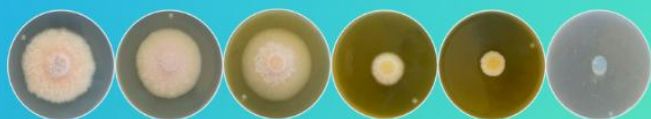


Leandris Argente!-Martínez
Ofelda Peñuelas-Rubio
Jaime Garatuza-Payán
Editores

Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México

Volumen II



Pantanal Editora

2025

Leandris Argente!-Martínez
Ofelda Peñuelas-Rubio
Jaime Garatuza-Payán
Editores

**Investigaciones Biológicas, Agrícolas
y Ambientales de México**
Volumen II



Pantanal Editora

2025

Copyright© Pantanal Editora

Editor Jefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Ejecutivos: Dr. Jorge González Aguilera y Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diseño: El editor. **Diseño y arte:** el editor. Imágenes de portada y contraportada: Canva.com. **Reseña:** Autor(es), organizador(es) y editor.

Consejo editorial

Grado académico y nombre

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. 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
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. 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
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez
Profa. 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
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. 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*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Ugur Azizoglu
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Institución

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
Universidade Kayseri, Türkiye
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

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

Hoja de catálogo

Catalogación en la publicación
Elaborada por Bibliotecaria Janaina Ramos – CRB-8/9166

I62

Investigaciones biológicas, agrícolas y ambientales de México - Volumen II / Organização de Leandris Argente-Martínez, Ofelda Peñuelas-Rubio, Jaime Garatuza-Payán. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2025. 250p. ; il.

Libro en PDF

ISBN 978-65-85756-56-3

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756563>

1. Ciencia. 2. Innovación tecnológica. I. Argente-Martínez, Leandris (Organizador). II. Peñuelas-Rubio, Ofelda (Organizador). III. Garatuza-Payán, Jaime (Organizador). IV. Título.

CDD 500

Índice para catálogo sistemático

I. Ciencia



Nuestros libros electrónicos son gratuitos y se permite el acceso público, la descarga y el intercambio, pero solicitamos que se dé el debido crédito a Pantanal Editora y también a los organizadores y autores. Sin embargo, no se permite el uso de libros electrónicos con fines comerciales, salvo autorización expresa de los autores y acuerdo de 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

Prólogo

El presente libro se titula: “**Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México, Volumen II**”. Ha sido conformado por un grupo de estudios experimentales y de extensión, enfocados la generación de nuevos conocimientos.

El libro está conformado por tres sesiones. La primera: “**Investigaciones biológicas**” agrupa trabajos con microorganismos promotores del desarrollo, estudio de potencial antifúngico y antagonistas de microorganismos y extractos vegetales. La segunda sesión: **Investigaciones agrícolas**” aglutina el quehacer científico para la producción de hortalizas y cereales, principalmente en condiciones experimentales de campo abierto. Estas investigaciones contribuyen a la seguridad y soberanía alimentaria nacional y a la mitigación de impactos de condiciones edafoclimáticas estresantes. La tercera sección “**Investigaciones ambientales**” confirma la importancia de cereales adaptables a condiciones climáticas desfavorables. Además otro de los trabajos aborda del uso de los manglares para la funcionalidad y estabilidad de ecosistemas costeros. En esta sección también se presenta una contribución que enfatiza en la importancia de la actividad fúngica en el saneamiento de suelos ante la presencia de metales pesados.

Se agradece a todos los autores de los respectivos capítulos, en su mayoría investigadores nacionales de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (**SECIHTI**) adscritos a diferentes centros de Educación Superior de los Estados Unidos Mexicanos. Gracias a su quehacer científico generan productos que, en medios como este, amplían las capacidades y posibilidades de acceso universal al conocimiento. Un reconocimiento especial a los miembros del Cuerpo Académico Consolidado **ITVAYA-CA-3, del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui**, por su contribución a las tres secciones aquí agrupadas.

Los autores

Resumen

Prólogo.....	4
Ciencias biológicas	7
Capítulo 1.....	8
Uso de microorganismos promotores del desarrollo del maíz (DK-4050) bajo régimen de riego deficitario controlado	8
Capítulo 2.....	20
Caracterización fitoquímica preliminar y actividad antifúngica <i>in vitro</i> de <i>Parkinsonia aculeata</i> sobre <i>Fusarium</i> del maíz	20
Capítulo 3.....	28
Efectos de <i>Enterobacter cloacae</i> y <i>Priestia megaterium</i> en la absorción de agua y germinación de de frijol	28
Capítulo 4.....	40
Caracterización Biofísica de autohidrolizados de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) mediante dispersión de rayos X de ángulo pequeño.....	40
Capítulo 5.....	49
Evaluación de la calidad de yogur con pitaya (<i>Stenocereus thurberi</i>) elaborado con una combinación de lactobacilos	49
Capítulo 6.....	61
Extracto del wereke (<i>Ibervillea sonora</i>) como antagonista de <i>Fusarium</i> spp	61
Ciencias agrícolas	73
Capítulo 7.....	74
Optimización del cultivo de trigo cristalino mediante el uso de enmiendas (yeso agrícola) para mejorar la calidad del grano	74
Capítulo 8.....	81
Índices de vegetación derivados de imágenes digitales para el análisis de la fenología y el desarrollo del cultivo de trigo	81
Capítulo 9.....	87
Efecto de diferentes estrategias de fertilización orgánica en el crecimiento de plántulas de Chile Piquín (<i>Capsicum annuum</i> var. <i>aviculare</i>) bajo condiciones protegidas	87
Capítulo 10	97
Evaluación de híbridos de maíz cultivados en suelo en condiciones de salinidad	97
Capítulo 11	107
Efectos del QuitoMax® en la germinación de plántulas de tomate de las variedades Amalia y Claudia en condiciones semicontroladas	107
Capítulo 12	122
Tratamiento a la semilla de maíz y su efecto en la calidad fisiológica en dos condiciones de almacenamiento	122
Capítulo 13	133

