



Inovações em pesquisas agrárias e ambientais

Volume V

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Luciano Façanha Marques
Organizadores



Pantanal Editora

2024

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Luciano Façanha Marques
Organizadores

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume V



Pantanal Editora

2024

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Dr. Jorge González Aguilera e 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. Allys 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. Dr. Luciano Façanha Marques
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro 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
Dr. 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)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
UEMA
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
Sec. Mun. de Educação, Cultura e Tecnologia de Araripe
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

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

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

I58

Inovações em pesquisas agrárias e ambientais - Volume V / Organização de Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Luciano Façanha Marques. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2024.
97p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-43-3

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756433>

1. Manejo sustentável do solo. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Marques, Luciano Façanha (Organizador). IV. Título.

CDD 631.59

Índice para catálogo sistemático

I. Manejo sustentável do solo



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

Apresentação

Bem-vindos ao mundo fascinante das pesquisas agrárias e ambientais! É com grande entusiasmo que apresentamos o e-book “Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume V”.

No decorrer dos capítulos deste e-book, são explorados os seguintes tópicos: análise espacial de atributos do solo em área com pasto; características químicas do solo após a aplicação de doses de pó de rocha basáltica, em área cultivada com bananeira cv. Nanica; alface produzido em função de doses de esterco caprino; a relação entre o uso terra, emissões de gases de efeito estufa e mudanças na paisagem em Conceição das Alagoas em MG; sementes de Angico de bezerro, submetidas a diferentes procedimentos de superação de dormência e posterior ciclo de hidratação – desidratação; influência da localidade de produção e da salinidade sobre o potencial germinativo de sementes de angico coletadas em diferentes anos; a cromatografia de Pfeiffer para avaliar a saúde do solo sob o algodão em sistema agroflorestal e convencional; biomarcadores em peixes de cultivo: uma perspectiva de monitoramento sanitário e ambiental para a defesa sanitária animal; presença de *Fusarium* sp. em milho nativo cultivado sob diferentes regimes de irrigação. Esses capítulos fornecem uma análise prática e detalhada sobre técnicas de manejo de solo, cultivos e monitoramento ambiental em diferentes contextos agrícolas.

Agradecemos aos autores por suas contribuições e esperamos que este e-book seja uma fonte valiosa de conhecimento para estudantes, pesquisadores e profissionais interessados nessas áreas vitais.

Boa leitura!

Os organizadores


Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	6
Análise espacial de atributos do solo em área com pasto	6
Capítulo 2	16
Características químicas do solo após a aplicação de doses de pó de rocha basáltica, em área cultivada com bananeira cv. Nanica	16
Capítulo 3	30
Alface produzido em função de doses de esterco caprino	30
Capítulo 4	36
A relação entre o uso terra, emissões de gases de efeito estufa e mudanças na paisagem em Conceição das Alagoas em MG	36
Capítulo 5	43
Sementes de Angico de bezerro, submetidas a diferentes procedimentos de superação de dormência e posterior ciclo de hidratação – desidratação	43
Capítulo 6	52
Influência da localidade de produção e da salinidade sobre o potencial germinativo de sementes de angico coletadas em diferentes anos	52
Capítulo 7	61
A cromatografia de Pfeiffer para avaliar a saúde do solo sob o algodão em sistema agroflorestal e convencional	61
Capítulo 8	71
Biomarcadores em peixes de cultivo: uma perspectiva de monitoramento sanitário e ambiental para a defesa sanitária animal	71
Capítulo 9	87
Presença de <i>Fusarium</i> sp. em maíces nativos cultivados bajo distintos regímenes de riego	87
Índice Remissivo	96
Sobre os organizadores	97


Presencia de *Fusarium* sp. en maíces nativos cultivados bajo distintos regímenes de riego


