

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 Garatuzza-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. Garatuzza-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 tratamieto 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



Tratamiento a la semilla de maíz y su efecto en la calidad fisiológica en dos condiciones de almacenamiento

Recibido em: 08/05/2025

Aprobado em: 19/05/2025

 10.46420/9786585756563cap12

Francisco Cervantes-Ortiz 

José Antonio Rangel-Lucio 

Mariano Mendoza-Elos* 

Hugo Cesar Cisneros-López 

José Francisco Rodríguez-Rodríguez 

Blanca C. López-Ramírez 

Leticia Rodríguez-Zárate 

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) ocupa el octavo lugar en la lista de los productos agrícolas más importantes en el mundo, con una producción de cerca de 1,100 millones de toneladas (Erenstein et al., 2021). De acuerdo con Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2021), en México es el cultivo más importante desde varios aspectos; alimentario, industrial, político y social. Además, contribuye con cerca del 65% del volumen de la producción de cereales, con una superficie cultivada de 7.5 millones de hectáreas en una amplia diversidad de agroecosistemas.

La agricultura moderna es inconcebible sin el uso de pesticidas. En este sentido, se hace necesaria la protección completa de las semillas con el uso plaguicidas como tratamiento. Uno de los productos ampliamente utilizados es el thiamethoxam como tratamiento a la semilla, debido a que es un insecticida que se adhiere y penetra rápidamente, lo cual permite estabilidad y biodisponibilidad del ingrediente activo. Se distribuye muy bien de semilla a semilla durante el tratamiento. Además, el thiamethoxam es lentamente metabolizado en la planta, de tal forma que está disponible en ella por un periodo cercano a 30 días (Clavijo, 2008).

La literatura destaca el éxito del uso de plaguicidas con respecto a la germinación uniforme y el desarrollo normal de las plántulas (Bradley et al., 2001, Galli et al., 2005, Govender 2008). El tratamiento químico a la semilla consiste en la adición de pequeñas cantidades de sustancias activas; plaguicidas, fungicidas o macronutrientes, necesarias para ofrecer protección a la plántula durante unos 30 días contra plagas y patógenos o para facilitar la absorción de microelementos en el crecimiento y nutrición de las plántulas. El periodo del efecto depende de una combinación de factores como es la formulación del

* Autor correspondiente: mariano.me@roque.tecnm.mx

producto y el modo de acción, la calidad del tratamiento, así como la calidad física y fisiológica de la semilla (Brzezinski et al., 2015). Además, hay investigaciones que afirman que el tratamiento de la semilla con fungicidas e insecticidas, solos ó combinados, promueven la emergencia de plántulas (Balardin et al., 2011; Abati et al., 2014; Conceição et al., 2014). Por otro lado, se sostiene que los tratamientos a la semilla con fungicidas se utilizan cada vez más y el efecto de estos preparados se aprecia mejor en los años en que las condiciones ambientales son óptimas para el desarrollo de patógenos (Bradley, 2008).

Para obtener semillas de alta calidad se debe realizar un manejo adecuado en los campos de producción y realizar la cosecha en el momento correcto. Aunque, es necesario mantener una inspección rigurosa, evitando así que se siembren semillas de bajo vigor. El vigor es un atributo que define el nivel de desempeño de la semilla en la germinación y emergencia de las plántulas (Tillmann; Menezes, 2012) y es controlado por distintos mecanismos en ambientes desfavorables (Miransari; Smith, 2014). La disminución de la calidad está relacionada con el bajo porcentaje de germinación, el aumento de plántulas anormales y reducción del vigor de las plántulas (Toledo et al., 2009). El aumento del porcentaje de semillas de alto vigor, en un determinado lote, es favorable para el crecimiento inicial del cultivo de maíz (Mondo et al., 2013). La baja velocidad de germinación asociada a la alta sensibilidad a las tensiones de las semillas durante la germinación y plantas con crecimiento lento y bajo desarrollo radicular son típicas de semillas con menor potencial fisiológico (Marcos Filho, 2015).

