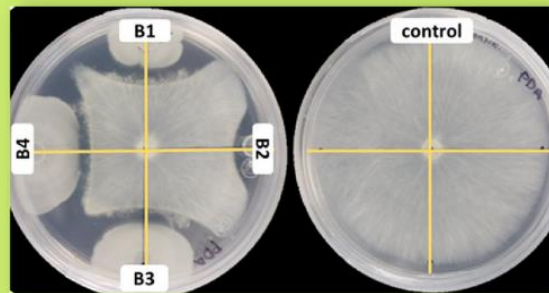


# Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México



**Leandris Argente Martínez**  
**Ofelda Peñuelas Rubio**  
Organizadores



**Leandris Argente! Martínez**  
**Ofelda Peñuelas Rubio**  
Organizadores

# **Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México**



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu  
Prof. Dra. Albys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña  
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. MSc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira  
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto  
Prof. MSc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira  
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandris ArgenteL-Martínez  
Prof. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira  
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Prof. Dra. Patrícia Maurer  
Prof. Dra. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)  
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira  
Prof. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Mun. Rio de Janeiro  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
Mun. de Chap. do Sul  
IFPR  
Tec-NM / ITVY (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

Conselho Técnico Científico  
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior  
- Esp. Maurício Amormino Júnior  
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación  
(eDOC BRASIL)**

I62      Investigaciones biológicas, agrícolas y ambientales de México / Organizadores  
Leandris Argentel Martínez, Ofelda Peñuelas Rubio. – Nova Xavantina,  
MT: Pantanal, 2022.  
131 p. : il.

Formato: PDF  
Requisitos del sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acceso: World Wide Web  
ISBN 978-65-81460-59-4  
DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460594>

1. Agricultura – México. 2. Sostenibilidad. 3. Medio ambiente.      I.  
Argentel Martínez, Leandris. II. Peñuelas Rubio, Ofelda.

CDD 630

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



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## **Prólogo**

Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México es un libro electrónico científico, basado en estudios experimentales desarrollados por un colectivo de prestigiosos investigadores de México y de otros países que, en colaboración, aportan respuestas a problemáticas existentes en dichas ramas del saber. Estos trabajos aparecen divididos en capítulos donde se ofrece información actualizada sobre los avances más recientes en dichas áreas, con un estilo de artículo científico y con referencias bibliográficas de gran nivel de actualización científica.

El proceso de revisión de los capítulos fue desarrollado, bajo la modalidad a doble ciegas, por varios investigadores que participan en el comité editorial de PANTANAL EDITORA. Se agradece a los autores de los respectivos capítulos por la dedicación al atender las sugerencias y comentarios realizados por los revisores, optimizando el tiempo de los procesos de revisión y aceptación.


**Los autores**

<b>Sumario</b>	
<b>Prólogo</b>	<b>4</b>
<b>Ciencias Biológicas</b>	<b>6</b>
<b>Capítulo 1</b>	<b>7</b>
Estructura del manglar y parámetros físico-químicos del sedimento en tres lagunas costeras del Golfo de California	7
<b>Capítulo 2</b>	<b>22</b>
Aislamiento y caracterización morfológica de <i>Fusarium oxysporum</i> asociado al tomate en el Valle del Yaqui, Sonora	22
<b>Capítulo 3</b>	<b>33</b>
Enhancing the yield of spores of <i>Bacillus cereus sensu lato</i> strain B25 by evaluating culture media	33
<b>Capítulo 4</b>	<b>45</b>
Cultivo de camarón blanco del Pacífico ( <i>Penaeus vannamei</i> ) a baja salinidad en agua de mar artificial	45
<b>Ciencias Agrícolas</b>	<b>55</b>
<b>Capítulo 5</b>	<b>56</b>
Caracterización morfológica y perfil patogénico de aislados fúngicos provenientes de la rizósfera de sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.) en el sur de Sonora	56
<b>Capítulo 6</b>	<b>65</b>
Crecimiento y producción de tomate en respuesta a dos sustratos y niveles de solución nutritiva	65
<b>Capítulo 7</b>	<b>76</b>
Isolation and characterization of endophytic bacteria from maize and giant reed with biotechnological and biocontrol potential against <i>Rhizoctonia zeae</i>	76
<b>Ciencias Ambientales</b>	<b>93</b>
<b>Capítulo 8</b>	<b>94</b>
Use of nitrogen fertilizers in the Yaqui Valley: a compilation of three decades of knowledge	94
<b>Capítulo 9</b>	<b>108</b>
Are there atmospheric conditions for water loss at night in wheat canopies in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico?	108
<b>Capítulo 10</b>	<b>122</b>
Estimación del carbono en la biomasa aérea del mezquite ( <i>Prosopis</i> spp.) en la comunidad de Charay, El Fuerte, Sinaloa	122
<b>Índice</b>	<b>130</b>
<b>Sobre los organizadores</b>	<b>131</b>