Aceites esenciales y caldos minerales como tratamineto pregerminativo en semilla de maíz	133
Capítulo 14	144
Productividad de melón Zacapa con diferentes densidades de siembra en Michoacán.....	144
Ciencias ambientales	156
Capítulo 15	157
Triticale: una opción sustentable para forraje bajo condiciones agroecológicas en el sur de Sonora	157
Capítulo 16	162
Caracterización ambiental multi-hábitat de islas artificiales, para la gestión de sitios de anidación de aves acuáticas en Bahía del Tóbari, Sonora, México	162
Capítulo 17	200
Importancia del aislamiento de hongos en suelos contaminados con metales pesados para biorremediación y biotecnología ambiental	200
Capítulo 18	219
Políticas desarticuladas sobre cuencas, manglares y pesca: impactos regionales y respuestas comunitarias desde El Topón, Pijijiapan, Chiapas.....	219
Índice	248
Editores.....	249

Ciencias biológicas



Aceites esenciales y caldos minerales como tratamieto pregerminativo en semilla de maíz

Recibido em: 14/05/2025

Aprobado em: 19/05/2025

 10.46420/9786585756563cap13

José Francisco Rodríguez Rodríguez 

Eva Lizbeth León Arreguin 

Diego Martín Badillo Garcia 

Francisco Cervantes Ortiz* 

Alfredo Josué Gámez Vázquez 

José Guadalupe García Rodríguez 

Sarahyt Santamaría Gonzalez Figueroa 

Anselmo Hernández Pérez 

INTRODUCCIÓN

Actualmente la agricultura está obligada en aumentar la producción agrícola, su calidad, procesamiento y almacenamiento (de Andrade et al., 2023), por lo que se han propuesto varias innovaciones tecnológicas para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción, con la finalidad de reducir el uso de agroquímicos sintéticos como plaguicidas y fertilizantes (Rouphael; Colla, 2020), por lo anterior es importante desarrollar nuevas estrategias, basadas en la aplicación y uso de productos biorracionales que incrementen los rendimientos y garanticen la seguridad y sostenibilidad de los cultivos (SADER, 2023). Una alternativa a los productos de síntesis química son los bioestimulantes que ayudan a mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos (Kapoore et al., 2021). Los bioestimulantes agrícolas son compuestos naturales y/o microorganismos aplicados a plantas o semillas, con la finalidad de romper la latencia, potenciar el crecimiento vegetal y aumentan la absorción de nutrientes al mejorar el sistema radicular, lo que favorece los parámetros de calidad de los cultivos (Parađiković et al., 2019).

Los extractos o aceites obtenidos de las plantas contienen metabolitos secundarios como fenoles, flavonoides, cumarinas y taninos, entre otros, los cuales pueden ser considerados para usarse como bioestimulantes (Rodríguez et al., 2020), además de proteger a las plantas del ataque de patógenos e insectos plagas y tolerar el estrés ambiental (Dhifi et al., 2016). Los compuestos bioactivos de los aceites esenciales, al ser aplicados a la semilla son absorbidos por la misma y actúan como precursores de vías bioquímicas que ayudan en una germinación temprana (Barone et al., 2018), como es el caso de los polifenólicos que influyen en procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento y desarrollo de las plantas, como la germinación de semillas, la división celular y la síntesis de pigmentos fotosintéticos (Tanase et al., 2019). Ignat et al. (2011) reportan que la aplicación de extractos polifenólicos

* Autor correspondiente: francisco.co@roque.tecnm.mx

estimularon la longitud de raíz en avena (*Avena sativa*) y maíz (*Zea mays*), además de incrementar su biomasa.