En base a lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar si el thiamethoxam como tratamiento químico a la semilla afecta la calidad fisiológica en híbridos maíz bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Tecnológico Nacional de México, Campus Roque (TecNM-Roque), ubicado en el km 8 de la carretera Celaya-Juventino Rosas, en Celaya, Guanajuato, México (20°34'41.1'' N, 100°49'31.7'' O) y una altitud de 1765 m.

Genotipos de maíz

Se utilizaron tres híbridos experimentales de maíz; TNM01 (grano amarillo), TNM02 y TNM03 (grano blanco) pertenecientes al TecNM-Roque. Todos los genotipos fueron producidos bajo las mismas condiciones agroecológicas. De cada material se obtuvo una muestra de 3.2 kg, de los cuales se utilizaron 800 g para la aplicación del tratamiento.

Tratamiento químico

Por otro lado, se utilizaron como tratamiento a la semilla dos insecticidas (Thiamethoxam y pirimifos-metil), un fungicida (Fludioxonil) y Rodamina como colorante. En la Tabla 1 se muestran los ingredientes activos y las dosis utilizadas para cada tratamiento estudiado.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en semilla de maíz.

Ingrediente activo	T1	T2	T3	T4
Thiamethoxam (ml)	9.75	4.87	0.00	0.00
Fludioxonil (ml)	20.10	20.10	20.10	0.00
Pirimifos-metil (ml)	2.10	2.10	2.10	0.00
Rodamina (ml)	0.60	0.60	0.60	0.00

T=tratamiento

Almacenamiento de semilla

Inmediatamente después de que las semillas fueron tratadas, se procedió a almacenarlas utilizando empaques (bolsas) que usan las empresas para almacenamiento y transporte de semilla. El almacenamiento se hizo bajo dos condiciones de confinamiento; temperatura ambiente (bodega, 24-28°C y HR 60 %) y almacén en frío (10 ± 1 °C y HR 50 %). El almacenamiento comprendió un periodo de 9 meses (270 días); donde se realizó un muestreo mensual para determinar la calidad fisiológica de la semilla y el vigor inicial de plántula.

Diseño experimental

Se usó un Diseño Factorial con tres repeticiones con la combinación de los siguientes factores de estudio: tres genotipos, cuatro tratamientos a la semilla y dos condiciones de almacenamiento (3 x 4 x 2) lo que generó 24 tratamientos. La unidad experimental se conformó de 50 semillas por repetición.

Características fisiológicas evaluadas en Laboratorio

Germinación estándar (G.E)

La prueba se realizó de acuerdo a la metodología establecida por la ISTA (2015); que considera el porcentaje de plántulas normales en dos recuentos; al cuarto y séptimo día después de ser sometido el ensayo. Las semillas fueron distribuidas en papel germinación color café, previamente humedecido usando únicamente agua (Anchor paper company, st, paul, MN). Se formaron rollos o tacos de papel y se colocaron en bolsas de polietileno transparente previamente etiquetadas y se metieron en una cámara de germinación (Conviron, modelo TC-16) 16/8 h de luz/oscuridad.

Vigor de plántula en cama de arena bajo condiciones de vivero

Se determinó bajo condiciones de vivero usando arena como sustrato. La unidad experimental se constituyó de 50 semillas por repetición. Se evaluó el porcentaje de emergencia (PE) y velocidad de emergencia (VE). Con base en una muestra de 10 plántulas con competencia completa por unidad experimental, se midió el peso seco de vástago (PSV) y peso seco de raíz (PSR). Se calculó el índice de vigor II (IVII), el cual resulta de multiplicar PE por PSV (Kharb et al., 1994).

Se realizaron conteos diarios de plántulas emergidas a partir de que se observó la primera plántula en emergencia (día 4) y el último conteo el día 8 después de la siembra. La velocidad de emergencia (VE) se determinó de acuerdo con la fórmula de Copeland y McDonald (1995).

$$V.E = \frac{N^{\circ} \text{ de plántulas normales}}{\text{Día del primer conteo}} + \dots + \frac{N^{\circ} \text{ de plántulas normales}}{\text{Día del conteo final}}$$

El porcentaje de emergencia (PE) se calculó dividiendo el número total de plántulas emergidas entre el número de semillas establecidas multiplicado por 100.