## Caracterización morfológica y perfil patogénico de aislados fúngicos provenientes de la rizósfera de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) en el sur de Sonora

Recibida em: 14/09/2022

Aprobado em: 18/09/2022

 10.46420/9786581460594cap5

Norma Gabriela Rodríguez Mora<sup>1\*</sup> 

Ernesto Uriel Cantú Soto<sup>1</sup> 

Ofelda Peñuelas-Rubio<sup>2</sup> 

Alejandro Miguel Figueroa López<sup>1\*</sup> 

### RESUMEN

El estado de Sonora es uno de los mayores productores de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) en México, siendo este vegetal un rubro importante para la alimentación nacional y para la exportación, fundamentalmente a Estados Unidos y a Japón. Esta especie vegetal se ve frecuentemente afectada por patógenos que causan mermas significativas en el desempeño fisiológico y el rendimiento agrícola. Uno de estos patógenos es el *Fusarium* sp. Teniendo en cuenta esta situación se realizó la presente investigación con el objetivo de identificar y asociar los aislados fúngicos a géneros o especies patógenas que causan enfermedades en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) para probar su patogenicidad. Se llevaron a cabo caracterizaciones morfológicas de los aislados fúngicos, aquellos que resultaron presuntivos del género *Fusarium* fueron evaluados en ensayos de hoja desprendida. Los aislados que mostraron patogenicidad fueron seleccionados para ser evaluados en plántulas de 2 semanas. Con las pruebas de patogenicidad en hoja desprendida y en plántulas se demostró que existen variabilidad en el nivel de infección de los aislados fúngicos H3, H12, H15, H27 y H28. El aislado H12 que mostró baja infección en hoja desprendida también causan enfermedad en tejido vegetal de las plantas de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.). Además, se logró demostrar que los aislados presuntivos de *Fusarium* juegan un papel importante como agentes causales del marchitamiento de la sandía en tejido y en plántula. Estos resultados permitieron seleccionar a los aislados H3 y H12 como patogénicos para desarrollar nuevos estudios de resistencia inducida en planta.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Calle 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, Cd. Obregón, Sonora, México, C.P. 85000.

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui. Avenida Tecnológico s/n, Block 611, Bácum, Sonora, México, C. P. 85276.

\* Autor(a) correspondiente: alejandro.figueroa@itson.edu.mx

## INTRODUCCIÓN

La producción de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) para México es de gran relevancia, ya que lo sitúa en el primer lugar como productor y en el segundo como exportador de este cultivo, además de tener un consumo per cápita de 4.6 kg (SADER, 2021). En el año agrícola 2022 se han establecido 10,686,211.95 ha de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) en Sonora, de las cuales se cosecharon 3,461,253.07 al mes de julio del mismo año y 26,858.03 se catalogan como siniestradas (SIAP, 2022). El estado de Sonora, tan solo en el año 2020 fue el principal estado productor de este cultivo con un aporte del 38% de la producción total nacional (SADER, 2021). La microbiota de la rizósfera es clave para el desarrollo, salud y productividad en la planta, ya que en ella se encuentra un complejo diverso de microorganismos que interactúan entre sí junto con el suelo para el funcionamiento adecuado del ecosistema, encontrándose tanto microorganismos benéficos como patógenos (Chapelle et al., 2016). Los hongos son uno de los grupos que intervienen de manera crucial en el desarrollo de la planta como patógenos, facilitadores de nutrientes o como organismos benéficos ante patógenos (Xu et al., 2020). Así, las interacciones entre estos, la planta hospedera y la rizósfera en conjunto, pueden conllevar a una microbiota que protege a la planta, o bien, conduce al desarrollo de enfermedades (Mendes et al., 2018).

Entre los microorganismos fúngicos causales de enfermedades en cultivos de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) destacan los patógenos *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, y *Phytophthora capsici* (Fernández-Herrera et al., 2013). Se ha demostrado que la aplicación de *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (FON) inactivo como agente de biocontrol, disminuye los efectos de la marchitez de la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.), mejora la comunidad microbiana benéfica de la rizósfera e induce la resistencia sistémica en la planta que, por consecuencia, promueve la resistencia de la enfermedad de la marchitez de la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) y el crecimiento de la planta (Xie et al., 2021). También se han observado respuestas de defensa en plantas como soya, arroz, tomate, trigo, lechuga, melón, papa dulce, betabel y perejil estimuladas por elicitores fúngicos como quitina, quitosano y sus oligómeros,  $\beta$ -glucanos, péptidos N-glicosilados, Glicoproteogalactanos y glucolípidos (Das et al., 2015).