Recibida em: 20/10/2024

Aprobado em: 04/11/2024


 10.46420/9786585756433cap9


Ofelda Peñuelas-Rubio 

Leandris Argentele-Martínez 


Francisco Cervantes Ortíz 

Daniela Vázquez Granados 

Ibeth Marina Díaz González 

Joe Luis Arias Moscoso 

Pamela Romo Rodríguez 

Ugur Azizoglu 

INTRODUCCIÓN

Dentro de las gramíneas, el maíz (*Zea mays* L.) es el principal grano cultivado en México. La labor que desempeñan los agricultores ha permitido al país posicionarse dentro las ocho principales naciones productoras en el orbe. Este grano, se cultiva en todas las entidades del país y en 2023 se obtuvieron 27.5 millones de toneladas (FIRA, 2024). En México, actualmente se cultivan alrededor de 64 razas distintas de maíces, de las cuales 59 son razas nativas. Los términos “maíz nativo” y “criollo o autóctono”, se refieren a las variedades originales de maíz que han sido cultivadas, adaptadas y seleccionadas por los agricultores a lo largo de generaciones y están vinculadas a la cultura, la historia y las prácticas agrícolas de cada región donde se preservan. Estos maíces nativos forman parte del patrimonio biocultural del país, ya que aportan una gran riqueza de germoplasma y pueden cultivarse en sistemas de producción sostenibles. Las variedades nativas sobresalen por su resistencia a entornos adversos y otras características como sus colores, texturas y contenido de nutrientes; por ello es importante fomentar su producción y la adopción en su cultivo de prácticas agronómicas sustentables que contribuyan a obtener mejores rendimientos (SIAP, 2023).

En general, la producción de maíz en México se realiza bajo un esquema de monocultivo, aunado al uso indiscriminado de insumos químicos, lo que acelera la degradación de los suelos, causando la perturbación de la rizósfera (Sánchez-Ceja et al., 2023) y la susceptibilidad de la planta a plagas y enfermedades (Korenblum et al., 2022). Entre las enfermedades que se han reportado que afectan al cultivo se encuentran la pudrición de la raíz, tallo y mazorca ocasionadas por diversos hongos del género *Fusarium*. Este género comprende algunos de los patógenos más importantes en la agricultura desde el punto de vista económico (Sumerell et al., 2010), que además de su comportamiento fitopatogénico, en su proceso de infección sintetizan micotoxinas de alta toxicidad que generan problemas de salud humana y animal (Velarde et al., 2018). La especie *verticillioides* (Fv) probablemente sea la más común en el mundo,

sin embargo, otras especies como *F. subglutinans* y *F. proliferatum* se asocian a la misma sintomatología (Leyva-Madrigal et al., 2014). La pudrición ocasionada por *Fusarium* en maíz difícilmente puede ser controlada con productos químicos, debido a distintos factores, principalmente la característica endofítica de la infección (Bacon et al., 2001). La tendencia actual es la búsqueda de agentes bioprotectores, o de biocontrol, que a través del uso de microorganismos y extractos vegetales permitan el combate de enfermedades. Existen diferentes estudios que han demostrado que las infecciones ocasionadas por *Fusarium* en maíz pueden combatirse con agentes de biocontrol bacterianos (Leyva-Madrigal et al., 2014; Sánchez-Ceja et al., 2023) y extractos vegetales (García et al., 2012; Villa-Martínez et al., 2014).

El primer paso para establecer estrategias de biocontrol es el conocimiento profundo del patógeno que se desea controlar, ya que la identidad del organismo causante de la enfermedad es fundamental para un control efectivo. El género *Fusarium* es conocido por sus dificultades taxonómicas en la identificación de especies a nivel morfológico (Leyva-Madrigal et al., 2014; Velarde et al., 2018), de allí la necesidad de complementar la caracterización patogénica y molecular, para desarrollar estrategias de biocontrol. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue identificar la diversidad fúngica, con énfasis en el género *Fusarium*, mediante la caracterización macroscópica a partir de raíces de maíz nativo cultivado bajo distintos regímenes de riego.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras vegetales y edáficas

Se estableció un experimento en el TecNM campus Roque ubicado en el municipio de Celaya, Guanajuato, México, que se localiza entre las coordenadas geográficas 20° 31' 24" latitud norte y, entre 100° 48' 55" longitud oeste. Celaya está formado por una extensión territorial de 553.18 km². El experimento consistió en la siembra de 10 accesiones de maíces nativos (Tabla 1).