Por su parte, los caldos minerales, son compuestos elaborados a base de minerales, por ejemplo, el azufre, cenizas, calcio y zinc los cuales son controladores de plagas y patógenos, además de mejorar la fertilidad del suelo (IDMA, 2020); por consecuencia nutren a la planta y estimulan el crecimiento de raíces además de bloquear metales pesados (Herran et al., 2008). El azufre (S) es un componente vital de cada célula viva al forma parte de aminoácidos, por lo que es indispensable para las síntesis de proteínas en las plantas, como parte de su estructura y de algunas hormonas y aceites (Quispe-Cusi et al., 2016). El zinc (Zn) es un micronutriente importante para las plantas, ya que participa en funciones celulares clave, como los procesos metabólicos y fisiológicos, la activación enzimática y la homeostasis iónica (Alsafran et al., 2022). El calcio (Ca) es un elemento esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas en condiciones de estrés y sin estrés, ya que éste no solo cumple la función de la estabilidad de la pared y la membrana celular, sino que también actúa como mensajero en procesos celulares (Thor, 2019). Por otro lado, la ceniza llega aportar una gran cantidad de nutrientes como: el óxido de silicio, potasio (K), fósforo (P), aluminio (Al), calcio (Ca), magnesio (Mg) y microelementos como el hierro (Fe) y zinc (Zn) (Arias et al., 2021). Por lo antes mencionado el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto bioestimulante de aceites esenciales y caldos minerales como tratamiento pregerminativo en la semilla de maíz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en el invernadero del Laboratorio de Entomología del Campo Experimental Bajío del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en la Carretera Celaya-San Miguel Allende, Km. 6.5, Celaya, Gto., México.

Material vegetal

Se evaluaron tres genotipos de maíz (Roque Nuevo Milenio, Roque 2015 y Roque 2020) proporcionados por el Programa de Mejoramiento Genético del Tecnológico Nacional de México en Roque, además de un híbrido comercial (Antilope).

Tratamientos pregerminativos

Como tratamientos pregerminativos a la semilla se utilizaron tres aceites esenciales, canela, romero y lemon grass, de la empresa Parvitra® y tres caldos minerales, silicosulfocálcico, sulfocálcico y de zinc, los cuales fueron elaborados de acuerdo a lo descrito por Restrepo, (2007). Tanto los aceites

esenciales y caldos minerales se evaluaron a dosis de 0,5 y 1 ml por 200 g de semilla y un testigo sin aplicación, dosis 0.

Pruebas de calidad fisiológica

Para la evaluación de las pruebas de calidad fisiológica de la semilla de maíz tratada con aceites esenciales y caldos minerales se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con un arreglo trifactorial, donde el factor 1 fueron los genotipos de maíz (6), factor 2, tratamientos a la semilla (6) y factor 3, dosis (3) y cuatro repeticiones por tratamiento; cada unidad experimental consistió de una cama de arena con dimensiones de 160 x 65 x 65 cm y 25 semillas de cada tratamiento.

Los tratamientos a la semilla se realizaron de forma manual, pesando 200 g de semilla de maíz, posteriormente se colocaron en un recipiente de cristal de un volumen de 500 ml, se adiciono la dosis correspondiente de cada tratamiento y agito durante 3 min, esto con la finalidad de asegurar la adherencia y la homogeneidad en la semilla, una vez que la semilla estaba tratada se colocó sobre papel absorbente y se dejó secar durante 30 min. Este procedimiento se realizó cada para genotipo, aceite esencial, caldo mineral y dosis en estudio.

Ya tratada la semilla se maíz se realizó la siembra en camas de arena, se marcaron surcos de 65 cm de largo, con una separación de 3 cm entre surcos, se colocaron 25 semillas por surco a una distancia de 2.5 cm y una profundidad de 5 cm. Los riegos se realizaron diariamente, para evitar la pérdida de humedad del sustrato. A partir de la emergencia de la primera planta diariamente se contabilizo el número de plantas emergidas, hasta que la emergencia de plantas se mantuvo, posteriormente se le dio seguimiento al experimento durante 15 días.

Las variables evaluadas fueron:

Porcentaje de emergencia: Se obtuvo mediante la relación del número de plántulas emergidas y el total de las semillas sembradas por 100 (Fakorede; Ayoola, 1980).

$$\% \text{ de emergencia} = \left(\frac{\text{no. de plántulas emergidas}}{\text{no. total de semillas sembradas}} \right) \times 100$$

Velocidad de emergencia: A partir de la emergencia de la primera planta y durante los próximos 10 días se registró el número de plantas por día y se utilizó la fórmula propuesta Maguire (1962).

$$V_e = \frac{\text{no. de plántulas normales}}{\text{días al primer conteo}} + \dots + \frac{\text{no. de plántulas normales}}{\text{días al último conteo}}$$

Longitud de raíz y planta: 15 días después de la emergencia, de cada repetición se sacaron 10 plantas al azar, la cuales se enjugaron en agua y se midió la longitud de raíz desde la parte apical hasta el cuello e la planta, para la longitud de plúmula de medio desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja.

Peso fresco y peso de seco de planta: Posteriormente las plantas que se midieron se llevaron a laboratorio y se pesaron en una báscula digital marca Ohaus, modelo Adventurer y el dato obtenido se consideró como peso fresco, posteriormente se colocaron en bolsas de papel del número 8 y se metieron a una estufa de secado durante 48 h a 60 °C, transcurrido este tiempo se sacaron y se volvieron a pesar y obtener el peso seco. para obtener la biomasa de la planta se calculó mediante la diferencia del peso fresco y peso seco.