El objetivo del presente estudio fue identificar y asociar los aislados fúngicos a géneros o especies patógenas asociadas a enfermedades en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) para probar su patogenicidad y sentar las bases para el estudio de la resistencia inducida en planta por patrones moleculares relacionados con patógenos (PAMP's). Para lograr esto se realizó una colección de aislados fúngicos del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) con problemas de fusariosis. Posteriormente, se analizaron sus macro y microestructuras y finalmente, se evaluaron los aislados putativos a *Fusarium* sp. para probar su patogenicidad en plantas.



## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### ***Selección del material vegetal y de suelo***

Se recolectaron 5 muestras aleatorias de suelo rizosférico en un cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) de la Agrícola FEVAL S.A. de C.V. ubicada en el Municipio San Ignacio Muerto, Sonora (27.418940, -110.252116), que mostraba pudrición de tallo y raíz característico de *Fusarium* en el Sur de Sonora. Las muestras se tomaron a una profundidad del suelo de 0-30 cm. Posteriormente, se secaron a 25° C durante 1 semana, se tamizaron en una malla de 1 mm para eliminar las partículas grandes y finalmente, se homogenizaron y almacenaron a 4° C hasta su análisis. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Microbiología del Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México

Las raíces de plantas de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) enfermas se desinfectaron superficialmente con Et-OH (70%) por 1 min, después con NaClO 5% (v/v) por 3 min y finalmente, se lavaron 4 veces con agua destilada estéril. Los fragmentos de raíces se colocaron en placas Petri con medio de Agar Dextrosa de Papa (PDA) suplementado con sulfato de estreptomicina. Después, se incubaron las placas a 25° C durante 48 h en la oscuridad y las colonias emergentes se transfirieron a placas con PDA para obtener cultivos puros y posteriormente caracterizarlos (Figueroa López, 2011).

Para identificar las estructuras del micelio se colocaron cubreobjetos estériles sobre cajas Petri inoculadas con cada uno de los aislados fúngicos, después los cubreobjetos se montaron en un portaobjetos con 50 µl de NaCl 0.8% y se visualizaron en un microscopio óptico.

### ***Ensayos de patogenicidad en hoja desprendida***

Se prepararon cajas Petri con una base de papel absorbente estéril saturado con agua destilada estéril, se colocó un portaobjetos estéril sobre el papel húmedo y posteriormente se colocó en la superficie una hoja de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) que se inoculó con un disco de 0.5 mm de diámetro de agar con micelio. Posteriormente, se midió el área de infección foliar a las 72 h de infección con ayuda del software ImageJ. La germinación de las plantas partió de la desinfección de semilla comercial de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) (variedad Cal Sweet) con un tratamiento hidrotérmico, se cultivaron en vermiculita y se fertilizaron cada semana empleando una solución nutritiva de Sonneveld (Robredo et al., 2000).

Los hongos utilizados para la infección se inocularon en PDA y se incubaron a 31°C durante 7 días. Cada tratamiento constó de 5 réplicas que consistieron en 5 hojas tomadas de 5 plantas diferentes. El experimento se repitió 3 veces.

### ***Ensayo de patogenicidad en toalla de papel enrollado***

Este ensayo fue utilizado para evaluar el porcentaje de severidad de la enfermedad en plántula, porcentaje de germinación y peso seco, para el cual se utilizó el método de papel enrollado como indica Leyva-Madrigal et al. (2015). Se desinfectaron semillas comerciales de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) (variedad Cal Sweet) con un tratamiento hidrotérmico. Las semillas se sumergieron en sosa líquida (5 gotas x 100 ml agua destilada estéril), después se lavaron 3 veces con agua destilada estéril y se sumergieron en 100 ml de agua destilada estéril en un termo-baño a 52° C por 20 min. Posteriormente, se sumergieron en una solución de esporas ( $1 \times 10^6$  esporas  $\text{ml}^{-1}$ ) durante 5 min, se colocaron en un papel secante, después, se enrollaron y mantuvieron en bolsas de plástico.

Los síntomas de la enfermedad se evaluaron a los 21 días de la infección utilizando la siguiente escala de severidad: 0 (plántula sana sin pudrición de raíz); 1 (0.1-2.0 cm de pudrición de la raíz); 2 (2.1-5.0 cm de pudrición de la raíz); 3 ( $\geq 5.0$  cm de pudrición de la raíz y 0.1-1.0 cm de pudrición en la base del tallo); 4 ( $\geq 5.0$  cm de pudrición de raíz y 1.1-2.0 cm de pudrición en la base del tallo); 5 (plántula muerta). Finalmente los datos se expresaron en índice de severidad con la fórmula reportada por Asran and Buchenauer (2003). Se utilizaron cinco réplicas para los tratamientos que consistieron en 5 plantas diferentes. Dicho experimento fue realizado tres veces en el tiempo.