Los maíces fueron plantados y conducidos bajo distintos regímenes de riego: S1, cuatro riegos de auxilio (riego post-emergencia, abril, mayo, junio); S2, tres riegos de auxilio (riego post-emergencia, abril y dos en mayo); S3, dos riegos (2 en mayo). Una vez que las plantas alcanzaron la etapa de cosecha, se seleccionaron raíces de tres plantas por genotipo de cada siembra, que presentaban características asociadas con la presencia de *Fusarium* sp., que sirvieron como base para el aislamiento y caracterización de las cepas. También se tomaron muestras de suelo de cada planta y se determinaron variables fisicoquímicas.

Tabla 1. Origen de los maíces criollos empleados en el experimento realizado en TecNM campus Roque ubicado en el municipio de Celaya, Guanajuato, México.

Accesiones	Nombre	Origen
G1	Celaya	Celaya
G2	Gavilán	Juventino Rosas
G3	Halcón	Michoacán
G4	Salamanca	Salamanca
G5	ITR	Instituto Tecnológico de Roque
G6	Escobedo 1	Empalme Escobedo
G7	Jaral	Jaral Del Progreso
G8	Escobedo 2	Empalme Escobedo
G9	Escobedo 3	Empalme Escobedo
G10	Escobedo 4	Empalme Escobedo

Las muestras de raíces y suelo colectadas se mantuvieron a 4°C, y las determinaciones microbiológicas de raíces y fisicoquímicas del suelo se realizaron en el TecNM campus Valle del Yaqui en Bécum, Sonora, México. En la Figura 1 se presentan las raíces de maíces criollos provenientes del experimento en campo mencionado con anterioridad.



Figura 1. Raíces de maíces nativos colectadas en el experimento realizado en TecNM campus Roque ubicado en el municipio de Celaya, Guanajuato, México.

Análisis fisicoquímicos del suelo

Las evaluaciones fisicoquímicas de las muestras del suelo se realizaron por triplicado. Se determinó conductividad eléctrica, pH % de materia orgánica y textura del suelo, mediante las siguientes técnicas:

- o Conductividad eléctrica (CE). Se utilizó la metodología propuesta por la USDA (1999) que indica la toma de muestras de suelo a una profundidad de 0 a 3 pulgadas (7.62 cm). Se realizó una muestra compuesta de cada tratamiento bajo distintos regímenes de riego (S1, S2, S3) por accesión de maíz, para obtener submuestras de 1/8 de taza, con el cucharón de muestreo lleno al ras que se colocó en un recipiente plástico. Se agregaron 30 mL de agua destilada al recipiente

con la submuestra. La resultante de la mezcla suelo/agua, corresponde a una relación 1:1 de suelo a agua, en base a volúmenes. El recipiente se tapó y agitó vigorosamente alrededor de 25 veces. La CE se determinó con un multiparámetro (Hanna Instruments) cuando las partículas del suelo estaban suspendidas en la solución. Los datos se registraron en dS m^{-1} y para su interpretación se utilizó la sugerida por la USDA (1999).

- pH. Después de 15 minutos de realizar la lectura de CE, se insertó el medidor de pH en el sector superior de la solución y se esperó hasta que se estabilice (0-30 segundos), la lectura digital se registró y enjuagó con H_2O destilada entre cada medición. Para la clasificación del suelo en cuanto a su valor de pH se utilizó la interpretación propuesta por la USDA (1999).
- Porcentaje de Materia orgánica (%MO). Se utilizó la metodología propuesta por Heiri et al. (2001) que consistió en la aplicación de la fórmula:

$$\% \text{ de materia orgánica} = \frac{(\text{peso de secado} - \text{peso después de la ignición})}{\text{peso total}} \times 100$$

- Textura del suelo. Para la determinación de las clases texturales de las muestras de suelo por el método de Bouyoucos, se empleó la NOM-021-RECNAT-2000. 2002, Norma que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.