Índice de vigor I: Se calculó de acuerdo a lo descrito por Kharb et al. (1994) multiplicando el porcentaje de emergencia por la longitud de planta.

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos en las pruebas de calidad fisiológica de la semilla de maíz tratada con aceites esenciales y caldos minerales se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), cuando este mostro diferencia significativa entre los factores en estudio se procedió a realizar la prueba de Tukey ($p < 0,05$) para la comparación de las medias. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo en el programa computacional R-studio ver. 4.4.2 (R-core, 2024).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los cuadros del análisis de varianza de las variables de calidad fisiológica de la semilla de maíz.

TABLA 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de variables de calidad fisiológica de semilla de maíz tratada con aceites esenciales y caldos minerales a dosis de 0.5 y 1 ml. Fuente: los autores.

FV	GL	VE	PE	LP	LR	PFP	PSP	BP	IVI
G	3	100.2***	439**	48.2***	98.9***	1.552***	0.244***	0.502***	193569 ***
T	6	784.7***	12008***	60.2***	323.9***	0.655***	1.411***	2.149***	2258463***
D	1	1831.9***	29058***	665.7***	1182.1***	5.289***	4.893***	0.288***	12142420***
G*T	18	52.1***	144*	5.2***	38.6***	0.170***	0.121***	0.205***	43093 **
G*D	3	110***	474***	10.7***	164.5***	0.165***	0.419***	0.175***	116024 **
T*D	5	383.1***	11462***	20.0***	141.5***	0.233***	0.145***	0.374***	1165796***
G*T*D	15	25.4***	121	10.1***	23.6*	0.206***	0.243***	0.236***	75640***
Error	156	1,3	79	0,8	11,3	0,552	0,002	0,0083	20495
CV	-	6,59	10,82	8,05	13,94	5,63	8,63	14,4	14,59

FV=Fuente de variación; GL= Grados de libertad; VE= Velocidad de emergencia; PE=Porcentaje de emergencia; LP= Longitud de plúmula; LR=Longitud de radícula; PFP=Peso fresco de planta; PSP=Peso seco de planta; IVI= Índice de vigor I; G=Genotipo; T=Tratamiento; D= Dosis; CV= Coeficiente de variación. Diferencia significativa (0.05*, 0.001** y 0.0001***).

Se observa que para las fuentes de variación, genotipo, tratamiento y dosis, así como para sus interacciones, genotipo por tratamiento, genotipo por dosis, tratamiento por dosis y la triple interacción genotipo por tratamiento por dosis se reportan diferencias significativas, excepto para la variable porcentaje de emergencia para en la triple interacción de los factores en estudio. Por otro lado, también se reportan los coeficientes variación para cada una de las variables en estudio, mostrando valores inferiores al 15%.

Las medias por genotipo de maíz con tratamiento de aceites esenciales y caldos minerales se observan en la Tabla 2, donde el material Nuevo Milenio reporta la mayor emergencia y velocidad de emergencia con valores de 18.08 plantas por día y 85.34 %, respectivamente, mientras que, el testigo comercial presenta la media más baja para ambas variables con 15.2 plantas por día y 78.50 %, respectivamente. En lo que se refiere a longitud de plúmula y radícula, Roque 2015, reporta los valores más altos con 12.26 y 26.06 cm, respectivamente, por su parte, testigo comercial muestra el menor valor para longitud de radícula con 9,95 cm y Roque 2020 la media más baja para longitud de raíz con 22.92 cm. Roque 2015 presentó el peso fresco de planta más alto con una media de 1,16 g, por otro lado, el testigo comercial muestra el menor valor con 0,79 g. Para el peso seco de planta el genotipo Nuevo Milenio reporta el valor mayor con 0.56 g, mientras que, Roque 2020 mostró el menor peso seco con 0.41 g. Para el índice de vigor inicial I Roque 2015 reporta la media mayor con un valor de 1039.69, por otro lado, el testigo comercial fue el material que mostro el menor vigor con 898.96.

Tabla 2. Comparación de medias de genotipos de maíz tratados con aceites esenciales y caldos minerales a dosis de 0,5 y 1 ml y su efecto en la calidad fisiológica de la semilla. Fuente: los autores.

Genotipo	VE (plan día ⁻¹)	PE (%)	LP (cm)	LR (cm)	PFP (g)	PSP (g)	BP (g)	IVI
Nuevo Milenio	18.04 a	85.34 a	11.21 b	23.76 b	1.14 ab	0.56 a	0.58 b	1011.44 a
Roque 2020	17.71 a	83.26 a	11.50 b	22.92 b	1.11 b	0.41 c	0.72 a	972.88 a
Roque 2015	17.55 a	81.39 ab	12.26 a	26.06 a	1.16 a	0.48 b	0.68 ab	1039.69 a
Testigo comercial	15.2 b	78.50 b	9.95 c	23.49 b	0.79 c	0.43 c	0.36 c	898.96 b

Columnas seguidas de la misma letra no presenta diferencia significativa (Tukey, $p < 0,05$); VE= Velocidad de emergencia; PE=Porcentaje de emergencia; LP= Longitud de plúmula; LR=Longitud de radícula; PFP=Peso fresco de planta; PSP=Peso seco de planta; IVI= Índice de vigor I.