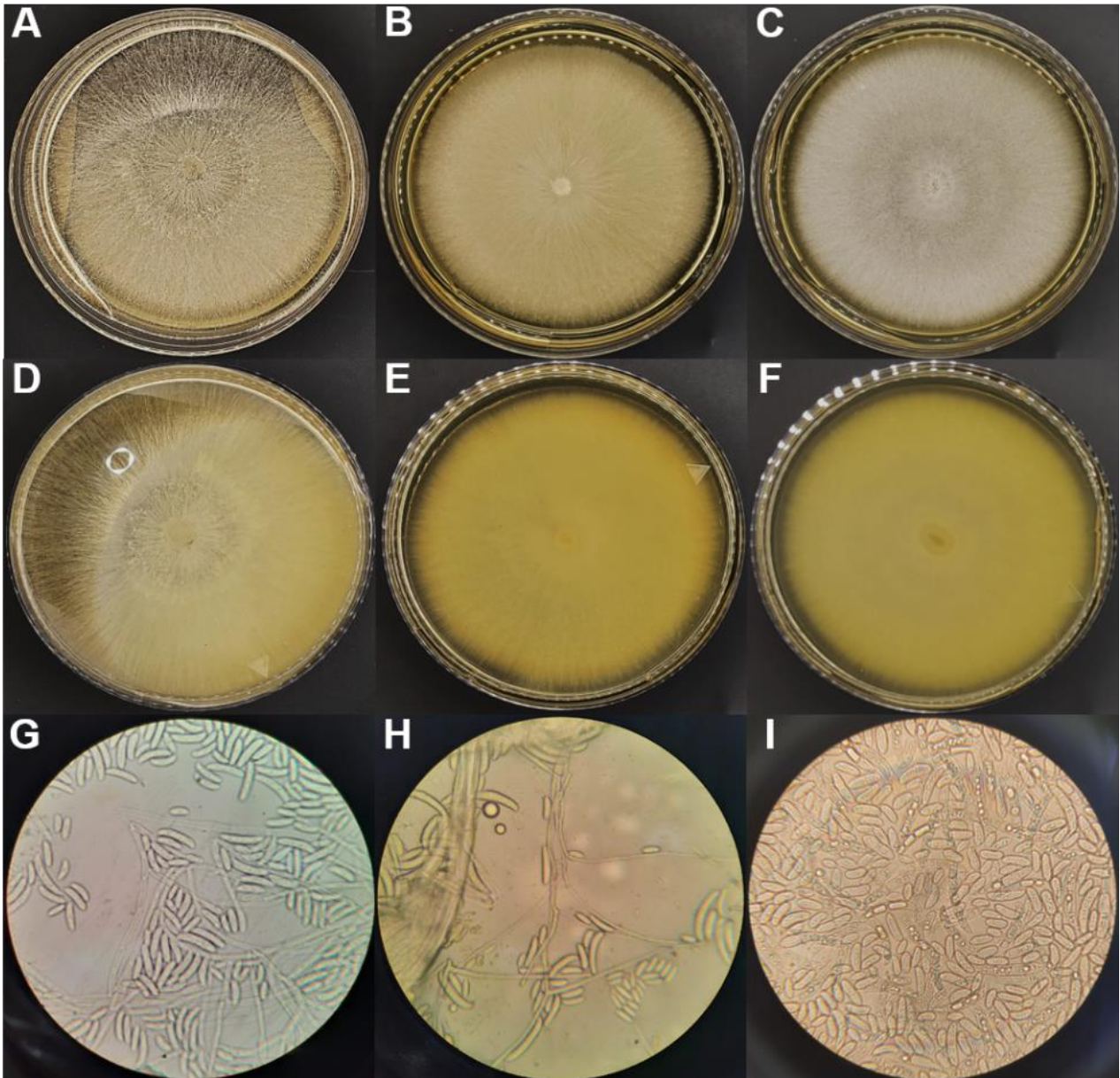
Los datos de severidad de la enfermedad, patogenicidad en hoja y porcentaje de germinación se sometieron a un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis, los datos de peso seco se sometieron a un análisis de la varianza ANOVA. La comparación de las medias se realizó por una prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Todos los datos se sometieron a un análisis de normalidad con el uso de la prueba estadística de Shapiro-Wilk.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se aislaron un total de 40 cepas fúngicas, 3 aislados que representan el 7.5% del total presentaron crecimiento con abundante micelio aéreo (Figura 1). Los aislados mostraron micelio veloso de color blanca con pigmentación amarilla (Figura 1 A-F) y microconidios septados y no septados (Figura 1G-I) en forma de media luna típicos del género *Fusarium* (Rosas-Guevara et al., 2014; SADER-SENASICA, 2020).