$$\% \text{ de emergencia} = \left(\frac{\text{plántulas emergidas}}{\text{semillas sembradas}} \right) \times 100$$

Análisis estadístico

Para todos los caracteres evaluados se realizó un análisis de varianza combinado a través de tipo de almacenamiento, usando el procedimiento PROC GLM del programa estadístico SAS, ver. 9.4 (SAS, 2016). La comparación múltiple de medias se realizó de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2, se muestra el análisis de varianza combinado a través de ambientes de almacenamiento para los caracteres de calidad de semilla y vigor de plántula en maíz; en él se puede observar que existen diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para genotipos (G), muestreo (M) y las interacciones tratamiento x muestreo (T x M), almacenamiento x muestreo (A x M), genotipo x tratamiento x muestreo (G x T x M) y tratamiento x almacenamiento x muestreo (T x A x M), en todas las características registradas. Por otro lado, el tratamiento a la semilla (T), mostró diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para velocidad de emergencia (VE), porcentaje de emergencia (PE), peso seco de vástago (PSV) e índice de vigor II (IVII), sin embargo, no afectó estadísticamente la germinación estándar (GE) y el peso seco de raíz (PSR). Con respecto al ambiente de almacenamiento (A), mostró efecto estadístico ($P \leq 0.01$) para todos los caracteres evaluados, excepto para la germinación estándar (GE). Las interacciones simples; genotipo x tratamiento (G x T), genotipo x almacenamiento (G x A) y tratamiento x almacenamiento (T x A) no mostraron efecto estadístico significativo para GE y PSR. La triple interacción; genotipo x tratamiento x almacenamiento (G x T x A), sólo modificó estadísticamente ($p \leq 0.01$) el porcentaje de emergencia (PE), peso seco de vástago (PSV), peso seco de raíz (PSR) y el índice de vigor II.

Es importante destacar que al analizar los valores de los cuadrados medios (Tabla 2) se observa que la fuente de variación de mayor importancia por su contribución a la varianza total para GE fue el de genotipos; lo que indica que esta característica se determinó principalmente por la constitución

genética de los híbridos de maíz. Estos resultados están de acuerdo con los reportados por Tamindžić et al. (2013) quienes trabajaron con líneas endogámicas de maíz. Para el resto de las variables registradas; VE, PE, PSV, PSR e IVII, la fuente de variación de mayor importancia fueron los muestreos realizados, seguidos por el efecto del tipo de almacenamiento de la semilla (bodega y frío). Lo antes indicado afirma que el tiempo de almacenamiento de la semilla determina su calidad fisiológica.

El coeficiente de variación (CV) presentó un intervalo de 3.6 a 15.7 %, lo que significa que los resultados son confiables y que hubo eficiencia en el manejo del experimento (Palafox-Caballero et al., 2006; Noriega-Carmona et al., 2019).

Tabla 2. Cuadrados medios de análisis de varianza combinado a través de ambientes de almacenamiento para calidad fisiológica en genotipos de maíz.

FV	GL	GE	VE	PE	PSV	PSR	IVII
Genotipo (G)	2	295.5**	67.3**	8382.1**	6.47**	80.83**	273441**
Tratamiento (T)	3	4.4	14.5**	1009.1**	2.95**	2.56	37256**
Almacen (A)	1	4.8	315.2**	24897.2**	73.72**	109.78**	761687**
Muestreo (M)	8	25.8**	990.7**	19026.8**	155.47**	757.24**	3410131**
G x T	6	1.4	4.1**	334.6**	1.54**	0.46	21392**
G x A	2	8.01	3.3**	218.7*	0.14	0.08	28231**
G x M	16	9.3	6.0**	794.9**	3.55**	4.81**	32511**
T x A	3	2.42	2.3**	276.1**	1.33**	2.64	16089**
T x M	24	22.7**	2.4**	213.6**	0.80**	10.01**	7221**
A x M	8	33.5**	49.8**	6697.8**	16.88**	36.83**	187354**
G x T x A	6	6.02	0.7	214.3**	1.30**	6.06**	15223**
G x T x M	48	16.0**	2.7**	248.1**	0.85**	2.98**	8503**
T x A x M	24	2.2**	5.2**	309.4**	0.68**	3.66**	4508*
G x T x A x M	64	13.2	3.0**	426.7**	1.48**	5.99**	11149**
Error	432	10.2	0.6	65.1	0.18	1.66	2894
CV (%)	-----	3.6	15.0	11.5	11.35	15.77	15

*, **, significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente. FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; CV: coeficiente de variación; GE: germinación estándar; VE: velocidad de emergencia; PE: porcentaje de emergencia; PSV: peso seco de vástago; PSR: peso seco de radícula; IVII: índice de vigor II.

