRI* KUWAYAMA EN  
EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Araceli Flores Aguilar  
Benito Hernández Castellanos  
Julio César Castañeda Ortega  
Diana Pérez Staples  
Lourdes Cocotle Romero

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3105238356](https://doi.org/10.37572/EdArt_3105238356)

**PRODUÇÃO E PROTEÇÃO ALIMENTAR**


**CAPÍTULO 7..... 69**

EL POLVO DE DIATOMEAS ES UNA OPCION SUSTENTABLE PARA PROTECCIÓN DE  
MAIZ ALMACENADO

José Guadalupe Loya Ramírez



Félix Alfredo Beltrán Morales  
Sergio Zamora Salgado  
Francisco Higinio Ruiz Espinoza  
Jesús Navejas Jiménez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3105238357](https://doi.org/10.37572/EdArt_3105238357)

**CAPÍTULO 8.....75**

ANÁLISIS BIOECONÓMICO DEL CULTIVO INTENSIVO FOTO-HETEROTRÓFICO DE CAMARÓN BLANCO (*Litopenaeus vannamei*) EN ALTA SALINIDAD CON REPOSICIÓN MINIMA DE AGUA, PARA EL CICLO VERANO-OTOÑO

Luis Daniel Moreno-Figueroa  
Humberto Villarreal-Colmenares  
Alfredo Hernández-Llamas  
José Naranjo-Páramo  
Mayra Vargas-Mendieta

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3105238358](https://doi.org/10.37572/EdArt_3105238358)

**CAPÍTULO 9.....82**

¿CÓMO VA EL CAMBIO DE ESTATUS DE LOS CULTIVOS/ALIMENTOS NUS EN CULTIVOS/ALIMENTOS NO-NUS?

Ximena Rocío Cadima Fuentes

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3105238359](https://doi.org/10.37572/EdArt_3105238359)

**AMBIENTE E BIORRECURSOS**

**CAPÍTULO 10..... 93**

DECOMPOSITION OF THE INVASIVE ACACIA *LONGIFOLIA* IN A PERI-URBAN STREAM

Manuela Abelho

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_31052383510](https://doi.org/10.37572/EdArt_31052383510)

**CAPÍTULO 11..... 105**

REMOCIÓN DE CINCO PRODUCTOS FARMACÉUTICOS CATALOGADOS COMO CONTAMINANTES EMERGENTES EN MEDIO ACUOSO UTILIZANDO LA ESPECIE VETIVER (*Chrysopogon zizanioides*)

Miriam Checa-Artos  
Daynet Sosa del Castillo  
Eulalia Vanegas María

Omar Ruiz-Barzola

Milton Barcos-Arias

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_31052383511](https://doi.org/10.37572/EdArt_31052383511)

**CAPÍTULO 12 .....122**

**GIBBERELLIC ACID DETERMINATION IN AGRICULTURAL SOILS**

Gabriel Hernández-Morales

José Enrique Botello-Álvarez

Marcela Cárdenas-Manríquez

Ricardo Gómez-González

Pasiano Rivas-García

Brenda Ríos-Fuentes

Ramiro Rico-Martínez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_31052383512](https://doi.org/10.37572/EdArt_31052383512)

**SOBRE O ORGANIZADOR.....132**

**ÍNDICE REMISSIVO .....133**

# CAPÍTULO 7

## EL POLVO DE DIATOMEAS ES UNA OPCION SUSTENTABLE PARA PROTECCIÓN DE MAIZ ALMACENADO

Data de submissão: 29/04/2023

Data de aceite: 16/05/2023

### José Guadalupe Loya Ramírez

Universidad Autónoma de  
Baja California Sur  
La Paz, Baja California Sur, México  
<https://orcid.org/0009-0004-8617-9562>

### Félix Alfredo Beltrán Morales

Universidad Autónoma de  
Baja California Sur  
La Paz, Baja California Sur, México  
<http://orcid.org/0000-0002-9446-3916>

### Sergio Zamora Salgado

Universidad Autónoma de  
Baja California Sur  
La Paz, Baja California Sur, México

### Francisco Higinio Ruiz Espinoza

Universidad Autónoma de  
Baja California Sur  
La Paz, Baja California Sur, México  
<https://orcid.org/0000-0002-0815-3007>