En las muestras de suelo colectadas se observó la presencia de una variedad de cepas asociadas a enfermedades fúngicas transmitidas por el suelo en plantas, como el marchitamiento y pudrición del tallo (Inderbitzin et al., 2011). Rentería-Martínez et al. (2019) menciona que los microconidios de *Fusarium oxysporum* presentan ausencia de septos, por lo que es posible tener presencia de esta especie común en el suelo rizosférico de los cultivos. También, se identificaron otras morfologías típicas asociadas a los géneros *Phytophthora*, *Aspergillus* y *Verticillium* (datos no mostrados).

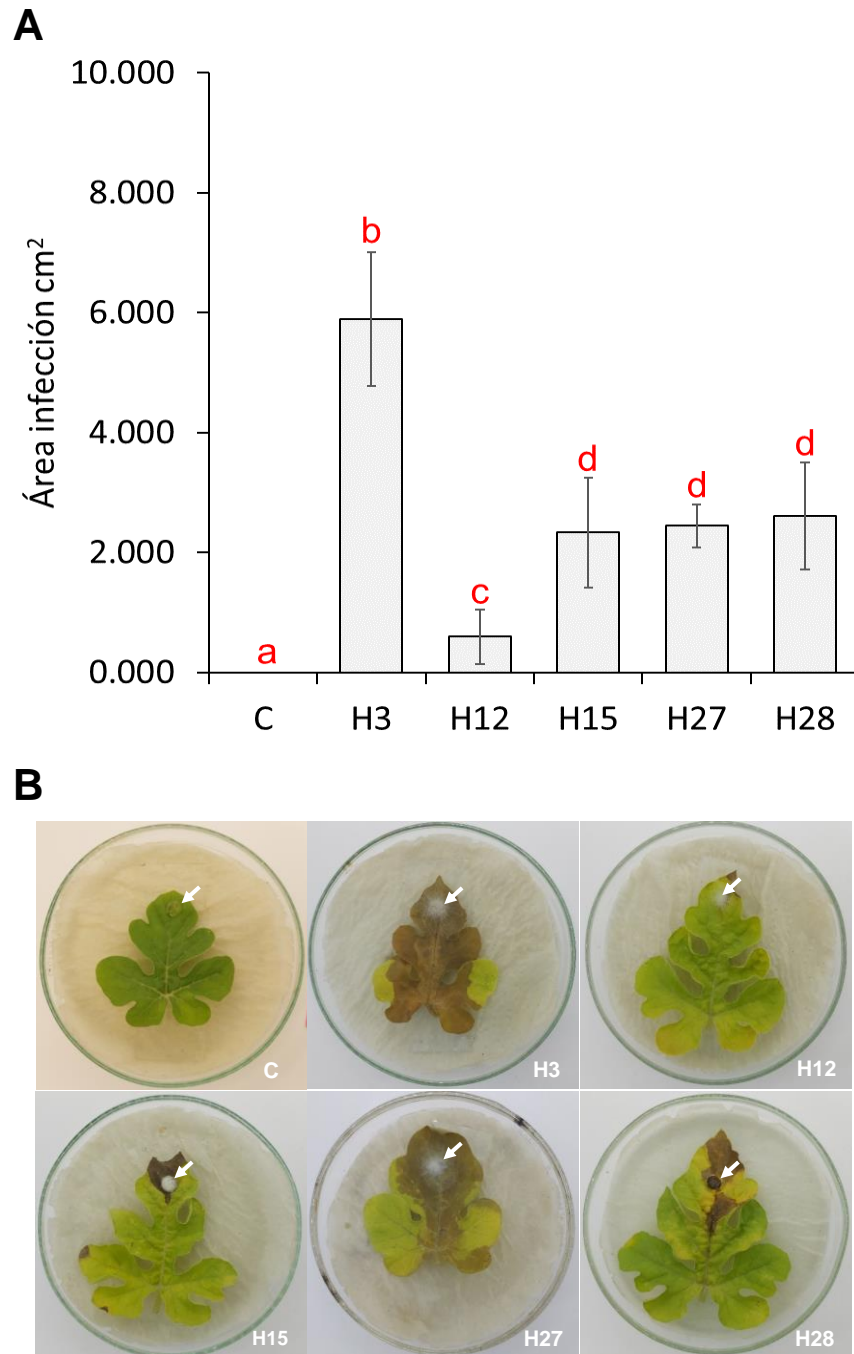
Partiendo de la caracterización morfológica y observada en las cepas obtenidas, fueron seleccionados 5 aislados fúngicos que mostraron una morfología típica del género *Fusarium* para los ensayos de patogenicidad (Lesli y Summerell, 2006).