Diversidad Fúngica

Se realizó un proceso de desinfección de raíces (previamente se hicieron cortes de 1 cm^2) con etanol por 2 minutos y lavados con agua destilada estéril. Se secaron y se dispusieron en placas de Petri con agar dextrosa de papa (ADP) acidificado con ácido tartárico 10%. El periodo de incubación fue de 7 días $28 \text{ }^\circ\text{C}$.

El aislamiento de las cepas presuntivas de *Fusarium* sp. se realizó por técnicas de microbiología clásica (Leslie & Sumerrell, 2006). De las colonias crecidas se tomó una pequeña muestra con un asa microbiológica que fue depositada en una placa de Petri con ADP. Se incubaron a $28 \text{ }^\circ\text{C}$ por 7 días, y una vez que se presentó crecimiento suficiente, se realizó una caracterización macroscópica de las colonias, se consideró color y forma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica del suelo

Los resultados de la caracterización fisicoquímica del suelo se presentan en la Tabla 1. Las muestras de suelo de los tres tratamientos bajo distintos regímenes de riego (S1, S2, S3) presentaron un pH medianamente alcalino, efectos despreciables de salinidad y la clase textural fue “arcillosa”. Respecto al contenido de materia orgánica, la Siembra 1 (S1) presentó un contenido medio, y las siembras 2 y 3 (S2 y S3) un bajo contenido de MO (Tabla 1).

Tabla 1. Características fisicoquímicas del suelo de Celaya, Guanajuato.

Siembra*	pH	CE	% materia orgánica	Clase textural
S1	7.44	0.19	2.33	Arcillosa
S2	7.45	0.19	0.34	Arcillosa
S3	7.39	0.34	0.39	arcillosa

* distintos regímenes de riego: S1, cuatro riegos de auxilio (riego post-emergencia, abril, mayo, junio); S2, tres riegos de auxilio (riego post-emergencia, abril y dos en mayo); S3, dos riegos (2 en mayo). Ph: ph da solución del suelo. CE: conductividad eléctrica.

Aislamiento y purificación de cepas fúngicas

Se logró el aislamiento de 30 hongos que presentaron diferentes tonalidades: verde oscuro, negro, café, blanco, amarillo, rojo y rosa como los más comunes (Figura 2). De manera general, las formas encontradas fueron: circular, puntual, y filamentosa, con elevación convexa, plana y acuminada. Las características macroscópicas observadas fueron propias de los géneros *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Phytophthora*, y *Fusarium*.

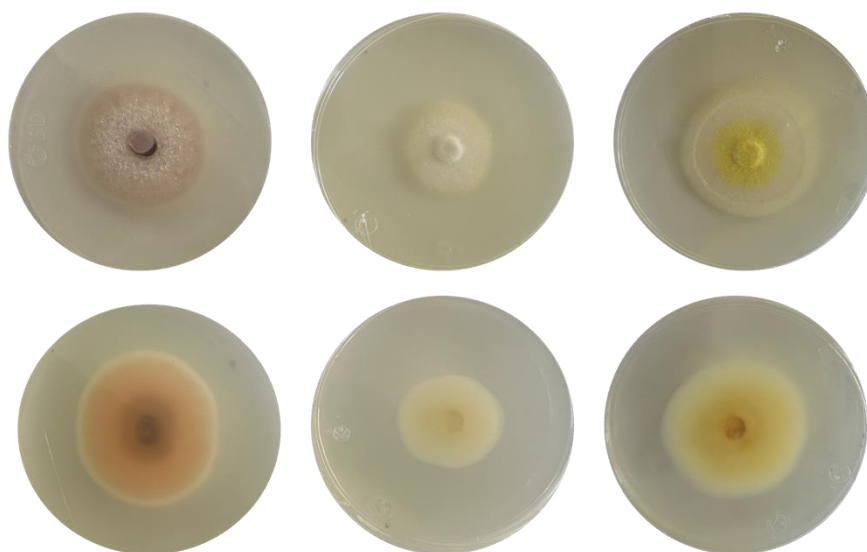


Figura 2. Algunas de las cepas aisladas que corresponden a características coloniales de *Fusarium* sp.