### Jesús Navejas Jiménez

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales Agrícolas y Pecuarias  
Ciudad de México, México  
<https://orcid.org/0009-0005-8709-8913>

**RESUMEN:** El polvo de diatomeas (PD) es un material que ha demostrado efectividad contra poblaciones de plagas en diferentes cultivos. La protección de los granos almacenados, con PD va en aumento en virtud de su baja toxicidad para mamíferos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del PD sobre el picudo de los granos de maíz, *Sitophilus zeamais* M. En el experimento 1, los tratamientos fueron: un testigo y cinco dosis de PD equivalente a 0.04, 0.8, 1.2, 1.6 y 2.0 gr / kg de grano, los cuales fueron aplicadas a 20 adultos de picudos en 200 gr de maíz confinados en frascos de 0.5 l. En el experimento 2, los tratamientos fueron: un testigo y tres dosis de PD (0.5, 1.0 y 2.0 gr/kg de grano), los cuales fueron aplicados a 20 adultos de picudos confinados en frascos de 2.0 L. La dosis de 0.40 gr de PD fue la más efectiva porque causó una mortandad de 66.3% picudos en 52 días. Mientras que, las dosis de 2.0 y 0.5 gr de PD causaron 100 y 90% de mortandad de picudos, respectivamente. La aplicación de PD permite un control sustentable del picudo de los granos de maíz.

**PALABRAS CLAVE:** *Sitophilus zeamais*. Silicio. Grano sano.

DIATOM POWDER IS A SUSTAINABLE OPTION FOR PROTECTION OF STORED CORN

**ABSTRACT:** Diatom powder (DP) is a material that has proven effective against pest

populations in different crops. The protection of stored grains with DP is increasing due to its low toxicity to mammals. The objective of this research was to evaluate the effect of PD on the maize grain weevil, *Sitophilus zeamais* M. In experiment 1, the treatments were: a control and five doses of DP equivalent to 0.04, 0.8, 1.2, 1.6 and 2.0 gr / kg of grain, which were applied to 20 adults of weevils in 200 gr of corn confined in jars of 0.5 l. In experiment 2, the treatments were: a control and three doses of DP (0.5, 1.0 and 2.0 gr/kg of grain), which were applied to 20 adults of weevils confined in 2.0 L bottles. The dose of 0.40 g of DP was the most effective because it caused a mortality of 66.3% weevils in 52 days. Whereas, doses of 2.0 and 0.5 g of PD caused 100 and 90% of weevil mortality, respectively. The application of PD allows a sustainable control of the weevil of corn grains.

**KEYWORDS:** *Sitophilus zeamais*. Silicon. Healthy grains.

## 1 INTRODUCCIÓN

Numerosos reportes coinciden en que el polvo de diatomeas (PD) ha sido exitoso en el control poblaciones de plagas en diferentes cultivos. El PD tiene un contenido de silicio alto que alcanza hasta un 90% y ha sido ha sido aplicado para el control de plagas de almacén. El PD tiene un origen orgánico y tiene alto contenido de dióxido de silicio y restos de algas diatomeas de agua dulce y de mar. El resto del contenido del PD está constituido por minerales como: calcio, fosforo, azufre, níquel, zinc, manganeso, aluminio, hierro, magnesio, sodio y cal (Cook y Armitage, 2000).

El uso de PD, como un insecticida contra granos almacenados, ha aumentado considerablemente en virtud de su toxicidad baja para mamíferos (Athanassiou *et al.*, 2005). Además, el PD tiene tres atributos que deben ser destacados: no contamina el ambiente, no afecta la salud humana y retarda la resistencia de insectos plaga a insecticidas sintéticos (Ortega Cruz *et al.*, 2016). Estos autores encontraron resultados satisfactorios en la protección del frijol almacenado contra el gorgojo del frijol, *Zabrotes subfasciatus* Boh., Otra ventaja sobresaliente del PD es que pueden ser combinadas con otras alternativas de bajo riesgo como: temperaturas altas y hongos entomopatógenos (Machekano *et al.*, 2020). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del PD sobre el picudo de los granos de maíz.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Manejo Integrado de Plagas de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. En el experimento 1, los tratamientos fueron un testigo y seis dosis de PD: 0.08, 0.16, 0.24, 0.32 y 0.40 gr/200 gr de grano. Estas dosis equivalen a 0.40, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 gr/kg de grano, respectivamente. Los tratamientos fueron aplicados a 20 adultos de picudos en 200 gr de maíz contenido en frascos de 0.5 L.