**Figura 1.** Forma macroscópica y microscópica de cepas presuntivas del género *Fusarium* en medio agar dextrosa de papa (PDA). Morfología micelar (A-C), pigmentación (D-F), microconidios (G-I) y macroconidios (1H).

En el ensayo de patogenicidad en hoja desprendida con los 5 de los aislados (H3, H12, H15, H27 y H28) fúngicos se evaluó el área de infección (Figura 2). Los resultados muestran que todos los aislados presentaron un nivel de patogenicidad significativo (Figura 2A). El aislado H3 fue una de las cepas que presentó mayor área de infección y por ende, mayor patogenicidad, seguido de los aislados H15, H27 y

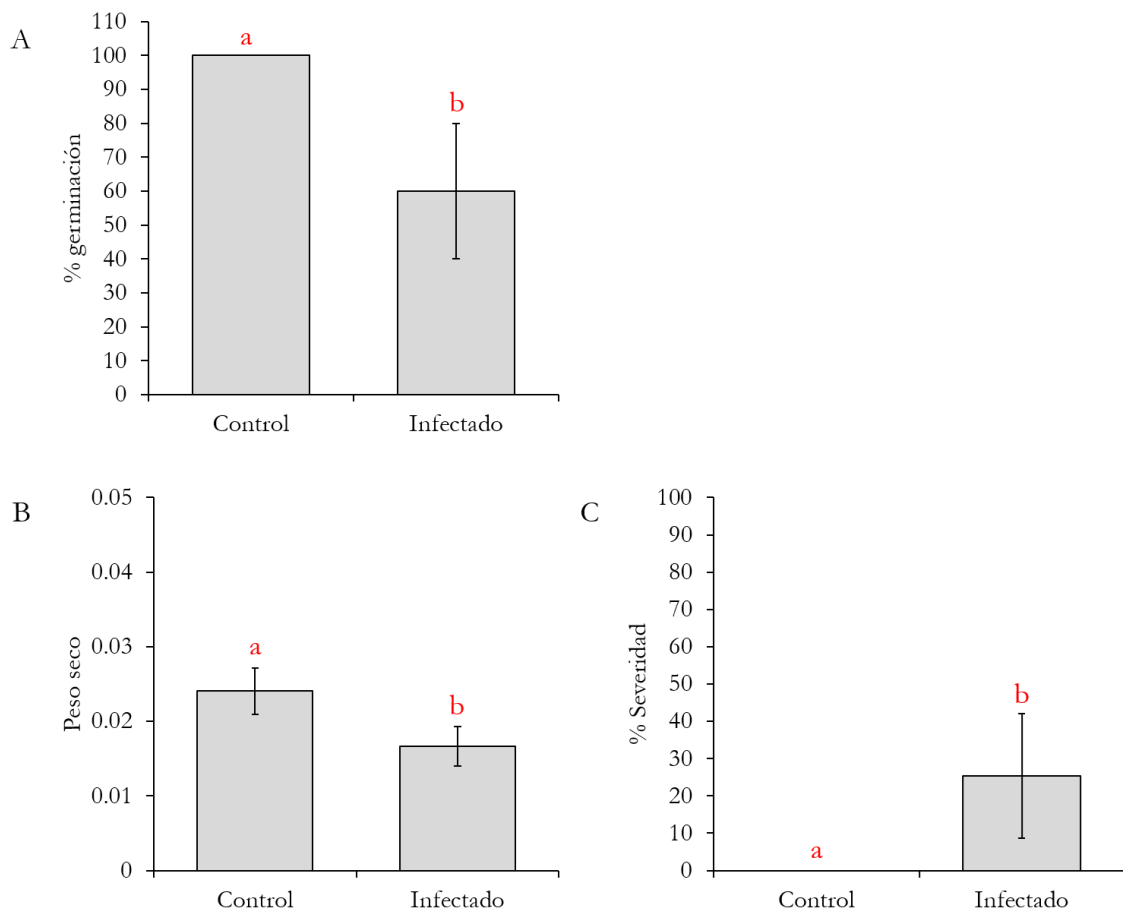
H28 que se agrupan en el mismo nivel y, posteriormente del aislado H12, como se observa en la Figura 2A. Las hojas infectadas comenzaron a necrosarse desde el punto de inoculación al resto de la hoja (Figura 2B).