El efecto de los aceites esenciales y caldos minerales como tratamientos pregerminativos en semillas de maíz se muestra en la Tabla 3. Los tratamientos que presentan mayor la velocidad y porcentaje de emergencia de las semillas fueron el testigo absoluto, seguido del aceite de romero y los caldos silicosulfocálcico y sulfocálcico con valores de 21.04, 20.52 y 20.28 plantas por día y 97.25, 94.68 y 96.18 %, respectivamente, para la longitud de plúmula el testigo presentó la media más alta con 13.61 cm, mientras que, la aplicación de los tratamientos inhibió el crecimiento, destacando el aceite de canela con

un valor de 8.80 cm, por su parte, el caldo silicosulfocálcico estimulo el desarrollo radicular con un valor de 28.03 cm. Para la variable de peso fresco se observa que los tratamientos de lemon grass y canela disminuyeron el peso de planta en más de 0.43 g en comparación con el testigo que reporta el valor más alto. En tanto, para el peso seco destaca el aceite de romero y canela con medias de 0.71 y 0.68 g, respectivamente. Los tratamientos que disminuyeron la biomasa de las plantas fueron lemon gran seguido de canela con valores de 0.24 y 0.39 g, respectivamente. Por otro lado, el uso de caldos minerales y aceites esenciales disminuye el índice de vigor I de las semillas de maíz, siendo los aceites de lemon grass y canela los que afectaron más esta variable con medias de 694.43 y 544.12.

Tabla 3. Comparación de medias de tratamientos aplicados a dosis de 0,5 y 1 ml a genotipos de maíz y su efecto en la calidad fisiológica Fuente: los autores.

Tratamientos	VE (plan día ⁻¹)	PE (%)	LP (cm)	LR (cm)	PFP (g)	PSP (g)	BP (g)	IVI
Testigo	21.04 a	97.25 a	13.61 a	27.77 a	1.32 a	0.14 e	1.17 a	1344.93 a
Romero	20.52 ab	94.68 a	11,31 c	21.85 b	1.14 bc	0.71 a	0.44 d	1049.21 c
Silicosulfocálcico	20.28 ab	96.18 a	12.28 b	28.03 a	1.17 b	0.33 c	0.83 b	1198.59 b
Sulfocálcico	19.91 b	93.12 a	11.55 c	25.79 a	1.03 d	0.29 d	0.74 c	1108.34 bc
Zinc	19.77 b	92.62 a	11.94 bc	25.59 a	1.10 c	0.33 c	0.76 c	1107.65 bc
Lemon grass	11.03 c	54.96 b	10.31 d	22.06 b	0.89 e	0.65 b	0.24 e	694.43 d
Canela	9.00 d	53.61 b	8.80 e	19.18 c	0.86 e	0.68 a	0.39 de	544.12 e

Columnas seguidas de la misma letra no presenta diferencia significativa (Tukey, $p < 0,05$); VE= Velocidad de emergencia; PE=Porcentaje de emergencia; LP= Longitud de plúmula; LR=Longitud de radícula; PFP=Peso fresco de planta; PSP=Peso seco de planta; IVI= Índice de vigor I.

En efecto de dosis de aceites esenciales y caldos minerales aplicados en semillas de maíz y su impacto en la calidad fisiológica se puede observar en la Tabla 4, donde se muestra que la dosis 0 presenta los valores más altos para cada una de las variables en estudio, excepto en el peso seco de la planta. Por su parte, la dosis de 0.5 ml reporta una disminución en la velocidad de emergencia del 1.2 plantas por día y de 4.08 % en la emergencia, en comparación a la dosis 0, en lo que se refiere a la longitud de plúmula esta también se vio afectada con una inhibición de su crecimiento de 0.72 cm, por otro lado, el crecimiento radicular no se afectó significativamente en comparación al testigo; el peso fresco de la planta presenta una reducción de 0.12 g, mientras que, el peso seco se incrementó en 0.52 g en comparación a las semillas sin tratamiento, además de reporta la media más baja en biomasa de planta (0.54 g); en lo que respecta al índice de vigor inicial I se disminuyó en 143.06. Por su parte, la dosis alta (1ml) reporta los

valores más bajos para todas las variables evaluadas excepto peso fresco y biomasa, por lo que se considera que los tratamientos presentaron un efecto tóxico sobre la semilla, evitando su buen desarrollo y crecimiento de la misma.

Tabla 4. Comparación de medias de dosis aplicadas a genotipos de maíz y su efecto en la calidad fisiológica Fuente: los autores.