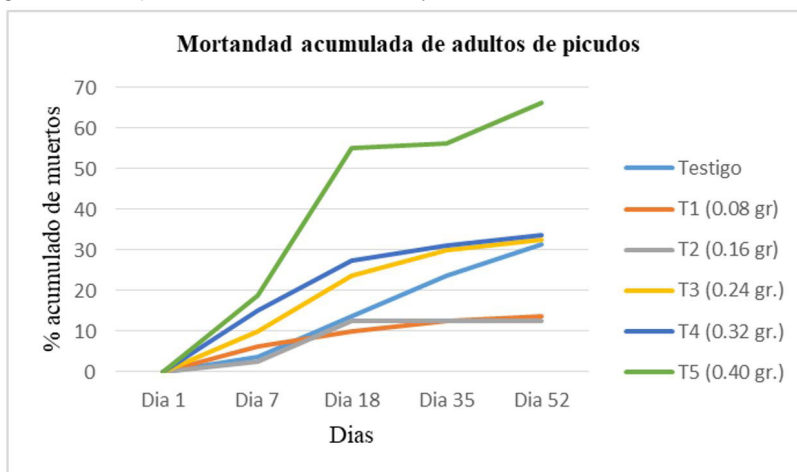
Las variables que fueron medidas como indicadores de la efectividad de los tratamientos fueron dos: número de picudos muertos y número de adultos emergidos en la primera generación. En cada lectura, los picudos muertos fueron removidos del frasco, pero los granos se mantuvieron en observación para registrar la emergencia de la progenie.

En el experimento 2, los tratamientos fueron: un testigo y tres dosis de PD: 0.5, 1.0 y 2.0 gr/kg de grano. Los tratamientos fueron aplicados a 20 adultos de picudos contenidos en frascos de 2.0 L. El diseño experimental para ambos experimentos fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y a una prueba de separación de medias.

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra el porcentaje acumulado de adultos de picudos muertos en cada tratamiento. El tratamiento 5 (0.40 gr) fue el más efectivo con una mortandad de 66.3% picudos, seguido de los tratamientos 3 (0.24 gr) y 4 (0.32 gr) que causaron un 32.5 y 33.7% de mortandad, respectivamente. Los tratamientos 1 (0.08 gr.) y 2 (0.16 gr.) causaron solamente un 14 y 12.5% de muertos, respectivamente. Estos datos difieren de los reportados por Torres-Bojorquez (2011) quien determinó el 100% de picudos muertos a los 30 días después de la aplicación de la PD. Este es cercano a la mitad del tiempo necesario para obtener el 100% de muertos en el presente bioensayo. Cabe destacar que el tratamiento de 0.40 gr continuó causando muertes hasta los 52 días después de haber aplicado. Evidentemente, esta duración del efecto letal del PD supera a los insecticidas tóxicos sintéticos en el mercado.

Figura 1. Porcentajes de mortalidad acumulada de picudos, durante 52 días, en cinco dosis de PD.



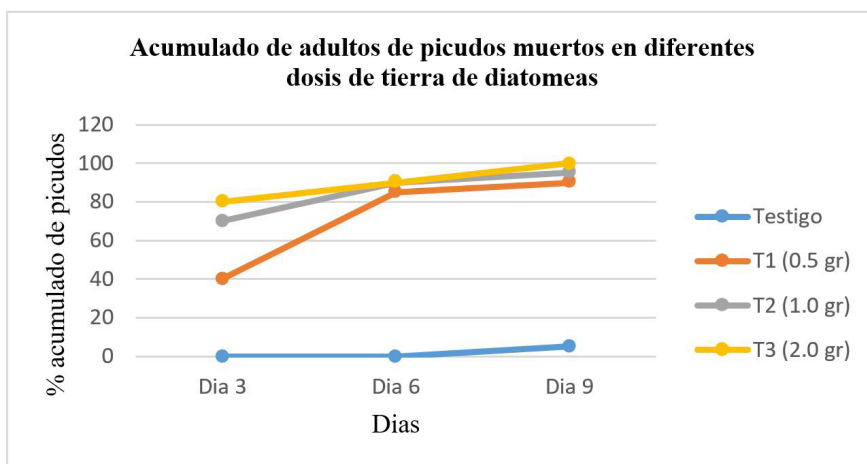
El Cuadro 1 presenta la separación de medias de picudos muertos por cada tratamiento ( $p \leq 5\%$ ). El tratamiento 4 (0.40 gr/kg) superó a los demás porque mató al 100% de los picudos. Este resultado coincide con el de Zhandá *et al.* (2020) quienes reportan un 100% de mortalidad con dosis de 75.0 gr y 100.0 gr/ kg de grano. Estos datos confirman que una dosis adecuada de PD puede proteger al grano de maíz suficientemente sin necesidad de agregar compuestos contaminantes sintéticos.