Presuntivamente se encontraron 23 cepas de *Fusarium* sp., donde 19 de estos hongos pertenecen a la S2, mientras que la S1 y S3 cuentan con dos hongos cada una, siendo los más comunes *Fusarium oxysporum* y *F. verticillioides*. Con fines de conservación, se realizó una identificación macroscópica de las cepas, como se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Cepas presuntivas aisladas de cada Siembra y su caracterización macroscópica.

Muestra	Color	Forma
Siembra 1		
G1	Rosa	Filamentosa
G2	Blanco	Circular
G3	Rojo	Puntiforme
G4	Café, verde	Puntiforme
G5	Negro, verde, rojo	Puntiforme
G6	Café	Puntiforme
G7	Rosa	Circular
G8	Amarillo claro	Puntiforme
G9	Negro con borde blanco	Puntiforme
G10	Verde con borde blanco	Puntiforme
Siembra 2		
G1	Negro con algodón	Puntiforme
G2	Rosa, blanco	Filamentoso
G3	Algodón, rosa, amarillo	Puntiforme
G4	Rojo	Puntiforme
G5	Negro borde blanco	Puntiforme
G6	Verde borde blanco,	Puntiforme
G7	Rosa, rojo	Irregular
G8	Rojo, café, blanco	Circular
G9	Verde borde blanco,	Puntiforme
G10	Café	Circular
Siembra 3		
G1	Verde con borde blanco	Puntual
G2	Blanco con puntos negros	Puntual
G3	Rojo	Puntual
G4	Negro borde blanco	Circular
G5	Rojo	Circular
G6	Verde borde blanco	Circular
G7	Rojo	Puntual
G8	Rojo	Circular
G9	Gris	Puntual
G10	Rojo	Puntual

Esta información permitió la conservación de los aislados en glicerol dentro de un congelador a -20°C. El género *Fusarium* está ampliamente distribuido a nivel mundial y son comunes en los suelos. Se relacionan principalmente con cultivos de cereales. Por lo que, algunas de sus especies son consideradas fitopatógenas e infectan a una amplia gama de cultivos, incluyendo maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum* sp.), avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), soya (*Glycine max*), calabaza (*Cucurbita pepo*), melón (*Cucumis melo*) y sandía (*Citrullus lanatus*), así como, algunas semillas de oleaginosas, girasol (*Helianthus annuum*) y linaza (*Linum usitatissimum*), entre otros. Causando la muerte de las plántulas,

el aborto de semillas, la pudrición del grano y las plántulas, tizón, clorosis, marchitamiento vascular, muerte y reducción del crecimiento en una gran variedad de plantas hospederas (CIMMYT, 2020).

En la Figura 3 se muestra la frecuencia de aislados por material genético de maíz según cada Siembra. Como se observa, la S2 presentó el 86% de cepas aisladas; S1 y S3 presentaron el 8.7% cada Siembra. Respecto al material genético de maíz, G2 y G8, presentaron el 30.4% de incidencia de cepas cada uno. Los menos susceptibles fueron G5 y G6, ya que no hubo presencia de cepas presuntivas.