Dosis	VE	PE	LP	LR	PFP	PSP	BP	IVI
(ml)	(plan día ⁻¹)	(%)	(cm)	(cm)	(g)	(g)	(g)	
0	21.04 a	97.25 a	13.61 a	27.77 a	1.32 a	0.14 c	1.17 a	1344.93 a
0,5	19.84 b	93.17 a	12.89 b	26.23 a	1.20 b	0.66 a	0.54 c	1201.87 b
1	13.66 c	68.56 b	9.17 c	21.27 b	0.86 c	0.34 b	0.62 b	698.91 c

Columnas seguidas de la misma letra no presenta diferencia significativa (Tukey, $p < 0,05$); VE= Velocidad de emergencia; PE=Porcentaje de emergencia; LP= Longitud de plúmula; LR=Longitud de radícula; PFP=Peso fresco de planta; PSP=Peso seco de planta; IVI= Índice de vigor I.

Los efectos mostrados por los aceites de canela y lemon grass se pueden asociar principalmente a la presencia de metabolitos secundarios como cinamaldehído, eugenol, citronelal, citronelol y citral (Lins et al., 2019), que han demostrado la capacidad de inhibir la germinación de semillas y causar fitotoxicidad en las plantas (Muñoz et al., 2020). El eugenol inhibe la germinación y reduce el crecimiento de las plantas de *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Phalaris minor* Retz., *Sorghum halepense* (L.) Pers. y *Leptochloa chinensis* (L.) Nees, causando fitotoxicidad debido a la baja respiración celular y concentración de clorofila (Ahuja et al., 2015). Por su parte, Torres et al. (2024) reportar una menor biomasa en malezas tratadas con eugenol. La aplicación de cimaldehído ha demostrado tener un efecto inhibitorio sobre la germinación de las semillas y el crecimiento de los brotes y las raíces del amaranto chino en un 55%, 75% y 85%, respectivamente (Chotsaeng et al., 2018). Por otro lado, el citronelol está asociado en la fuga de solutos e induce la generación de ROS en el crecimiento de raíces y brotes lo que provoca una peroxidación lipídica y daño a la membrana (Kaur et al., 2011). El citronelal inhibe la emergencia de malezas y el crecimiento temprano de plántulas, tanto en raíces y brotes (Dudai et al., 2000); si se aplica vía foliar llega a producir clorosis y necrosis causadas por la pérdida de clorofila y la reducción de la respiración celular (Singh et al., 2006). Se ha demostrado que la aplicación del citronelal reduce la germinación de *Digitaria horizontalis* y *Cenchrus echinatus* en un 98% (Ootani et al., 2017). Por otro lado, el aceite esencial de romero ha demostrado tener efecto positivos sobre las plantas (Jalali et al., 2011). Souri y Bakhtiarizade (2019) reportan que la aplicación foliar de aceite esencial de romero a una dosis de 1,000 ppm disminuye la altura de planta, pero sin embargo, se incrementó el valor SPAD de las hojas, el peso fresco de los brotes y las raíces, los carbohidratos solubles en hojas y la concentración de nutrientes de nitrógeno, potasio, magnesio, hierro y zinc en las plantas.