Con respecto a la prueba de comparación de medias (Tukey, 0.05), en la Tabla 3 se observa que para germinación estándar (GE) todos los genotipos mostraron valores superiores a 97.5 % de plántulas normales después del segundo recuento; este porcentaje es superior al requerido por el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS, 2013) en México, que señala 90% de GE para considerar lotes de semilla de maíz de alta calidad. Para VE, PE, PSV, PSR e IVII destaca el híbrido

TNM02 con la mayor respuesta, generando un mayor número de plantas emergidas y con una alta velocidad (6.08 p d^{-1}), además plantas con alto peso seco de vástago y de raíz, caracteres importantes en el vigor inicial de plántula (Cervantes-Ortiz et al., 2016).

En lo que respecta del tratamiento químico, la aplicación de Thiamethoxam a la semilla presentó efecto positivo en el PE y PSV; por el contrario, este producto tuvo un efecto negativo en la VE y en el IVII y no presentó ningún efecto en la GE y PSR, ya que el comportamiento de estas variables no fueron modificadas (Tabla 3). Los resultados de esta investigación coinciden parcialmente con los reportados por Tamindžić et al. (2013) quienes encontraron efecto negativo del thiamethoxam en el vigor inicial de plántula en la línea endogámica de maíz L-2, pero en el resto de las líneas evaluadas hubo efecto positivo. Los resultados de este experimento están de acuerdo con los reportados por Almeida et al. (2013) quienes indican la influencia positiva del thiamethoxam en el desarrollo de vástago en arroz. En este contexto, muchos investigadores han demostrado que el thiamethoxam estimula la germinación promoviendo una mayor actividad enzimática que aumenta el metabolismo primario y secundario y, por tanto, proporciona una mejor germinación y un crecimiento uniforme para muchos cultivos (Clavijo, 2008; Cataneo, 2008). Del mismo modo, se ha confirmado que el thiamethoxam aumenta la viabilidad, la acumulación de biomasa, el desarrollo radicular y la tasa de fotosíntesis (Cataneo, 2008), resultados que coinciden parcialmente (acumulación de biomasa) con los registrados en este experimento. También, Nunes (2006) evaluó el efecto del thiamethoxam sobre germinación de semillas y encontró plantas con mayor desarrollo radicular, resultados que se contraponen a los obtenidos en esta investigación, debido a que la aplicación de thiamethoxam no modificó el peso seco de raíz.

También se ha demostrado que algunos productos químicos aplicados a la semilla conducen a la reducción de la germinación estándar y vigor de las plántulas, debido al efecto de la fitotoxicidad (Oliveira; Cruz, 1986). Sin embargo, la aplicación de tratamiento químico a la semilla es considerado uno de los métodos más eficientes para proteger la semilla y la planta en los primeros estadios de desarrollo (Ceccon et al., 2004). Así mismo, Fessel et al. (2003) afirman que semillas de maíz tratadas con Deltametrina y Pirimifos-metil reducen la longevidad, el vigor y la tasa de emergencia. Otros autores concluyeron que el tratamiento químico debería aplicarse cerca del momento de la siembra porque el almacenamiento presenta un efecto negativo en la calidad fisiológica de las semillas de maíz (Bittencourt et al., 2000; Fessel et al., 2003).

El tipo de almacenamiento; bodega ambiente ($24-28 \text{ }^{\circ}\text{C}$, HR 60 %) y condiciones de frío ($10 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$) sí modificó todas las variables de vigor inicial de plántula, con excepción de la GE, de esta manera, el almacenamiento en frío de la semilla sobresale con la respuesta más alta, resultado que era esperado por la conservación de la viabilidad de las semillas (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de medias para calidad de semilla y vigor de plántula en genotipos de maíz.