Cuadro 1. Separación de medias (Duncan 5%) de picudos muertos (n=20) en los cuatro tratamientos al cabo de nueve días del tratamiento con PD.

Tratamiento (gr de PD/kg de grano)	X=muertos	$p \leq 0.05$
2.0	20	a
1.0	19	ab
0.5	18	b
Testigo	1	c

La Figura 2 indica la mortandad acumulada de adultos de picudo en tres dosis de PD durante 9 días después del tratamiento. El tratamiento 4 (2.0 gr/kg) fue el más efectivo con un 100.0% de mortandad de picudos al cabo de 9 días. Mientras que el tratamiento 2 (0.5 gr/kg) causó una mortandad de 90.0% de picudos. Este resultado de la dosis de 2.0 gr/kg superó a los de Torres-Bojórquez (2011) quien encontró el 100% de nuestros a los 30 días. Cabe destacar que un lapso de 30 días para matar al 100% de los picudos es irrelevante por dos razones: primeramente, en 30 días el picudo no alcanza a producir progenie y, además, el adulto de picudo no causa un daño de importancia económica en el grano.

Figura 2. Mortandad acumulada de picudos, durante nueve días, con dosis de 0.5, 1.0 y 2.0 gr de PD por kg de grano.



El Cuadro 2 presenta el efecto de PD sobre la progenie, en la primera generación, de los picudos tratados con cuatro dosis de PD. Los datos de emergencia de la primera generación de picudos, que fue registrada en cuatro fechas diferentes después del tratamiento, muestran que los tratamientos más efectivos fueron: 0.24 gr y 0.32 gr/kg de grano con valores de 8.0 y 5.0 picudos, respectivamente, emergidos a los 52 días después del tratamiento. El número de picudos emergidos en la progenie fueron 8.0 en el tratamiento con 0.24 gr y 5 en el tratamiento 0.32 gr. Al comparar los 8.0, 5.0 y 11.0 picudos, que emergieron en las dosis de 0.24, 0.32 y 0.40 gr/kg, respectivamente, contra los 930 picudos del testigo, significa que la emergencia en estas tres dosis fue reducida en un 99.1, 99.5 y 98.8%, respectivamente. Este resultado coincide con los de Wille *et al.* (2019) quienes encontraron que el PD puede mantener poblaciones bajas de adultos de picudo en las generaciones subsiguientes.

Cuadro 2. Efecto de la PD en la reducción de la progenie en la primera generación del picudo de los granos de maíz del experimento 1.

Dosis (gr de PD/kg)	No. de picudos vivos				% de reducción
	Día 7	Día 18	Día 35	Día 52	
<b>Testigo</b>	670	471	517	930	0.0
0.08	112	184	59	133	85.7
0.16	78	85	17	45	95.1
0.24	43	72	12	8	99.1
0.32	37	52	7	5	99.5
0.40	69	78	7	11	98.8

## 4 CONCLUSIONES

En el primer experimento, la dosis más alta (2.0 gr/kg de grano) causó el 66% de mortandad acumulada de picudos en 52 días después del tratamiento. Mientras que en el segundo experimento, la dosis mayor de 2.0 gr/kg fue la más efectiva porque causó un 100% de muertos en nueve días. La progenie del picudo se vio notablemente reducida por la aplicación de PD. El efecto del PD sobre la progenie de la primera generación fue notoriamente efectivo. Las dosis 0.24, 0.32 y 0.40 gr/kg de grano causaron una disminución en la progenie superior al 98.8%.