Para el caso de los caldos minerales al ser compuestos elaborados a base de materiales inorgánicos, llega aportar en pequeñas cantidades nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, como son el azufre, calcio, zinc, silicio, fósforo, potasio y hierro. En el caso del azufre presente principalmente en los caldos sulfocálcico y silicosulfocálcico, juega un papel importante al ser componente de aminoácidos proteínicos como la metionina y la cisteína, el glutatión, las vitaminas (biotina y tiamina), las fitoquelatinas, la clorofila, la coenzima A y la S-adenosil-metionina (Li et al., 2020), también participa en la formación de enlaces disulfuro en la regulación de proteínas y enzimas, en particular en el control redox y además de brindar protección contra el daño oxidativo mediante el glutatión y sus derivados (Aarabi et al., 2020). Otro ingrediente de los caldos sulfocálcico y silicosulfocálcico es la cal monohidrata que aporta calcio un macronutriente esencial disponible en los brotes (Thor, 2019) y actúa regulando procesos en el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mediar respuestas celulares a los estímulos ambientales, por lo tanto, desempeña un papel importante en la tolerancia al estrés de las plantas (Pirayesh et al., 2021). Por otro lado, la ceniza llega aportar altas concentraciones de silicio (Arias et al., 2021) P, K, Ca, Mg, B y Zn, lo que incrementa la producción de cultivos (Dourado et al., 2021). El silicio actúa aumentando la capacidad fotosintética, reduciendo la tasa de transpiración y proporcionando mayor resistencia al estrés biótico y abiótico (dos Santos et al., 2021). Por su parte el Zn desempeña un papel fundamental en el metabolismo vegetal, ya que influye en la actividad de la hidrogenasa y la anhidrasa carbónica, la estabilización de las fracciones ribosomales y la síntesis de citocromo (Reddy; Kumari, 2022) y se ha identificado como un componente principal de diferentes proteínas asociadas con la síntesis de ADN y ARN (Bashir et al., 2016). Peck y McDonald (2010) observaron que un menor suministro de Zn obstaculizaba significativamente el proceso de crecimiento de la planta, mientras que un suministro adecuado de Zn minimizaba los efectos negativos del estrés térmico.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que la semilla del genotipo Nuevo Milenio presenta mejor respuesta a la aplicación de caldo minerales y aceites esenciales como tratamiento pregerminativo, al reportar la mayor velocidad y porcentaje de emergencia y vigor. Por su parte, la aplicación de caldos minerales, silicosulfocálcico, sulfocálcico, zinc y el aceite esencial de romero no afectan de manera importante la calidad fisiológica de la semilla de maíz, sin embargo, los aceites esenciales de canela y legom grass presentaron toxicidad sobre la semilla de maíz, afectando la velocidad de emergencia, porcentaje de emergencia, longitud de plúmula y raíz y por consecuencia su vigor, por lo que se puede considerar que ambos aceites presentan efecto herbicida al inhibir la emergencia y desarrollo de la semilla de maíz. Por lo otro lado, es importante conocer la dosis ideal para la aplicación de tratamientos pregerminativos, como se muestra en los resultados una mayor dosificación presenta problemas de toxicidad en la semilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarabi F et al. (2020). Coordinating sulfur pools under sulfate deprivation. *Trends in Plant Science*, 25(12): 1227-1239.
- Ahuja N et al. (2015). Actividad herbicida del eugenol sobre algunas malezas gramíneas y de hoja ancha. *J. Pest Sci.*, 88: 209–218.
- Alsafran M et al. (2022). Understanding the phytoremediation mechanisms of potentially toxic elements: a proteomic overview of recent advances. *Frontiers in plant science*, 13, 881242.
- Arias Q et al. (2021). Potencial fertilizante de cenizas de bagazo de caña de azúcar de industrias azucareras. *Revista cubana de química*, 33(3), 452-466.
- Barone V et al. (2018). Root morphological and molecular responses induced by microalgae extracts in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Applied Phycology*, 30: 1061-1071.
- Bashir K et al. (2016). Regulating subcellular metal homeostasis: the key to crop improvement. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1192.
- Chotsaeng N et al. (2018). Inhibitory Effects of a Variety of Aldehydes on *Amaranthus tricolor* L. and *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. *Molecules*, 23: 471.
- de Andrade LA et al. (2023). Plant growth-promoting rhizobacteria for sustainable agricultural production. *Microorganisms*, 11(4): 1088.
- Dhifi W et al. (2016). Essential oils' chemical characterization and investigation of some biological activities: A critical review. *Medicines*, 3(4): 25.
- dos Santos LC et al. (2021). O papel do silício nas plantas. *Research, Society and Development*, 10(7): e3810716247-e3810716247
- Dourado LGA et al. (2021). Effects of wood ash and soil water potential on vegetative development of mung bean (*Vigna radiata* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 15(3), 354-361.
- Dudai N et al. (2000). Biotransformation of constituents of essential oils by germinating wheat seed. *Phytochemistry*, 55; 375–382.
- Fakorede MAB; y Ayoola OA. (1980). Relationship between seedling vigor and selection for yield improvement in maize. *Maydica*, 25: 135-147.
- Herrán JAF et al. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(1): 57-68.
- IDMA (Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente). (2020). Caldos minerales y biocidas naturales. 19p.
- Ignat I et al. (2011). Characterization of grape seed aqueous extract and possible applications in biological systems. *Cellulose Chemistry and Technology*, 45: 205-209.
- Jalali M et al. (2011). Analysis of Iranian rosemary essential oil: Application of gas chromatography–mass spectrometry combined with chemometrics. *Journal of chromatography A*, 1218(18): 2569-2576.
- Kapoor RV et al. (2021). Algae biostimulants: A critical look at microalgal biostimulants for sustainable agricultural practices. *Biotechnology Advances*, 49: 107754.