Genotipos	GE	VE	PE	PSV	PSR	IVII
	(%)	(p d⁻¹)	(%)	(g)	(g)	
TNM01	99.79 a	5.52 b	90.70 b	3.80 b	8.39 a	367.89 b
TNM02	97.55 b	4.96 c	79.60 c	3.63 c	7.49 b	324.95 c
TNM03	99.26 a	6.08 a	93.30 a	3.98 a	8.66 a	395.57 a
DSH	0.72	0.18	1.82	0.09	0.29	12.17
Tratamiento químico						
1	98.90 a	5.55 b	89.60 a	3.84 a	7.99 a	357.09 b
2	98.92 a	5.35 bc	85.90 b	3.84 a	8.25 a	359.70 b
3	98.63 a	5.93 a	91.60 a	3.92 a	8.21 a	384.66 a
4	99.01 a	5.25 c	86.38 b	3.61 b	8.27 a	349.76 b
DSH	0.91	0.23	2.24	0.12	0.36	15.41
Almacenamiento						
Bodega (24-28°C)	98.95 a	4.82 b	83.40 b	3.46 b	7.77 b	328.52 b
Frio (10±1°C)	98.78 a	6.22 a	94.50 a	4.14 a	8.59 a	397.09 a
DSH	0.49	0.12	1.21	0.06	0.19	8.30
Muestreo (días de almacén)						
30	98.24 b	9.16 a	99.60 a	6.46 a	14.78 a	634.13 a
60	98.42 ab	9.16 a	98.80 a	3.04 e	8.09 d	634.13 a
90	99.36 ab	8.18 c	99.65 a	5.89 b	11.36 b	688.56 a
120	99.13 ab	7.21 d	98.16 a	3.69 c	7.79 d	532.18 b
150	98.88 ab	8.66 b	98.50 a	3.44 d	6.94 e	485.16 c
180	100.00 a	0.74 g	69.82 b	2.17 f	3.94 g	208.53 e
210	99.06 ab	0.04 h	56.91 c	2.25 f	5.51 f	209.13 e
240	98.58 ab	3.85 e	71.20 b	3.63 cd	6.38 e	264.95 d
270	98.12 b	2.68 f	58.50 c	3.63 cd	8.85 c	288.46 d
DSH	1.66	0.43	4.19	0.22	0.67	27.95

Medias con letras iguales en las columnas dentro de cada factor de variación no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). DSH: diferencia Significativa honesta; GE: germinación estándar; VE: velocidad de emergencia; PE: porcentaje de emergencia; PSV: peso seco de vástago; PSR: peso seco de raíz; IVII: índice de vigor II.

En este sentido, Smaniotto et al. (2014) observaron una reducción del potencial fisiológico de las semillas almacenadas en un ambiente sin control climático en función del contenido de humedad inicial. En el manejo comercial de las semillas agrícolas, los dos factores físicos más importantes que reducen su

viabilidad son la humedad relativa y la temperatura; sin embargo, el mayor efecto nocivo se le ha atribuido a la humedad relativa, aunque la alta temperatura acelera el deterioro fisiológico (Roberts, 1972). En consecuencia, por el efecto nocivo de ambos factores físicos, la longevidad de las semillas se puede prolongar al reducir tanto el contenido de humedad de la semilla como la temperatura de almacenamiento (Ellis y Roberts, 1980). Además de las condiciones de almacenamiento, la velocidad de deterioro se ve afectada por factores genéticos, manejo agronómico en la producción de semilla, maduración de las semillas y el manejo postcosecha, incluido el almacenamiento (Baudet y Villela, 2012; Marcos-Filho, 2015).