## LITERATURA CITADA

Athanassiou C.G., Vayias B.J., Dimizas C.B., Kavallieratos N.G., Papagregoriou A.S and Buchelos CTh. 2005. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleóptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleóptera: Tenebrionidae) on stored wheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. Journal Stored Products Resources. Vol. 41. Pp. 47-55.

Cook D. A. and Armitage D. M. 2000. Efficacy of a diatomaceous earth against mite and insect populations in small bins of wheat under conditions of low temperature and high humidity. Pest Management Science. Vol. 56. Pp.591-596.

Machekano H., Mutamiswa R., Singano D., Joseph V., Chidawanyika F. and Nyamukondiwa C., 2020. Thermal resilience of *Prostephanus truncatus* (Horn): can we derive optimum temperature-time combinations for commodity treatment. Journal Stored Products Resources. Vol.86. N° 101568. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101568>.

Ortega Cruz J., Ruvalcaba L., Alcaraz T., Liera, J., Valdés, T. and Ortiz L. 2016 Effectiveness of Different Doses of Diatomaceous Earth on Mexican Bean Weevil (*Zabrotes subfasciatus* Boheman) in Culiacán, Sinaloa, México. Open Access Library Journal. Vol. 3. Pp. 1-11. doi: 10.4236/oalib.1103228.

Torres-Bojórquez A. I. 2011. Efectividad de la tierra de diatomeas en el control de tres plagas de almacén. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agrícola. Marín, Nuevo León. Pp. 84.

Wille C. L., Wille C. P., Darosa J. M., Boff M. I. C. y Franco C. R. 2019. Efficacy of recovered diatomaceous earth from brewery to control *Sitophilus zeamais* and *Acanthoscelides obtectus* Journal of Stored Products Research. Vol 83, pp.254-260.

Zandha J., Mvumi M. V. and Machekano H. 2020. Potential of three enhanced diatomaceous earth against *Sitophilus zeamais* M. and *Prostephanus truncatus* Horn on stored maize grain. Journal of Stored Products Research. Vol 87, pp.6.



## 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

Acacia 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104  
Agricultural soil 122, 123, 124, 128, 130  
Aguas residuales 105, 106, 107, 108, 109, 110, 117, 118  
Alder 93, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102  
Apomixis 26, 27, 28

### C

Camarón blanco 75, 76  
Candidatus Liberibacter spp 63, 64  
Carya illinoensis koch 40, 41  
Células madre 1, 2, 3, 4  
Cítricos 26, 27, 28, 29, 31, 34, 37, 39, 63, 64, 66, 67, 68  
Contaminantes emergentes 105, 106, 107, 108, 109, 110, 117  
Cultivo intensivo bioseguro 76  
Cultivos subutilizados 82

### D

dinámica de crecimiento 41, 42, 43  
dragón amarillo 29, 63

### E

Ecosystem functioning 93, 103  
Estrés 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 27

### F

Fitorremediación 106, 109, 110, 117  
Foto-heterotrófico 75, 76  
Frecuencia y formas de consumo 82

### G

Germinación 44, 45, 46, 47, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62  
Gibberellic acid 46, 122, 123, 125, 128, 129, 130, 131  
Grano sano 69

### H

HPLC 123, 125

Hsp70 14, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24

Huanglongbing 26, 29, 63, 64, 67, 68

## L

Leaf litter 93, 95, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104

Leucocitos 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23

## M

Macroinvertebrates 93, 97, 100, 101, 102

Marcadores moleculares 26, 27, 28, 29, 36, 39

Micropropagación 46, 47, 51

Microsatélites 27

## N

Nogal pecanero 40, 41, 42, 44

## O

Orquídeas 45, 46, 47, 48, 51, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

## P

Producción agrícola 26, 41, 68, 74

Productos farmacéuticos 105, 106, 107, 110, 118

Pulpa dental 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12

## R

Radiación ultravioleta 14, 15, 17, 23, 24

Regeneración 2, 11

Reguladores de crecimiento 45, 46, 47, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 59, 60

## S

Silicio 69, 70

Sitophilus zeamais 69, 70, 74

Sondeo rápido 82, 84

Superficie de respuesta 106, 112, 113, 118

## V

Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) 105, 106, 107, 109, 110, 111, 117