- Kaur S et al. (2011). Citronellol Disrupts Membrane Integrity by Inducing Free Radical Generation. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 66: 260–266.
- Kharb, RPS et al. (1994). Prediction of field emergence through heritability and genetic advance of vigour parameters. *Seed Science and Technology*, 22: 461-466.
- Li Q et al. (2020). Sulfur homeostasis in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21.23: 8926.
- Lins L et al. (2019). Insights into the relationships between herbicide activities, molecular structure and membrane interaction of cinnamon and citronella essential oils components. *International journal of molecular sciences*, 20(16); 4007.
- Maguire JD, (1962). Speed of germination. Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2: 176-177.
- Muñoz M et al. (2020) Efectos fitotóxicos de tres compuestos naturales: ácido pelargónico, carvacrol y aldehído cinámico, contra malas hierbas problemáticas en cultivos mediterráneos. *Agronomía*, 10: 791.
- Ootani MA et al. (2017). Phytotoxic effects of essential oils in controlling weed species *Digitaria horizontalis* and *Cenchrus echinatus*. *Biocatal. Agric. Biotechnol*, 12: 59–65.
- Parađiković N et al. (2019). Biostimulants research in some horticultural plant species-A review. *Food and Energy Security*, 8(2): 1-12.
- Peck AW; McDonald GK (2010). Adequate zinc nutrition alleviates the adverse effects of heat stress in bread wheat. *Plant and soil*, 337; 355-374.
- Pirayesh N et al. (2021). Organellar calcium signaling in plants: An update. *biochimica et biophysica Acta (bbA)-molecular Cell Research*, 1868(4): 118948.
- Quispe A et al. (2016). Influencia de niveles de azufre en la producción, composición química bromatológica y digestibilidad del forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.). *Revista de investigación veterinaria*, 27(1): 31-38.
- R Core Team (2024). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- Reddy NS; Kumari K (2022). Importance of zinc in plant nutrition: a review. *Asian J. Microbiol. Biotechnol. Environ. Sci*, 490-493.
- Rodríguez A et al. (2020). Extractos vegetales para el control de *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani*, una alternativa sostenible para la agricultura. *Abanico Agroforestal*, 2: 1-13.
- Rouphael Y; Colla G (2020) Biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 11: 1-7.
- SADER. Chile, cebolla y jitomate, el tricolor de las fiestas patrias: Agricultura. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/chile-cebolla-y-jitomate-el-tricolor-de-las-fiestas-patrias-agricultura>. Consultado en: 05/febrero/2024.
- Singh HP et al. (2006). Phytotoxicity of the volatile monoterpene citronellal against some weeds. *Zeitschrift fur Naturforsch. Sect. C J. Biosci.*, 61: 334–340.

- Souri MK; Bakhtiarizade M. (2019). Biostimulation effects of rosemary essential oil on growth and nutrient uptake of tomato seedlings. *Scientia Horticulturae*, 243; 472-476.
- Tanase C et al. (2019). Wood bark as valuable raw material for compounds with a bioregulator effect in lemon balm (*Melissa officinalis* L.) plants. *Applied Sciences*, 9(15): 1-10.
- Thor K (2019). Calcium nutrient and messenger. *Frontiers in Plant Science* 10: 440-453.
- Torres N et al. (2024). Herbicidal potential of the natural compounds carvacrol, thymol, eugenol, p-cymene, citral and pelargonic acid in field conditions: indications for better performance. *Agronomy*, 14(3): 537.

Índice

A

adaptabilidad, 158
aislamiento, 203, 205, 207

B

bicentenario, 156, 159, 160
biophysical, 40

C

cajas Bruce, 148, 151
calidad, 74, 75, 76, 78
canela, 137
capsicum annuum var. *aviculare*, 86, 88
cepas, 64, 65, 67, 68, 69

D

densidad poblacional, 150
Dosidicus gigas, 40, 41, 44, 46

E

Enterobacter cloacae, 9
extractos vegetales, 62, 69

F

fitopatología, 64
flavonoides, 21, 23
forraje
 seco, 157, 158, 159
 verde, 157, 158, 159, 160

H

híbridos, 97

I

imágenes digitales, 82
índice
 de verdor, 84
 vegetativo, 81
 de vegetación, 80
inhibición del crecimiento, 64, 66, 67
interacción, 160

M

melón, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151
micronutrientes, 75, 76

N

NDVI, 108, 113, 114, 116, 117

Q

Quitosano, 111, 113

R

rendimiento, 144, 150, 151
 de biomasa, 11, 15

S

sensorial, 52, 57
silicosulfocálcico, 137
sulfocálcico, 137

T

Thiamethoxam, 122, 123, 126
tratamiento químico, 122, 127
trigo, 81
 cristalino, 74

V

Valle del Yaqui, 97
vigor de plántula, 123

X

X-ray, 40, 41, 43, 45

Y

yeso agrícola, 74, 75, 76, 78
yogurt, 51

Z

zea mays, 19, 121
zigzag, 145, 146, 147, 150, 151
zinc, 137

Editores



Leandris Argentele-Martínez

Profesor e Investigador Titular "C" del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). Miembro del Sistema Nacional de investigadoras e Investigadores del SECIHTI, Nivel 1. Profesor Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Líder del Cuerpo Académico consolidado 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



Ofelda Peñuelas Rubio

Profesor e Investigador Titular "C" del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). Miembro del Sistema Nacional de investigadoras e Investigadores del SECIHTI, Nivel 1. Profesora con Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, miembro del Cuerpo Académico consolidado 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



 Jaime Garatuza-Payán

Profesor e Investigador “C” del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente. Miembro del sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores del SECIHTI Nivel 2. Profesor perfil deseable (PROMEP). Miembro del cuerpo académico consolidado “Ciencias del Agua”. Miembro del Comité Científico del Programa Mexicano del Carbono (PMC). Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Profesor-Investigador distinguido en el Instituto Tecnológico de Sonora. Entre sus principales

expertices se encuentran las líneas de investigación y generación del conocimiento: Biotecnología en sistema de producción agrícola, manejo de cuencas, hidrometeorología y cambio climático. Cuenta con más de 100 publicaciones científicas en revistas de alto factor de impacto. Email para contacto: jaime.garatuza@itson.edu.mx



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



9786585756563