Con respecto al tiempo de muestreo, se dio una reducción en los valores para todas las variables de vigor inicial de plántula, tendencia que era esperada ya que con el envejecimiento de la semilla reduce el vigor. Esta reducción sucedió en diferentes momentos, de acuerdo con la variable estudiada; por ejemplo, se redujo la VE a partir de los 60 días de almacenamiento y a partir de los 150 días se presentó una disminución de cerca del 100%, el PE sufrió una fuerte disminución (casi 30%) a partir del muestreo 6 (180 días), el PSV y PSR disminuyeron sus valores de forma significativa a partir de los 30 días y finalmente, el IVII tuvo una caída de forma significativa en el muestreo 4 (120 días) de 33% y en el muestreo 6 (180 días) hubo una disminución hasta del 70% del vigor de la plántula de maíz (Tabla 3). En un estudio de almacenamiento de semillas de soya bajo condiciones refrigerado y no refrigerado demostró que las semillas disminuyen o aumentan la velocidad y la intensidad del deterioro según el ambiente de almacenamiento. En este sentido, la conservación de la calidad fisiológica se obtuvo en un ambiente a 13 °C durante un máximo de 225 días (Ferreira et al., 2017). También se ha confirmado que el deterioro empieza después que la semilla alcanza la madurez fisiológica y continua hasta perder su capacidad de germinar, es un proceso inexorable e irreversible. La duración del proceso de deterioro se determina principalmente por la interacción entre el genotipo, el contenido de humedad de la semilla y la temperatura del almacén (Delouche, 2003).

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- Se presentó diferencias significativas entre genotipos en la expresión de todos los caracteres evaluados, indicativo de la influencia de la carga genética de cada material.
- La aplicación del thiamethoxam como tratamiento a la semilla de maíz tuvo efecto positivo al incrementar el porcentaje de emergencia (PE) y peso seco de vástago (PSV); sin embargo, el efecto fue negativo en la velocidad de emergencia (VE) y el índice de vigor II (IVII), esto bajo condiciones de cama de arena en vivero en todos los genotipos.
- El almacenamiento bajo condiciones de frío (10 ± 1 °C) presentó la mejor respuesta para todos los caracteres de vigor inicial de plántula en maíz.

- De manera general, la calidad de la semilla de maíz fue afectada a partir del sexto mes (180 días) de almacenamiento; por lo tanto, se recomienda que la semilla no debe almacenarse por largos periodos de tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abati J et al. (2014). Treatment with fungicides and insecticides on the physiological quality and health of wheat seeds. *Journal of Seed Science*, 36(4), 392-398. <http://doi.org/10.1590/2317-1545v36n41006>
- Almeida AS et al. (2013). Thiametoxam: An Insecticide that Improve Seed Rice Germination at Low Temperature in Insecticides. In: Stanislav Trdan (ed.), *Development of Safer and More Effective Technologies*. (pp. 417-426). <https://doi.org/10.5772/53207>.
- Balardin RS et al. (2011). Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. *Ciencia Rural*, 41(7), 1120-1126. <http://doi.org/10.1590/s0103-84782011000700002>
- Baudet L; Villela FA (2012). Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 3. ed. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, p.481-528.
- Bittencour SRM et al. (2000). Desempenho de sementes de milho tratadas com inseticidas sistêmicos. *Revista Brasileira de Sementes*, 22(2): 86-93. https://www.abrates.org.br/files/artigos/58984c51515df1.07068080_artigo12.pdf
- Bradley CA (2008). Effect of fungicide treatments on stand establishment, seedling disease and yield of soybean in North Dakota. *Plant Disease*, 92, 120-125.
- Bradley CA et al. (2001). The effect of fungicide seed protectants, seedling rates, and reduce rates of herbicides on no-till soy bean. *Crop Protection*, 20, 615-622.
- Brzezinski CR et al. (2015). Seed treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. *Journal of Seed Science*, 37(2), 147-153. <http://doi.org/10.1590/2317-1545v37n2148363>
- Cataneo AC (2008). Ação do Tiametoxam sobre a germinação de sementes de soja (*Glycine max* L.): Enzimas envolvidas na mobilização de reservas e na proteção contra situação de estresse (deficiência hídrica, salinidade e presença de alumínio). In D.L. Gazzoni (Ed.), *Tiametoxam: Uma revolução na agricultura brasileira*. pp. 123-192.
- Cervantes-Ortiz F et al. (2016) Aptitud combinatoria general y específica en la calidad de semilla de líneas S3 de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana* 39:259-268.
- Clavijo J (2008). *Tiametoxam: un nuevo concepto en vigor y productividad*. Ed. M. Manrique. Bogotá D.C., CO. 196p.