**Figura 2.** Comparación de los niveles de infección en hoja de acuerdo con el área de infección. A, área de infección calculada en centímetros cuadrados con el programa de uso libre ImageJ. Las letras sobre las barras indican que hay una diferencia significativa (Prueba de Tukey;  $P \leq 0.05$ ). B, ensayo de hoja desprendida con las 5 cepas presuntivas de *Fusarium* sp. C= hoja usada como control con un plug de agar sin hongo. Las flechas blancas indican el punto de inoculación con las cepas fúngicas.

La comparación de medias de las áreas infectadas entre los aislados demuestran que hay variación en nivel patogenicidad entre los aislados, lo cual podría estar relacionado a la capacidad de la cepa para colonizar el tejido vegetal y generar síntomas de enfermedad de acuerdo al género y especie (Delgado-Ortiz et al., 2016).

El ensayo de severidad en planta se llevó a cabo con el aislado H12, presentó morfología típica a *Fusarium* y resultó tener la cepa con menor patogenicidad en el ensayo de hoja desprendida, este criterio se usó como criterio de selección para esta cepa y así poder evaluar si hay un efecto en la germinación y peso seco de la plántula. Se demostró que hay una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos control e infectado para los 3 parámetros evaluados (Figura 3).



**Figura 3.** Ensayos infección en plántulas de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.). A, porcentaje de germinación. B, peso seco de las plántulas. C, severidad de la enfermedad. Las letras sobre las barras indican que hay una diferencia significativa (Prueba de Tukey;  $P \leq 0.05$ ).

Se observa una afectación en la germinación de las semillas, se observa aproximadamente un 40% de reducción, resultando una diferencia significativa ( $p=0.00421$ ) con las plantas control (Figura 3A). El peso seco de las plántulas disminuye significativamente durante la infección (Figura 3B), mientras que el índice de severidad de la enfermedad aumenta significativamente durante la infección (Figura 3C). Estos datos indican que el aislado H12 es patogénico para el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.), y a pesar

de ser unos de los menos patogénicos en el ensayo de hoja desprendida, tiene la capacidad de causar una infección en plántulas. *F. oxysporum* ha sido catalogado como uno de los agentes causantes del marchitamiento de la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) en zonas agrícolas de Sonora y se ha demostrado su potencial patogénico en plantas de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) (Delgado-Ortiz et al., 2016; Fernández-Herrera et al., 2013).

## CONCLUSIÓN

Se identificó la incidencia de *Fusarium* en los aislados fúngicos y su papel como agente causal del marchitamiento de la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) en tejido y en plántula.

Los ensayos de patogenicidad revelaron que hay otros grupos fúngicos que también causan enfermedad en tejido vegetal.

La información generada en este estudio permitirá seleccionar una o varios aislados patogénicos para hacer uso de estos y sus partes y proceder a los estudios de resistencia inducida en planta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asran M; Buchenauer H (2003). Pathogenicity of *Fusarium graminearum* isolates on maize (*Zea mays* L.) cultivars and relation with deoxynivalenol and ergosterol contents. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz/Journal of Plant Diseases and Protection*, 209-219.
- Chapelle E et al. (2016). Fungal invasion of the rhizosphere microbiome. *The ISME Journal*, 10(1): 265-268. 10.1038/ismej.2015.82
- Das SN et al. (2015). Biotechnological approaches for field applications of chitoooligosaccharides (COS) to induce innate immunity in plants. *Critical Reviews in Biotechnology*, 35(1): 29-43. doi:10.3109/07388551.2013.798255
- Delgado-Ortiz JC et al. (2016). Patogenicidad de especies de *Fusarium* asociadas a la pudrición basal del ajo en el centro norte de México. *Revista Argentina de Microbiología*, 48(3): 222-228. doi:10.1016/j.ram.2016.04.003
- Fernández-Herrera E et al. (2013). Hongos fitopatógenos asociados a pudriciones de raíz y cuello en sandía en la costa de Hermosillo, Sonora. Paper presented at the Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali BC, México.
- Figueroa-López AM (2011). Escrutinio masivo de un banco de germoplasma para obtener microorganismos antagonistas a *Fusarium verticillioides*. Instituto Politécnico Nacional (Tesis Maestría)