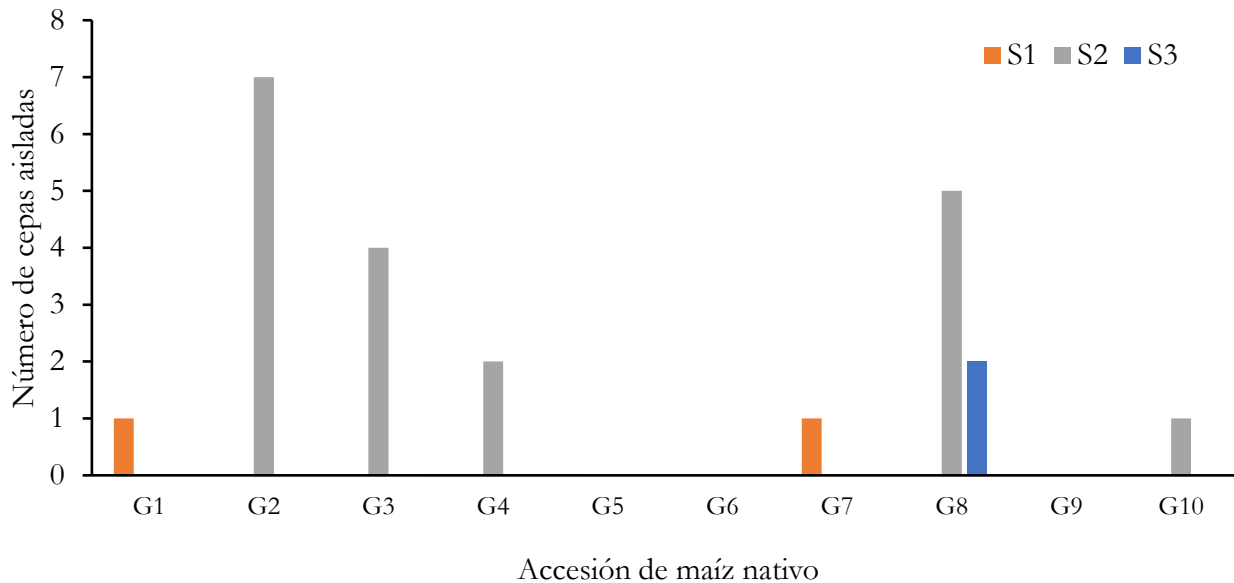


Figura 3. Frecuencia de cepas de *Fusarium* sp. aisladas por material genético de maíz en cada Siembra.

La menor susceptibilidad encontrada en G5, G6 y G9 presupone potencialidades para el uso de estos materiales genéticos con baja probabilidad de presentar mermas en los rendimientos debido a las afectaciones de fusariosis en el maíz. Aunque la fusariosis en maíz es generalmente soslayada por los productores, existen reportes de afectaciones significativas en el desempeño fisiológico de este cultivo (Deresa et al., 2024) y por consiguiente en el rendimiento. Hace algunos años se desarrolló una investigación en el municipio de Celaya, Guanajuato (Figuroa-Rivera et al. 2010) donde se presentaron algunos de los escasos reportes sobre la presencia de fusariosis en maíz; se caracterizó la diversidad de especies del género *Fusarium* asociadas a la pudrición del tallo de maíz en parcelas y se realizaron pruebas de patogenicidad con las especies identificadas. Se colectaron plantas con daño evidente causado por éste patógeno, se identificaron las especies presentes mediante pruebas microbiológicas y se evaluó su patogenicidad al inocularlas en trece accesiones raciales de maíz. Los resultados indicaron la presencia de *Fusarium subglutinans*, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium heterosporum*, *Fusarium esquiseti*, *Fusarium proliferatum* y *Fusarium reticulatum*, en donde *F. subglutinans* fue la especie más abundante. Las cepas de *F. subglutinans*,

presentaron el mayor porcentaje de incidencia con un 61.6%, seguidos por *F. verticillioides* y *F. heterosporum* con un 18.1 y 10.1% respectivamente.

Dichos resultados quizás no presentaron un seguimiento y, en el presente estudio se retoma el estudio debido a la necesidad de incrementar las producciones de maíz a nivel local para contribuir a la seguridad alimentaria. En futuras investigaciones se realizarán estudios moleculares para la caracterización de las especies y realizar los análisis de severidad del hongo y su contribución al deterioro del rendimiento de grano en maíz. Estos estudios darán pie a la toma de decisiones sobre el manejo integrado para controlar la enfermedad con el uso de alternativas biotecnológicas sustentables para el biocontrol, como el uso de microorganismos antagonistas (Castro-del-Ángel et al. 2021) o extractos vegetales, ya incluso probados en otros cultivos (Arvizu-Quintana et al. 2021), sin la necesidad de aplicar productos químicos.