- Conceição GM et al. (2014). Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes. *Biosciences Journal*, 30(6), 1711-1720.
- Copeland LO; McDonald MB (1995). *Principles of Seed Science and Technology*. Third edition. Chapman and Hall. New York, USA. 409 p.
- Delouche JC (2002). Germinación, Deterioro y Vigor de Semillas. *Seed News* 6(6). http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed66/artigocapa66_esp.shtml
- Ellis RH; Roberts EH (1980). Improved Equations for the Prediction of Seed Longevity, *Annals of Botany*, 45 (1): 13–30. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a085797>
- Erenstein O et al. (2021). Estimating the global number and distribution of maize and wheat farms. *Global Food Security*, 30:100558.
- Ferreira FC et al. (2017). Cooling of soybean seeds and physiological quality during storage. *Journal of Seed Science*, 39(4): 385-392. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2317-15372017000400385&script=sci_arttext-
- Fessel AS et al. (2003). Efeito do tratamento químico sobre a conservação de sementes de milho durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, 25(1): 25-28. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222003000100005>
- Galli JA et al. (2005). Effect of *Fusarium graminearum* and infection index on germination and vigor of maize seeds. *Fitopatologia Brasileira*, 3, 470-474.
- Govender V (2008). Vigour of fungicide-treated and untreated maize seed following storage (Doctoral tesis). University of Pretoria. 131p.
- ISTA, International Seeds Testing Association. (2015) *International Rules for Seed Testing*. Introduction to the ISTA rules. Zurich, Switzerland. pp:1-6. <https://doi.org/10.15258/istarules.2015.i>
- Kharb RPS et al. (1994). Prediction of field emergence through heritability and genetic advance of vigour parameters. *Seed Science and Technology* 22:461-466.
- Marcos-Filho J (2015). *Seed physiology of cultivated plants*. (2a ed.) Londrina: ABRATES, 2005, 660p.
- Miransari M; Smith DL (2014). Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*, 99: 110–121. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847213001895>
- Mondo VHV et al. (2013). Seed vigor and initial growth of corn crop. *Journal of Seed Science*, 35(1), 64-69. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372013000100009.
- Noriega-Carmona MA et al. (2019). Efecto de la fecha de siembra sobre la calidad de semilla de trigo en el Bajío, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 42 (4): 375-384. <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.4.375-384>
- Nunes JC (2006). Bioativador de plantas, *Seeds News*. Pelotas, 3(5), 30-31.
- Oliveira LJ; Cruz I (1986) Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 21(2): 578-585.

- Palafox-Caballero A et al. (2006). Híbridos trilineales de maíz comunes y de alta calidad de proteína para Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana* 17:201-206, <https://doi.org/10.15517/am.v17i2.5160>
- Roberts EH (1972). Storage Environment and the Control of Viability. In: Roberts, E.H. (eds) *Viability of Seeds*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-5685-8_2
- SAS (2016). SAS para Windows. Version 9.4. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Seccon G et al. (2004). Effect of insecticides at sowing on seedling pests and yield off-season maize crop under no-tillage system, *Bragantia* 63(2): 227-237. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052004000200008>
- SIAP - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2021). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Available in: <<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>>
- Smaniotto TAS et al. (2014). Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(4):446-453.
- SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2013). Regla para la calificación de semilla de maíz (*Zea mays* L.). SAGARPA- SNICS. México, D.F. 36 p.
- Tamindžić G et al. (2013). Effect of Seed Treatments with Neonicotinoids on Maize Inbred Lines Seed Quality, *Ratar. Povrt.* 50(3): 37-44. <https://doi.org/10.5937/ratpov50-4792>
- Tillmann MAA; Menezes NL (2012). Análise De Sementes. In: Peske ST, Villela FA, Meneghello GE. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. (3a ed.) Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 161-272.
- Toledo MZ (2009). Physiological quality and storage of bean seeds as affected by late side dressing nitrogen. *Pesquisa Agropecuaria Tropical.*, 39(2): 124-133. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2012057474>

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