- Inderbitzin P et al. (2011). Phylogenetics and Taxonomy of the Fungal Vascular Wilt Pathogen *Verticillium*, with the Descriptions of Five New Species. PLOS ONE, 6(12): e28341. doi:10.1371/journal.pone.0028341
- Leslie JF; Summerell BA (2006). Practical Approaches to Identification The *Fusarium* Laboratory Manual 101-110p.
- Leyva-Madrigal KY et al. (2015). *Fusarium* Species from the *Fusarium fujikuroi* Species Complex Involved in Mixed Infections of Maize in Northern Sinaloa, Mexico. Journal of Phytopathology, 163(6): 486-497. doi:10.1111/jph.12346
- Mendes LW et al. (2018). Influence of resistance breeding in common bean on rhizosphere microbiome composition and function. The ISME Journal, 12(1): 212-224. doi:10.1038/ismej.2017.158
- Rentería-Martínez ME et al. (2019). Descripción y comparación entre morfotipos de *Fusarium brachygibbosum*, *F. falciforme* y *F. oxysporum* patogénicos en sandía cultivada en Sonora, México. Revista Mexicana de Fitopatología, 37(1): 16-34.
- Robredo P et al (2000). Análisis comparativo de soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos en invernadero. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 4.
- Rosas-Guevara V et al. (2014). Identification and morphological variability of pokkah boeng (*Fusarium* spp.) on sugar cane, in Mexico. Investigación Agropecuaria, 11(2): 119-126.
- SADER-SENASICA (2020). Podredumbre de raíces *Fusarium* spp. (Hypocreales: Nectriaceae) en trigo.
- SADER (2021). Creció producción y exportación de sandía mexicana en 2020.
- SIAP (2022). Avance de Siembras y Cosechas.
- Xie XG et al. (2021). Inactivated pathogenic mycelia as a biocontrol agent against *Fusarium* wilt and its effects on continuously cropped watermelon. Biocontrol Science and Technology, 31(8): 817-833. doi:10.1080/09583157.2021.1892591
- Xu L et al. (2020). Pathogen Infection and Host-Resistance Interactively Affect Root-Associated Fungal Communities in Watermelon. Frontiers in Microbiology, 11. doi:10.3389/fmicb.2020.605622

## Índice

### B

*Bacillus cereus*, 34, 35  
Biomasa aérea, 124, 129, 130

### C

Canopy temperature, 118  
Carbono, 130  
Criopreservación, 27

### D

densidad aparente, 7, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18

### E

El Fuerte, 124, 125, 126, 130  
Endophytic bacteria, 48, 62

### F

Fibra de coco, 80  
Fusarium, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 64, 65,  
66, 67, 68, 69, 70, 71

### M

manglar, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17  
materia orgánica, 7, 8, 9, 11, 14, 16, 17, 18  
Mezquite, 125

### N

Nitrogen, 96, 97, 99, 103, 104

### P

parámetros físico-químicos, 7, 9  
*Panaeus vannamei*, 84, 85, 91  
PGPR, 48

### S

Salinidad, 84  
sedimento, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17  
*Solanum lycopersicum*, 74  
Solución nutritiva, 79

### T

Tezontle, 77, 80

### Y

Yaqui Valley, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 104,  
105



## Sobre los organizadores



 **Dr. Leandris Argentel Martínez**

Profesor e Investigador Titular "C" del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1. Profesor Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Líder del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. Líneas de investigación: Fisiología Vegetal, Bioquímica, Biología Celular y Molecular en plantas y microorganismos. Doctorado en Ciencias Biotecnológicas. Desarrollo de investigaciones sobre mecanismos fisiológicos, rutas anapleróticas y mecanismos moleculares activados por los organismos durante su adaptación estreses abióticos.

Uso de marcadores moleculares de tolerancia de los organismos al estrés abiótico (salinidad, sequía y calor). Manejo de técnicas de isótopos estables para el seguimiento de reacciones bioquímicas en células y tejidos. Aplicación de técnicas experimentales univariadas y multivariadas para el procesamiento de datos. Entre sus principales proyectos, se encuentra vigente en 2022 “Aplicaciones del microbioma y el metaboloma de la *Parkinsonia aculeata* L. Sp. Pl. para la mitigación de estreses biótico y abiótico en el semidesierto y en especies de interés agrícola en México” correo electrónico para contacto: oleinismora@gmail.com



 **Dra. Ofelda Peñuelas Rubio**

Profesor e Investigador Titular "C" del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1. Profesora con Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, miembro del Cuerpo Académico ITVAYA-CA-3. México. Realizó dos estancias posdoctorales (Enero 2016 - Diciembre 2017) dentro del programa de Estancias Nacionales de CONACYT en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional en el área de Ecología Molecular de la Rizósfera. Es Doctora en Ciencias especialidad en Biotecnología. Su

quehacer científico lo desarrolla en el área agrícola, principalmente en el manejo sustentable de los recursos implicados en los agroecosistemas y el aprovechamiento de la microbiota del suelo. Ha participado en colaboración con distintos grupos de investigación lo que le ha permitido participar en proyectos multidisciplinarios y en publicaciones científicas. Email para contacto: ofeperub@gmail.com



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)