CONCLUSIONES

El presente estudio ofrece información preliminar de la presencia de cepas presuntivas de *Fusarium* en maíz. Trabajos futuros de caracterización molecular permitirá la validación de los resultados obtenidos. En futuras investigaciones se evaluarán extractos vegetales y antagonistas bacterianos biocontroladores de esta enfermedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arvizu-Quintana, E. F. et al. (2021). Extractos hidroalcohólicos de *Parkinsonia aculeata* L., Sp. Pl. para el biocontrol de *Fusarium oxysporum* Schlecht. *Renew Energ Biomass Sustain*, 3(2), 46-52.
- Bacon, C. et al. (2001). Biological control of *Fusarium moniliforme* in maize. *Environmental Health Perspectives*, 109, 325-332.
- Castro-del-Ángel, E. et al. (2021). Actividad antifúngica de bacterias endófitas para el control de *Fusarium verticillioides* en maíz. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(2).
- CIMMYT (2020). Control biológico de *Fusarium*, el diminuto enemigo de los cultivos. <https://idp.cimmyt.org/control-biologico-de-fusarium-el-diminuto-enemigo-de-los-cultivos/>
- Figuroa-Rivera, M. G. et al. (2010). Caracterización de especies de *Fusarium* asociadas a la pudrición de raíz de maíz en Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28(2), 124-134.
- FIRA (2024). Panorama Agroalimentario Maíz 2024. Fideicomisos en Relación con la Agricultura. <http://www.fira.gob.mx>
- García, D. et al. (2012). Effect of *Equisetum arvense* and *Stevia rebaudiana* extracts on growth and mycotoxin production by *Aspergillus flavus* and *Fusarium verticillioides* in maize seeds as affected by water activity. *International Journal of Food Microbiology*, 153, 1-2.
- Heiri, O. et al. (2001). Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: Reproducibility and comparability of results. *Journal Of Paleolimnology*, 25, 101-110.

- Korenblum, E. et al. (2022). Plant-microbe interactions in the rhizosphere via a circular metabolic economy. *The Plant Cell*, 34(9), 3168-3182.
- Leslie, J. F., Summerell, B. A. (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Iowa, USA, Blackwell Publishing.
- Leyva-Madriral, K. et al. (2014). *Fusarium* species from the *Fusarium fujikuroi* species complex involved in mixed infections of maize in northern Sinaloa, Mexico. *Journal of Phytopathology*, 163(3), 486-497.
- NOM-021-RECNAT-2000. 2002. Norma que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.
- Sánchez-Ceja, M. G. et al. (2023). Aislamiento de bacterias nativas con potencial en la promoción del crecimiento de maíz criollo mexicano (*Zea mays* L.). *Biocencia*, 26(1).
- SIAP (2023). Panorama Agroalimentario. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035>
- Summerell, B. et al. (2010). Biogeography and phylogeography of *Fusarium*: a review. *Fungal Diversity*, 44, 3-13.
- USDA (1999). Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Departamento de Agricultura, USA. 82 p. <https://www.nrcs.usda.gov/>
- Velarde, F. et al. (2018). Identificación molecular de *Fusarium* spp. aislados de maíz en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(8), 1675-1689.
- Villa-Martínez, A. et al. (2014). Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64(2), 194-205.

Índice Remissivo

C

Caatinga, 52

E

Emissões, 37, 39

Épocas de amostragem, 20, 21, 23

Esterco, 32, 33

F

Fusarium sp, 87, 88, 90, 91, 93

P

Pityrocarpa moniliformis, 43, 44, 46, 47, 49

R

Remineralizadores, 17

S

Sementes, 43

Z

Zea mays, 87, 92

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós-Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 237 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 131 resumos simples/expandidos, 86 organizações de e-books, 53 capítulos de e-

books. É editor chefe da Pantanal editora e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 23 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto II na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 130 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 61 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora, e da Revista Trends in Agricultural and Environmental Sciences, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com



  **Luciano Façanha Marques**

Técnico em Agropecuária pela Escola Agrotécnica Federal de Iguatu-CE (1997). Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2006). Mestre em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2009). Doutor em Agronomia (Solos e nutrição de plantas) pela Universidade Federal da Paraíba (2012). Professor Adjunto IV, Universidade Estadual do Maranhão. Contato: lucianomarques@professor.uema.br



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br

